

PROGETTAZIONE

SOGGETTI:

MWH S.p.a.
Società d'ingegneria
UN DIRETTORE TECNICO
(dott. ing. Roberto Keffer)

NORD MILANO CONSULT S.r.l.
Società d'ingegneria
IL DIRETTORE TECNICO
(dott. arch. Michela Di Mento)

RESPONSABILI:

MWH S.p.A.
(dott. ing. Roberto Keffer)

NORD MILANO CONSULT s.r.l.
(dott. ing. Caterina Aliverti)
(dott. arch. Michela Di Mento)



AMGA Legnano S.p.A.

CENTRO INTEGRATO PER LA GESTIONE DEI RIFIUTI DI LEGNANO
VIA NOVARA, 250

AUTORIZZAZIONE UNICA

ai sensi del D.Lgs. 387/2003 e s.m.i.art.12

AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE

ai sensi dell'articolo 29-quater comma 3 del D.Lgs 152/06 e s.m.i.

allegato:				titolo: Relazione di processo	commissa:		scala:	
AU	ES1	2	0		45502324		/	
					n.disegno:		data:	
					42250		DICEMBRE 2014	



20090 Segrate Milano
Centro Direzionale Milano 2 - Palazzo Canova
tel. 02-210841 - fax 02-26924275
e-mail: mwh.italia@it.mwhglobal.com



BP SEC s.r.l.

20020 Magnago (MI)
via Carroccio n. 9
Tel. 0331- 658922- fax 0331- 659239
e-mail: contatti@bpsec.it



21052 Busto Arsizio (VA)
via Bruno Raimondi, 5
tel. 0331-636702 - fax 0331-636713
e-mail: segreteria@nordmil.com

AMGA Legnano S.p.A.

CENTRO INTEGRATO PER LA GESTIONE DEI RIFIUTI DI LEGNANO
VIA NOVARA,250

AUTORIZZAZIONE UNICA

ai sensi del D.Lgs. 387/2003 e s.m.i. art.12

AUTORIZZAZIONE INTEGRATA AMBIENTALE

ai sensi dell'articolo 29-*quater* comma 3 del D.Lgs 152/06 e s.m.i.

Relazione di processo

Dicembre 2014

INDICE

1.	PREMESSA	5
1.1	OGGETTO DELL'OPERA	5
1.2	CARATTERISTICHE DEL SITO OGGETTO DI INTERVENTO	7
2.	SISTEMI DI RACCOLTA E CONFERIMENTO DELLA FORSU ALL'IMPIANTO	8
3.	IMPIANTO DI VALORIZZAZIONE DELLA FORSU CON DIGESTIONE ANAEROBICA E RECUPERO ENERGETICO E DI CALORE DAL BIOGAS PRODOTTO	9
3.1	COMPOSIZIONE MERCEOLOGICA DELLA FORSU	10
3.2	DESCRIZIONE DEL CENTRO INTEGRATO.....	12
4.	QUANTITATIVO DI FORSU DI CUI E' PREVISTO IL TRATTAMENTO.....	14
5.	MODALITA' DI CONFERIMENTO DELLA FORSU ALL'IMPIANTO	15
6.	UNITA' DI RICEZIONE, VAGLIATURA E TRITURAZIONE MINUTA DELLA FORSU.....	16
7.	EDIFICIO/CAPANNONE DI RICEZIONE E PRETRATTAMENTO DELLA FORSU	19
8.	SISTEMA DI ASPIRAZIONE DELL'ARIA DALL'EDIFICIO RICEZIONE E PRETRATTAMENTI FORSU.....	20
9.	UNITA' DI RICEZIONE DELLA FORSU.	21
10.	UNITA' DI TRITURAZIONE DELLA FORSU.....	22
11.	BACINI DI RICEZIONE DELLA FORSU TRITURATA.....	23
12.	SOLLEVAMENTO ALL'IDROCICLONE E AI BACINI DI MISCELAZIONE/OMOGENEIZZAZIONE.....	24
13.	UNITA' DI SEPARAZIONE SABBIE E PLASTICHE PESANTI CON IDROCICLONE	25
14.	BACINI DI MISCELAZIONE/ACCUMULO E IDROLISI DELLA FORSU	26
15.	SOLLEVAMENTO ALLA DIGESTIONE ANAEROBICA.....	27
16.	UNITA' DI DIGESTIONE ANAEROBICA	28
16.1	SISTEMA DI MISCELAZIONE INTERNA DELLA BIOMASSA IN DIGESTIONE	29
16.2	ATTREZZATURE INSTALLATE SULLA CUPOLA DEI DIGESTORI.....	31
17.	VALUTAZIONE PRODUZIONE BIOGAS NEL TRATTAMENTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA	33
18.	DIGESTATO IN USCITA DAL TRATTAMENTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA	35
18.1	FABBISOGNO TERMICO PER RISCALDAMENTO IN DIGESTIONE	36
18.2	SCAMBIATORI DI CALORE PER IL PROCESSO DI DIGESTIONE	38
18.3	CENTRALE PER AVVIAMENTO RISCALDAMENTO DIGESTIONE E PER INTEGRAZIONE TERMICA DEL PROCESSO DI ESSICCAMENTO	39

19.	FABBISOGNO ENERGETICO PER RISCALDAMENTO DELLA BIOMASSA.....	41
20.	DEUMIDIFICAZIONE E PURIFICAZIONE PRELIMINARE DEL BIOGAS	42
21.	UNITA' DI STOCCAGGIO BIOGAS (GASOMETRO)	45
22.	DESOLFORAZIONE DEL BIOGAS	47
23.	MISURA DI PORTATA DEL BIOGAS ALL'UTILIZZO	51
24.	UNITA' DI COGENERAZIONE	52
24.1	DIMENSIONAMENTO DEL GRUPPO DI COGENERAZIONE	53
24.2	CARATTERISTICHE DEL GRUPPO DI COGENERAZIONE	54
24.3	SISTEMA IDRAULICO DI RECUPERO TERMICO/DISSIPAZIONE CALORE ACQUA MOTORE	56
24.4	RAMPA BIOGAS ALIMENTAZIONE MOTORE	60
24.5	SISTEMA DI RILEVAZIONE FUGHE DI GAS E ALLARME	61
24.6	SISTEMA DI SCARICO GAS, POST COMBUSTORE RIGENERATIVO E SISTEMA DI SCAMBIO CALORE FUMI/OLIO DIATERMICO	62
24.7	CARATTERISTICHE DEL LOCALE DI ALLOGGIAMENTO DEL COGENERATORE	65
24.8	SISTEMA DI VENTILAZIONE DEL LOCALE DEL COGENERATORE	66
24.9	QUADRO DI COMANDO E CONTROLLO DEL COGENERATORE (QCCG)	67
25.	PRODUZIONE ENERGETICA DELL'IMPIANTO DI COGENERAZIONE	71
26.	IMPIANTO ELETTRICO GENERALE E SISTEMA DI MISURA	72
27.	CABINA DI FORNITURA ENERGIA ELETTRICA	73
28.	SISTEMA DI CESSIONE ENERGIA AL GESTORE	76
28.1	MISURA DELL'ENERGIA PRODOTTA ED IMMESSA IN RETE	76
28.2	QUADRO GENERALE MT	76
28.3	QUADRO GENERALE DI POTENZA COGENERAZIONE QGBT	78
28.4	TRASFORMATORE/ELEVATORE MT/BT	80
28.5	SCOMPARTO ALIMENTAZIONE IMPIANTO	81
28.6	TRASFORMATORE MT/BT	82
28.7	QUADRO GENERALE BT ALLA DISTRIBUZIONE	83
28.8	COLLEGAMENTI ELETTRICI	84
28.9	IMPIANTO DI TERRA	85
29.	PRODUZIONE DI CALORE DELL'IMPIANTO DI COGENERAZIONE	86
30.	BILANCIO ENERGETICO DEL PROCESSO	87
31.	CALORE DISPONIBILE PER ULTERIORI UTILIZZI	89
32.	TORCIA DI EMERGENZA PER SMALTIMENTO BIOGAS.....	90
33.	MATERIA IN USCITA DAL TRATTAMENTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA (DIGESTATO)	94
34.	POST-ISPESSITORE/ACCUMULO DEL DIGESTATO E DEI FANGHI DA DEPURAZIONE	94
35.	DISIDRATAZIONE MECCANICA DEL DIGESTATO E DEI FANGHI.....	96

36.	SERBATOIO DI STOCCAGGIO IN USCITA DALLA DISIDRATAZIONE.....	99
37.	ESSICCAMENTO TERMICO DEL DIGESTATO E DEI FANGHI	100
38.	SEZIONE SCARTI VERDI.....	107
38.1	AREA DI RICEZIONE SCARTI VERDI	107
38.2	TRITURATORE	107
38.3	TRASFERIMENTO VERDE TRITURATO AD AREA DI MISCELAZIONE	108
39.	IMPIANTO DI COMPOSTAGGIO DELLA BIOMASSA ESSICCATA E DEGLI SCARTI VERDI	108
39.1	MISCELATORE MATERIALE AL COMPOSTAGGIO	109
39.2	TRATTAMENTO DI COMPOSTAGGIO	109
39.3	SISTEMA DI MONITORAGGIO DEI PARAMETRI DI PROCESSO	112
39.4	SISTEMA DI ASPIRAZIONE ARIA DI PROCESSO	113
39.5	VENTILATORI DI ASPIRAZIONE.....	114
39.6	CONDOTTE DI ASPIRAZIONE ARIA SOTTOCUMULI	115
39.7	IMPIANTO UMIDIFICAZIONE BIOMASSA.	116
39.8	VAGLIO ROTANTE DI SELEZIONE DEL COMPOST.....	116
40.	IMPIANTO DI DEODORIZZAZIONE	116
40.1	SCRUBBER DI LAVAGGIO/UMIDIFICAZIONE DELL'ARIA ASPIRATA.....	118
40.2	ASPIRAZIONE E VENTILAZIONE DELL'ARIA DA DEODORIZZARE	119
40.3	BIOFILTRAZIONE	121
41.	IMPIANTO ANTINCENDIO E APPROVVIGIONAMENTO IDRICO.....	123
42.	RETE ACQUA INDUSTRIALE	126
43.	RETE ACQUA POTABILE	127
44.	RETE DI DRENAGGIO ACQUE METEORICHE E ACQUE DI SERVIZIO	127
44.1	RETE DI DRENAGGIO ACQUE METEORICHE DEI TETTI DEGLI EDIFICI E DELLE ACQUE DI SECONDA PIOGGIA DRENATE DAI PIAZZALI E DALLE STRADE	128
44.2	RETE DI COLLETTAMENTO ACQUE METEORICHE DI PRIMA PIOGGIA DELLE STRADE E DEI PIAZZALI, TROPPO PIENI E ACQUE REFLUE:RETE NERA	129
45.	RETE DI TERRA	130
46.	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ESTERNA	130
47.	IMPIANTO DI ALIMENTAZIONE ACQUE REFLUE AL TRATTAMENTO FORSU	131
48.	SISTEMA DI SUPERVISIONE E CONTROLLO.....	132
49.	ATTIVITA' SOGGETTE AI CONTROLLI DI PREVENZIONE INCENDI	135
50.	SEZIONE DI TRASFERENZA VETRO, TERRE DI SPAZZAMENTO E RSU	135
50.1	AREA VETRO E LATTINE	136
50.2	AREA TERRE DI SPAZZAMENTO	136
50.3	AREA RSU INDIFFERENZIATI DA CESTINI STRADALI	136
51.	IMPIANTO LAVAGGIO AUTOMEZZI	136
52.	PALAZZINA UFFICI E SERVIZI.....	138

53.	IMPIANTO DI DEPURAZIONE ACQUE REFLUE.....	140
53.1	TRATTAMENTI PRELIMINARI.....	142
53.2	VASCHE DI ACCUMULO AERATE.....	143
53.3	TRATTAMENTO CHIMICO (CORREZIONE DEL PH).....	143
53.4	STRIPPAGGIO DELL'AMMONIACA.....	144
53.5	TRATTAMENTO CHIMICO (COAGULAZIONE/FLOCCULAZIONE)	145
53.6	TRATTAMENTO CHIMICO FISICO (FLOCCULAZIONE/SEDIMENTAZIONE)	145
53.7	TRATTAMENTO DI FILTRAZIONE/ADSORBIMENTO.....	146
53.8	TRATTAMENTO DI OZONIZZAZIONE.....	147
53.9	IMPIANTO DI ALIMENTAZIONE ACQUE REFLUE AL TRATTAMENTO FORSU	147

1. PREMESSA

1.1 OGGETTO DELL'OPERA

AMGA Legnano S.p.A ha deciso di attivare un'iniziativa volta alla realizzazione di un Centro integrato per la gestione dei rifiuti comprendente un impianto di cogenerazione che prevede il trattamento di 40.000 t/anno di FORSU proveniente dalla raccolta differenziata e di 5.000 t/anno di frazione verde.

La cogenerazione viene effettuata utilizzando il biogas prodotto a seguito del trattamento di digestione anaerobica della FORSU; il digestato in uscita da tale processo, dopo disidratazione ed essiccamento termico, verrà miscelato con la frazione verde ed inviato ad un impianto di compostaggio per la produzione di ACMQ (Ammendante Compostato Misto di Qualità), prodotto compostato assimilato agli ammendanti tradizionali e dunque ammesso al libero impiego nelle attività agronomiche.

Oltre a tale unità, l'impianto prevede di poter accogliere e stoccare temporaneamente (centro di trasferimento) 8.000 t/anno di imballaggi di vetro e lattine, 2.200 t/anno di rifiuti indifferenziati di residui della pulizia stradale (terre da spazzamento) e 3.100 t/anno di rifiuti indifferenziati raccolti da cestini gettacarta.

Il progetto prevede che l'impianto venga realizzato nell'area, già di proprietà di AMGA Legnano S.p.A. , sito in Legnano, Via Novara 250.

Nell'area in oggetto esiste già ed opera una piattaforma ecologica per il conferimento da parte dei cittadini delle frazioni riciclabili, che sarà integrata con il Centro in progetto.

Del Centro in oggetto esiste già un progetto presentato da AMGA Legnano S.p.A. nel 2011; il presente progetto concerne l'aggiornamento del precedente in termini di adeguamento ad alcune normative entrate in vigore successivamente alla sua redazione e di verifica dell'impatto ambientale in particolare nei confronti del nuovo polo ospedaliero di Legnano, situato a Sud-Est dell'area di Via Novara.

I rifiuti per i quali l'impianto è stato progettato sono:

codici CER	Descrizione
20.01.08	Rifiuti biodegradabili di cucine e mense
20.02.01	Rifiuti biodegradabili- Scarti vegetali (VERDE)
15.01.07	Imballaggi in vetro
20.03.03	Residui della pulizia stradale
20.03.01	Rifiuti indifferenziati (frazione secca da pulizia dei cestini)

I Rifiuti in uscita derivanti dal processo di trattamento sono:

codice CER	Descrizione	Operazione successiva svolta presso terzi
19.12.12	Altri rifiuti (compresi materiali misti) prodotti dal trattamento meccanico dei rifiuti, diversi da quelli di cui alla voce 19.12.11	Recupero/smaltimento
19.08.01	Grigliati da depurazione liquami	Smaltimento

In uscita dal trattamento sarà quindi prodotto compost classificabile come Ammendante Compostato di Qualità, oltre a Solfato di Ammonio derivante dal processo di trattamento liquami, composti entrambi riutilizzabili in agricoltura.

Nel caso che la linea di compostaggio venga messa fuori servizio per manutenzione ordinaria o straordinaria il digestato disidratato e/o essiccato potrà essere temporaneamente essere inviato a successivi trattamenti di compostaggio e quindi si produrrebbe in uscita dall'impianto la seguente tipologia di rifiuti:

Codice CER	Descrizione	Successivo invio
19.06.04	Digestato prodotto dal trattamento anaerobico di rifiuti urbani	Società esterne

Il presente progetto prevede pertanto la realizzazione di una linea di valorizzazione della FORSU, di potenzialità max pari a 40.000 t/a, con digestione anaerobica della frazione organica e recupero energetico dal biogas prodotto, con produzione di energia elettrica ed energia termica.

Da tale filiera è attesa altresì la produzione di digestato disidratato che verrà trattato con la frazione verde per la produzione di ammendante compostato misto di qualità.

L'impianto è da classificare come "impianto per la produzione di energia elettrica da fonti energetiche rinnovabili" e la sua autorizzazione è soggetta alle procedure di cui alle "Linee guida regionali" di cui alla D.G.R. Lombardia n° IX/3298 in data 18 Aprile 2012.

Oltre all'impianto di trattamento FORSU e rifiuti verdi, nell'area del centro sarà realizzata una sezione di ricezione e messa in riserva per la successiva trasferimento della frazione vetro/lattine, delle terre risultanti dallo spazzamento meccanico e manuale delle strade e dei rifiuti derivanti dallo svuotamento dei cestini gettacarta.

Sempre nel centro sarà realizzato un impianto di lavaggio degli automezzi di servizio di AMGA, con relativo impianto di pretrattamento delle acque, prima dell'invio alla rete fognaria del Comune di Legnano.

1.2 CARATTERISTICHE DEL SITO OGGETTO DI INTERVENTO

L'area di realizzazione dell'impianto risulta ubicata in Provincia di Milano, Comune di Legnano, Via Novara 250.

L'area è censita catastalmente al foglio n.35 del Comune di Legnano, mappali 524 525 e 48.

I mappali nello strumento urbanistico vigente ricadono in:

- *“aree per servizi e spazi di uso e interesse pubblico”;*

2. SISTEMI DI RACCOLTA E CONFERIMENTO DELLA FORSU ALL'IMPIANTO

I sistemi di raccolta e conferimento della FORSU da parte di AMGA nel bacino di utenza dell'impianto in oggetto rimarranno quelli attualmente in uso.

Il bacino di utenza servito dall'impianto è costituito dai Comuni di Legnano, Parabiago, Canegrate, Magnago, Villa Cortese e Arconate.

La raccolta dell'organico domestico avviene attraverso sistemi che utilizzano sacchi biodegradabili in Mater-Bi posti in contenitori plastici color marrone con sistemi porta a porta prossimali (condominiali o stradali).

La raccolta della frazione organica presso le grandi utenze (mercatali, ristoranti, negozi alimentari) avviene tramite bidoni o cassonetti, in genere con porta a porta per ogni esercizio.

La frequenza della raccolta varia e può essere bisettimanale o settimanale.

La raccolta viene effettuata dal lunedì al sabato, nelle ore della mattina.

3. IMPIANTO DI VALORIZZAZIONE DELLA FORSU CON DIGESTIONE ANAEROBICA E RECUPERO ENERGETICO E DI CALORE DAL BIOGAS PRODOTTO

Il presente Centro integrato per la gestione dei rifiuti sarà dotato di una linea di valorizzazione della FORSU, di potenzialità max pari a 40.000 t/a con digestione anaerobica della frazione organica e recupero energetico e di calore dal biogas prodotto e di una linea di trattamento integrato delle frazione verde con il digestato essiccato per la produzione di Compost di qualità. Da tale filiera è attesa pertanto la produzione di biogas e di ammendante compostato di qualità del digestato.

L'impianto risulta articolato in una serie di sottosezioni di seguito elencate:

- Ricezione FORSU
- Pretrattamenti FORSU
- Miscelazione ed alimentazione della FORSU ai digestori anaerobici
- Digestione anaerobica
- Sezione di recupero energetico del biogas prodotto con cogenerazione di energia elettrica e termica
- Sezione di ispessimento del digestato unitamente ai fanghi da depurazione dei liquami prodotti nel Centro
- Sezione di disidratazione della massa ispessita
- Sezione di essiccamento della massa disidratata
- Sezione di miscelazione della massa disidratata con la frazione verde pretriturata
- Sezione di compostaggio della massa miscelata
- Sezione di ricezione e triturazione frazione verde
- Sezione di raccolta e trasferimento vetro, lattine, terre di spazzamento e RSU da cestini
- Impianto di lavaggio automezzi AMGA
- Impianto di aspirazione e trattamento arie odorigene

Per quanto concerne il trattamento delle acque di risulta dai processi , esso verrà effettuato presso uno specifico depuratore ubicato all'interno dell'area della piattaforma del presente progetto; il liquame in uscita sarà scaricato alla rete fognaria del Comune di Legnano

Completano le suddette sezioni una serie di componenti accessorie puntualmente illustrate nella presente relazione.

3.1 COMPOSIZIONE MERCEOLOGICA DELLA FORSU

La caratterizzazione della frazione organica proveniente da raccolta differenziata è stata stimata sulla base di dati disponibili relativi ai rifiuti provenienti da raccolta differenziata.

La composizione indicata per la FORSU è stata utilizzata per redigere il bilancio di massa dei materiali all'interno dell'impianto e per la conseguente definizione delle potenzialità delle singole apparecchiature e sezioni di impianto, con l'avvertenza che detti bilanci devono essere intesi come esemplificativi di una condizione funzionale "attesa"

Poichè risulta particolarmente difficile prevedere il grado di purezza della sostanza organica proveniente dai diversi circuiti di raccolta differenziata è stato previsto l'inserimento di una fase di trattamento iniziale della corrente in ingresso del rifiuto, che permetta di ottenere una frazione organica compatibile con i successivi trattamenti.

In base ai dati dei gestori dei servizi di raccolta rifiuti sono attendibili i seguenti valori della composizione e delle caratteristiche tipiche dei rifiuti organici da raccolta differenziata.

A) Composizione media rifiuti provenienti dai Comuni (% in peso umido)

• Metalli	1,00
• Vetro	1,00
• Plastica leggera	1,00
• Plastica dura	1,00
• Tessili	1,00
• Poliaccoppiati	1,00
• Carta e cartone	3,00
• Organico	88,00
• Inerti	1,00
• Ligneo-cellulosico	2,00

B) Caratteristiche tipiche attese rifiuti provenienti dai Comuni (%)

• Umidità %:	72,6-79,6, assunta pari al 75,0 %
• Sostanza Solida Totale (TS) %:	21,4-27,4 assunta pari al 25,0 %

- Sostanza Solida Totale Volatile % TS: 85,0-98,0 - assunta pari al 95,0 %
- Sostanza Organica (TCOD), gCOD/gTS: 1,1-1,3, assunta pari a 1,2
- Azoto (TKN), % TS: 1,5-3,0, assunta pari al 2,5 %
- Fosforo Totale, % TS: 0,13-0,40, assunta pari a 0,2 %.

Nel presente progetto la percentuale di Sostanza Secca Volatile della FORSU a valle dei pretrattamenti e da inviare a digestione è stata assunta pari al 95%.

Tipologia del trattamento di digestione anaerobica.

Esistono diverse tecnologie per la digestione della FORSU, sia in base al numero di stadi in serie del trattamento che alla concentrazione di Solidi Totali inviati allo stesso, che alla temperatura di processo.

Per quanto riguarda il primo criterio i processi di digestione anaerobica di possono distinguere in:

- digestori monostadio, nei quali le diverse fasi del processo di digestione si sviluppano nel medesimo reattore;
- digestori bistadio, nei quali la fase di idrolisi ed acidogenesi avvengono all'interno di un primo reattore, mentre il processo di metanizzazione avviene all'interno di un secondo reattore.

La prima tecnologia è quella nettamente più utilizzata (quasi nel 90 % dei casi); a motivo di tale scelta contribuisce sicuramente la maggiore semplicità impiantistica e i minori costi di investimento ed esercizio.

Anche le esperienze operative non riscontrano significative differenze in termini di rendimento tra i sistemi mono o bistadio.

Si è pertanto optato per la soluzione monostadio.

Per quanto concerne il secondo criterio (concentrazione di SS nel trattamento), si possono distinguere tre alternative:

- trattamento ad umido, quando il tenore della SS in digestione è inferiore al 15 %;
- trattamento a semisecco, quando il tenore della SS in digestione è compreso tra il 15 e il 25 %;
- trattamento a secco, quando il tenore della SS in digestione è superiore al 25 %.

Il panorama degli impianti esistenti vede una sostanziale equivalenza tra i sistemi ad umido e quelli a secco (mentre per la digestione dei fanghi da depurazione il trattamento è sempre del tipo ad umido).

Uno degli elementi critici del sistema a umido è costituito dalla necessità di utilizzare notevoli quantitativi di acqua per diluire la FORSU e raggiungere un adeguato grado di umidità.

Si è optato per la soluzione ad umido in quanto viene ritenuta più adatta al trattamento in oggetto.

Per quanto riguarda il terzo criterio (temperatura di processo), la scelta è tra il sistema mesofilo (temperatura della biomassa compresa tra i 30 e i 35 °C) e quello termofilo (temperatura della biomassa fino a 55-60 °C).

La tecnologia termofila comporta tempi di digestione più ridotti e quindi una volumetria inferiore dei digestori, ma viene utilizzata sostanzialmente solo per processi a secco.

Infatti, operando con basse percentuali di umidità, i processi a secco riducono la richiesta di calore per il riscaldamento.

Avendo optato per un sistema ad umido, si è quindi scelto un processo digestivo di tipo mesofilo.

Come si vedrà in seguito, il processo monostadio ad umido richiede una fase di pretrattamento della FORSU per renderla compatibile con tale tipo di trattamento, la necessità di aggiungere acqua al rifiuto per idrolizzarla e, dopo la digestione, la necessità di disidratare il digestato.

3.2 DESCRIZIONE DEL CENTRO INTEGRATO

La presente relazione delinea i criteri di progettazione, costruzione e funzionalità della soluzione impiantistica adottata che individua, quale soluzione preferenziale per la produzione di biogas, la digestione anaerobica di rifiuti di natura organica provenienti da RU (FORSU), nonché la produzione di compost di qualità.

La soluzione impiantistica di cui trattasi, in maniera più specifica, è articolata nelle seguenti sezioni funzionali:

- Ricezione
- Pretrattamento meccanico per triturazione e separazione materiale inidoneo alla digestione
- Miscelazione ed idrolisi della FORSU con liquame
- Digestione anaerobica con produzione di biogas
- Cogenerazione da biogas
- Ispessimento del digestato assieme ai fanghi derivanti dall'impianto di depurazione;
- Trattamento meccanico di disidratazione della massa ispessita;
- Essiccamento termico della massa disidratata;
- Miscelazione del digestato essiccato con gli scarti verdi pretriturati e compostaggio della miscela fino ad ottenere un prodotto stabilizzato;

che saranno integrate dai seguenti sistemi ausiliari:

- Edificio Palazzina Uffici e Servizi
- Pesa elettronica veicoli in ingresso
- Impianti elettrici e di terra – vettoriamento a rete ENEL
- Reti fluidi ausiliari (acqua potabile, servizi, acqua antincendio, acqua per idrolisi FORSU)
- Rete collettamento acque reflue (nere, bianche, pluviali, ecc.)
- Impianto di depurazione dei liquami prodotti
- Impianti di purificazione e desolforazione del biogas
- Impianti di abbattimento polveri e odori
- Impianto di illuminazione esterna.
- Viabilità e parcheggi.
- Impianto lavaggio automezzi
- Edificio raccolta e trattamento frazione verde
- Edificio raccolta vetro e lattine, materiale spazzamento strade, materiale proveniente dalla pulizia dei cestini stradali.

4. QUANTITATIVO DI FORSU DI CUI E' PREVISTO IL TRATTAMENTO

Nel presente progetto viene previsto di trattare presso l'impianto un quantitativo di FORSU corrispondente a 40.000 t/anno proveniente da sistemi di raccolta differenziata di Comuni della Provincia di Milano serviti da AMGA..

Si prevede di operare la ricezione ed il trattamento della FORSU su 310 giorni lavorativi.

In riferimento ad un giorno medio, il quantitativo in ingresso all'impianto sarà quindi pari a 129 t/giorno.

Il codice C.E.R. di questi rifiuti è 20 01 08 "Rifiuti biodegradabili di cucine e mense".

Il peso specifico di questo materiale allo scarico dai mezzi di raccolta è stimabile in 450 kg/m^3 e pertanto il quantitativo di FORSU in ingresso corrisponderà a $129,0 : 0,450 = 286,7 \text{ m}^3/\text{g}$.

Del quantitativo di 129 t/giorno, si stima che una frazione pari al 14% sia costituita da materiali presenti nella raccolta FORSU ma considerabili come scarti (carta, metalli, plastica, codice C.E.R. 19.12.12) che verranno asportati nella fase di pretrattamento presso l'impianto, per cui al successivo trattamento di digestione perverranno $129,0 \times 0,86 = 111 \text{ t/g}$ nei giorni lavorativi.

A questo quantitativo saranno aggiunti 109 t/g di acqua proveniente dall'impianto di depurazione interno alla piattaforma nel mulino a martelli e 60 t/g presso l'unità di miscelazione ed idrolisi della FORSU, per cui al trattamento di digestione anaerobica perverrà un totale di 280 t/g, di cui 25 t/g di SSt e 255 t/g di acqua.

Del quantitativo di sostanza secca, si può stimare che il 95,0 % sarà costituito da Sostanza Volatile (TVS), per un quantitativo di 23,75 t TVS/g.

5. MODALITA' DI CONFERIMENTO DELLA FORSU ALL'IMPIANTO

I mezzi di conferimento della FORSU (Codice CER 20 01 08) perverranno all'impianto dalla viabilità di Via Novara in Legnano e accederanno tramite il cancello automatizzato presente nella recinzione.

Le operazioni di conferimento e scarico si potranno effettuare dalle ore 8,00 alle ore 13,00 dal lunedì al sabato.

In queste ore il cancello sarà aperto a l'accesso sarà regolato da una sbarra automatizzata.

6. UNITA' DI RICEZIONE, VAGLIATURA E TRITURAZIONE MINUTA DELLA FORSU.

La FORSU in arrivo all'impianto sarà soggetta a sezione di ricezione e di pretrattamento prima di essere omogeneizzata ed inviata al trattamento di digestione anaerobica.

La sezione di ricezione sarà costituita da pesatura e registrazione della FORSU in ingresso.

Sarà assicurata la regolare tenuta dei Registri di carico e scarico dei rifiuti.

La pesatura avverrà tramite pesa a ponte automatizzata ubicata all'aperto, in prossimità dell'edificio uffici e servizi.

L'edificio di scarico e pretrattamento della FORSU sarà costituito da un edificio/capannone coperto e tenuto in leggera depressione per evitare la fuoriuscita di odori.

L'edificio sarà dotato di sistema di scarico ai bacini di accumulo sezionato da doppi portoni ad apertura veloce.

L'aria contenuta nell'edificio coperto sarà aspirata tramite ventilatore ed inviata ad un trattamento di deodorizzazione centralizzato costituito da scrubbers ad umido e da un impianto di biofiltrazione.

L'ingresso all'edificio sarà costituito da due portoni (con dimensioni di 7,00m x 5,00 m(h)) ad apertura veloce, con comando di apertura/chiusura automatizzata e gestito da PLC collegato al sistema di ricezione/pesatura.

L'accesso ai bacini di scarico sarà regolato a sua volta da portoni ad apertura veloce, sincronizzati con i portoni di accesso al capannone.

In questo modo il ciclo di scarico funzionerà con la seguente sequenza:

- apertura del portone esterno, ingresso del mezzo carico (in retromarcia), chiusura del portone esterno, apertura del portone del bacino di scarico, scarico della FORSU, chiusura del portone del bacino di scarico, apertura del portone esterno, uscita del mezzo scarico (in marcia avanti).

Gli automezzi di conferimento della FORSU scaricheranno il materiale trasportato in due bacini posti all'interno del capannone, sotto la quota campagna, in acciaio INOX con coclee di trasporto/rompisacchi sul fondo.

Il volume complessivo utile dei due bacini sarà pari al volume conferito in un giorno lavorativo e cioè pari a circa 260 m³.

Saranno quindi installate due tramogge parallele ed affiancate con capacità utile di 130 m³/cad.

La FORSU, sollevata mediante trasportatori a coclea, verrà inviata al pretrattamento preliminare costituito da due mulini a martelli con vaglio da 12 mm.

Ogni unità ha una potenza installata di 75 kW ed è in grado di trattare fino a 20 t/ora di FORSU.

Pertanto le due unità sono in grado di smaltire l'intero quantitativo di FORSU giornaliera (129 t) in 3,3 ore.

La frazione sottovaglio sarà quindi soggetta a triturazione fine (12 mm) nel mulino a martelli, in grado di sminuzzare e ridurre in poltiglia la biomassa.

Durante questo trattamento sarà immessa nei mulini a martelli acqua costituita da liquame proveniente dall'impianto di depurazione, per un quantitativo stimato in 109 m³/giorno lavorativo (54,5 m³/giorno per unità).

Il sopravaglio sarà conferito in un cassone di raccolta e quindi a smaltimento con i RS, mentre il sottovaglio sarà sollevato al successivo trattamento con idrociclone, nel quale saranno separate le scorie metalliche, i residui plastici e le sabbie pesanti.

Saranno installati due idrocycloni (uno per linea).

Il materiale di scarto (sovvalli), costituito essenzialmente da residui metallici, plastiche e sabbie, si stima che costituisca il 14 % del rifiuto in ingresso, cioè 18,0 t/giorno e 5.580 t/anno.

La FORSU (sottovaglio) in uscita dal trattamento con idrociclone sarà inviata a quattro bacini di miscelazione/idrolisi, chiusi ed in acciaio inox, ove si effettua la miscelazione intima del prodotto con l'acqua.

In questi bacini saranno immessi ulteriori quantitativi di acque, sempre provenienti dall'uscita dell' impianto di depurazione, per ulteriori 60 m³/giorno.

Dai quattro bacini di miscelazione/idrolisi, sempre con pompe volumetriche precedute da trituratore, la FORSU umidificata viene sollevata al trattamento di digestione anaerobica.

I quattro bacini di miscelazione sono dotati di sistema di aspirazione dell'aria che viene aspirata ed inviata all'impianto di deodorizzazione costituito da scrubber ad umido e da biofiltri; queste unità serviranno anche le arie odorigene provenienti dagli altri edifici soggetti ad aspirazione e deodorizzazione.

Dal pretrattamento FORSU si attende una produzione di percolato di circa 50 l per t di FORSU conferita .

La produzione di percolato è da attendersi quindi pari a $129 \times 0,05 = 6,5 \text{ m}^3/\text{g}$, da inviare in testa al depuratore liquami.

Si prevede di aggiungere in un giorno lavorativo un quantitativo di 109,0 m³/g di liquame proveniente dal depuratore nel mulino a martelli oltre a 60 m³/g presso l'unità di miscelazione ed idrolisi della FORSU; pertanto in complesso alla

digestione anaerobica perverrà un quantitativo medio di 280 t/giorno lavorativo di FORSU diluita con liquame, di cui 25 t/giorno di SS e 255 t/giorno di acqua.

7. EDIFICIO/CAPANNONE DI RICEZIONE E PRETRATTAMENTO DELLA FORSU

Come detto in precedenza, la FORSU in arrivo all'impianto, dopo pesatura, sarà scaricata in apposite tramogge di ricezione e quindi soggetta ai pretrattamenti di triturazione, miscelazione con frazione umida (liquami), dissabbiatura, omogeneizzazione e idrolisi prima di essere inviata al trattamento di digestione anaerobica e metanizzazione della frazione volatile.

Per evitare la diffusione di maleodorazioni all'esterno di questo edificio, si prevede di mantenere il capannone in leggera depressione mediante l'aspirazione di una portata d'aria che garantisca almeno quattro ricambi/ora dell'intero volume coperto.

Il flusso d'aria aspirato sarà inviato ad un sistema di trattamento/deodorizzazione costituito da un biofiltro con presistema di umidificazione a scrubber.

I portoni di accesso al capannone saranno del tipo a chiusura automatica, in modo che la loro apertura avvenga solo per il tempo necessario all'ingresso/uscita degli automezzi di conferimento della FORSU.

Il capannone avrà una altezza utile interna pari a 7,50 m, in modo da garantire agli automezzi di conferimento di sollevare idraulicamente il cassone posteriore e sversare la FORSU nelle due tramogge interrate di ricezione.

Le dimensioni del capannone in pianta saranno di 31,00 m x 40,00 m, con altezza utile di 7,50 m.

Il volume interno risulta quindi pari a $9,300 \text{ m}^3$; assumendosi un ricambio di aria di 4 volte/ora, risulta necessaria una aspirazione di $37.200,00 \text{ m}^3/\text{ora}$.

Verrà installato un ventilatore centrifugo dalla capacità di $40.000 \text{ m}^3/\text{ora}$, regolato da inverter, che aspirerà l'aria odorigena e la invierà al collettore centralizzato di servizio all'impianto di deodorizzazione.

8. SISTEMA DI ASPIRAZIONE DELL'ARIA DALL'EDIFICIO RICEZIONE E PRETRATTAMENTI FORSU

Il sistema di aspirazione aria e invio alla deodorizzazione viene concepito per garantire un ricambio minimo di 4 volumi d'aria per ora.

La volumetria interna dell'edificio capannone è pari a circa 9.300 m^3 , per cui il sistema di aspirazione ed espulsione dell'aria deve essere in grado di trattare:

$$- 9.300 \times 4 = 37.200 \text{ m}^3/\text{h}.$$

Nei calcoli e nelle verifiche dell'impianto di aspirazione e di deodorizzazione si è assunto un volume dimensionale di $40.000 \text{ m}^3/\text{h}$.

Il ventilatore sarà del tipo cassonato.

Il sistema di aspirazione dell'aria sarà costituito da condotte aeree appese all'interno della struttura di copertura del capannone.

La struttura delle condotte sarà realizzata mediante una dorsale in corrispondenza del lato nord dell'edificio nella quale si innesteranno quattro rami laterali.

Le condotte saranno realizzate in lamiera di acciaio zincata a caldo con processo tipo "Sendzimir".

La giunzione delle condotte sarà effettuata mediante flange saldate sulle condotte mediante puntatura elettrica.

La velocità di aspirazione nelle condotte viene assunta $\leq 6,00 \text{ m/s}$ nelle condotte laterali (DN 500).

Le condotte saranno dotate di bocchette di aspirazione montate sui canali, a deflessione singola con alette verticali mobili, regolabili, distanziate tra loro di 20 mm.

L'interasse delle bocchette sarà di 5,00 m.

Tutto il sistema di aspirazione convergerà sulla condotta di aspirazione finale, circolare con dimensioni di DN 1000 mm che attraverserà la parete laterale del capannone lungo il lato nord e si innesterà nello scatolare di dimensioni 1000 x 1000 per poi congiungersi allo scatolare principale di dimensioni 1600 x 1600 che si immette nei due scrubber verticali di umidificazione e invio alla successiva unità di biofiltrazione.

9. UNITA' DI RICEZIONE DELLA FORSU.

La FORSU in arrivo all'impianto verrà scaricata in due bacini affiancati alloggiati all'interno di un manufatto interrato realizzato in cemento armato, ubicato all'interno dell'edificio/capannone.

I due bacini, realizzati in lamiera saldata in acciaio INOX AISI 304 con spessore di 4 mm, saranno irrigiditi da appositi fazzoletti di rinforzo e sostenuti da elementi costituiti da profili strutturali ad H (IPB) 100 x 100 x 6 x 10, sempre in acciaio INOX AISI 304.

Sul fondo di ogni bacino saranno installate tre tramogge di raccolta ed invito che conterranno sul fondo altrettante coclee orizzontali di trasporto senza albero, con diametro utile di 320 mm, poste longitudinalmente.

Le tre coclee, con funzione di trasporto e rompisacchi, invieranno la FORSU sversata fino ad una quarta coclea, trasversale ed orizzontale, sempre senza albero, posta al di sotto delle coclee iniziali, con diametro utile di 460 mm.

Le due coclee trasversali sverseranno a loro volta in due coclee inclinate De 460 mm che alimenteranno le coclee finali di sollevamento della FORSU, sempre del tipo senza albero, De 460 mm, inclinate sull'orizzontale; queste ultime alimenteranno la sezione di triturazione della FORSU costituita da due mulini a martelli.

Le coclee inclinate saranno alloggiare in contenitori chiusi da coperchi superiori imbullonati.

10. UNITA' DI TRITURAZIONE DELLA FORSU

La FORSU sollevata dalle due coclee De 460 mm sarà immessa all'interno delle unità di triturazione.

In uscita da questo trattamento la frazione organica è ridotta ad una purea pompabile con un contenuto in SS di circa il 15%.

La FORSU triturata, in assenza di addizione di fase liquida, raggiunge una densità di circa 600 kg/m³ (assunta prudenzialmente pari a 700 kg/m³), rispetto ai 450 kg/m³ del valore iniziale.

Tale massa viene automaticamente integrata con frazione liquida costituita da liquame che, oltre a consentire l'idrolisi della sostanza secca e la riduzione della percentuale di SS attorno al 8-9%, costituisce inoculo di batteri al fine di accelerare il processo di degradazione biologica anaerobica.

Questa unità è costituita da un mulino a martelli (n° due unità) che funge da tritratore e separatore della FORSU; la macchina è basicamente costituita da:

- Motore elettrico con trasmissione a cinghia certificato CE.
- Corpo macchina realizzato con lamiere di acciaio di grosso spessore sabbiato e verniciate colore BLU RAL 5010
- Telaio di sostegno realizzato in profilati di acciaio sabbiato e verniciato colore BLU RAL 5010.
- Trituratori a martelli con denti rimovibili in lega di metallo (acciaio) resistente all'usura;
- Setaccio fine in acciaio ad alta resistenza all'abrasione, spessore 15 mm, con fori circolari diametro 12 mm.
- Sistema di lavaggio del setaccio interno, costituito da elettrovalvole e raccorderia necessaria al corretto funzionamento dello stesso.
- Sistema idraulico per l'apertura e l'accesso alla macchina per pulizia e manutenzione.
- Sistema di diluizione automatica della FORSU immessa con frazione liquida ; nel caso specifico si utilizzerà liquame proveniente dall'impianto di depurazione, derivato a valle delle unità di trattamento.
- Coclea spremitrice con motore 2,2 kW, 50 Hz, 400 V.
- Coclea trasporto con motore 1,5 kW, 50 Hz, 400 V.
- Motore principale potenza 75 kW, 50 Hz, 400 V.

Questa unità può trattare 20/25 t/h di FORSU con un peso specifico medio di 500 kg/m³.

Alimentando ogni unità con 64,5 t/giorno di FORSU, il tempo di lavoro risulta di 3,2 ore/ giorno.

La frazione sopravaglio 12 mm in uscita dal trattamento di triturazione verrà scaricata in un cassone posto in fregio alla macchina e smaltito come rifiuto.

Il quantitativo di FORSU umidificata con il liquame in uscita dal trattamento di triturazione, verrà quindi scaricata in due bacini contenitori in acciaio INOX AISI 304, posti nella fossa di ricezione FORSU e da questi pompato ai successivi trattamenti di separazione delle residue frazioni plastiche/ metalliche (con idrociclone) e quindi ai bacini di miscelazione e idrolisi.

11. BACINI DI RICEZIONE DELLA FORSU TRITURATA

La FORSU in uscita dal trattamento di triturazione/umidificazione verrà scaricata in due bacini di contenimento ubicati nella fossa in c.a contenente le tramogge iniziali di ricezione della FORSU.

Questi bacini, in acciaio INOX AISI 304, di forma circolare e con capienza di 4,0 m³, hanno la funzione di accogliere la materia scaricata dai mulini a martelli e di alimentare le pompe di sollevamento ai trattamenti successivi

Le dimensioni di ogni bacino sono:

-diametro 2,00 m

-altezza: 1,50 m.

Sul fondo del bacino è ubicata la condotta di scarico DN 150 che alimenta il sistema di sollevamento.

12. SOLLEVAMENTO ALL'IDROCICLONE E AI BACINI DI MISCELAZIONE/OMOGENEIZZAZIONE

La miscela FORSU + acqua di diluizione in uscita dal trattamento di triturazione nel mulino a martelli pervenuta per caduta al serbatoio in acciaio inox sarà sollevata al successivo trattamento di dissabbiatura/eliminazione della frazione pesante e quindi verrà stoccata in quattro serbatoi cilindrici verticali con funzione di accumulo e idrolisi della materia organica.

Il sollevamento verrà effettuato tramite pompe del tipo monovite, specificamente adatte al pompaggio di sospensioni dense di sostanza solida.

Prima dell'immissione nelle pompe di sollevamento, la miscela sarà immessa in un maceratore, avente la funzione di tritare e sminuzzare la componente solida per omogeneizzare ulteriormente la biomassa.

Il sistema di sollevamento dovrà garantire il sollevamento dell'intero quantitativo di miscela FORSU + liquame di idrolisi prodotto in una giornata lavorativa, cioè 220 t/g.

Assumendosi un volume di 220 m³/g e volendosi sollevare il suddetto quantitativo in un arco temporale di tre ore, il sistema di sollevamento dovrà essere in grado di pompare $220,00 : 3 = 73,3 \text{ m}^3/\text{h}$.

La potenzialità per linea sarà quindi di 36,7 m³/h.

Saranno installati due gruppi di sollevamento, ognuno costituita da:

- due unità (1 + 1R) con le seguenti caratteristiche unitarie.

- | | |
|-------------------------|---------------------------|
| • Portata | 15 ÷ 50 m ³ /h |
| • Prevalenza | 2 bar |
| • Velocità | 230 - 230 r.p.m. |
| • Potenza installata | 9,2 kW |
| • Potenza assorbita | 6,90 kW |
| • Bocca di aspirazione: | DN 150 |
| • Bocca di mandata: | DN 125 |
| • Grado di protezione: | IP 55 |

In testa ad ogni gruppo sarà installato un maceratore a coltelli.

Il maceratore, dotato di testa tritratrice a coltelli, avrà le seguenti caratteristiche.

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| • Portata | 50-100 m ³ /h |
| • Velocità | 300 - 400 r.p.m. |
| • Potenza installata | 3,0 kW |
| • Potenza assorbita | 2,8 kW |
| • Bocca di aspirazione: | DN 150 |
| • Bocca di mandata: | DN 150 |
| • Grado di protezione: | IP 55 |

13. UNITA' DI SEPARAZIONE SABBIE E PLASTICHE PESANTI CON IDROCICLONE

L'idrociclone è una unità concepita specificamente per separare in modo continuo sabbia fine, scaglie metalliche e plastiche pesanti da una corrente liquida.

La miscela liquida viene immessa in una camera cilindrica dove è soggetta ad una azione a vortice dovuta all'ingresso tangenziale.

Si produce quindi un moto a spirale nel quale le forze centrifughe spingono i materiali più pesanti verso le pareti del cilindro.

Le particelle più pesanti percorrono un percorso a spirale verso il vertice del tronco di cono e sono quindi scaricate attraverso un orifizio tangenziale nel sottostante bacino di raccolta.

L'idrociclone non è una macchina in quanto non ha componenti in movimento.

La miscela FORSU + acqua di diluizione sollevata sarà pertanto inviata a due idrocycloni aventi la funzione di separare le sabbie e le residue frazioni pesanti (metalli, plastiche) dalla FORSU da inviare alla digestione.

Sarà installato un idrociclone per linea (n° 2 unità)

Ogni unità avrà una capacità di trattamento di 25-50 m³/h (420-830 l/min), forma conica.

La frazione leggera in uscita perverrà ai successivi bacini di accumulo, miscelazione e idrolisi.

La frazione pesante separata viene scaricata dal fondo del troncocono dell'idrociclone e convogliata in un classificatore sabbie in cui si separa la frazione solida da quella liquida che viene scaricata alla linea liquami dell'impianto.

Si prevede che circa il 5% della miscela fluida in ingresso all'idrociclone si separi come materia grossolana sul fondo, pertanto circa 1,25-2,5 m³/h .

Sullo scarico di fondo di ogni idrociclone verrà installato un classificatore costituito da una tramoggia tronco conica di base e coclea ad albero cavo di estrazione del materiale pesante con diametro di 240 mm.

Il cassificatore ha una potenzialità di trattamento di 36 m³/h, una potenza installata di 0,37 kW ed è in grado di estrarre fino a 0,8 m³/h di materiale pesante.

La frazione pesante in uscita dal classificatore verrà scaricata in un cassone posto in fregio alla macchina e smaltita come rifiuto.

14. BACINI DI MISCELAZIONE/ACCUMULO E IDROLISI DELLA FORSU

La miscela FORSU + acqua di diluizione verrà stoccata in quattro serbatoi cilindrici verticali con funzione di accumulo e idrolisi della materia organica.

I serbatoi sono dotati di miscelatori verticali a doppia elica, che hanno la funzione di favorire la miscelazione acqua/FORSU e di ridurre il fenomeno di deposizione della frazione grossolana sul fondo.

Al trattamento di miscelazione/idrolisi verranno inviati ogni giorno 220 t di FORSU; nei bacini saranno inoltre conferiti 60 m³/giorno di acque di percolato e condense.

In totale quindi ai bacini perverranno 280 t/giorno di FORSU e acque.

Viene previsto di installare un volume totale pari a circa due giorni di produzione di FORSU inumidita per un totale di 560 m³ di capacità.

I bacini saranno suddivisi su due linee, dotate ciascuna di 2 bacini (4 bacini in totale).

Saranno installati quattro serbatoi verticali in acciaio INOX aventi ciascuno diametro utile di 5,50 m e altezza utile di 6,00m, per un volume unitario di 140,00 m³ e totale di 560,00 m³.

Ogni bacino sarà chiuso in sommità e l'aria sarà inviata al sistema di aspirazione dell'interno del capannone.

Su ogni serbatoio sarà installato un agitatore verticale con potenza di 1,5 kW, concepito per il funzionamento in continuo S1, con due eliche DN 2.000

L'agitatore sarà costituito da un gruppo motoriduttore ad ingranaggi con lanterna e cuscinetti albero installato all'esterno

L'albero dell'agitatore e quello del motoriduttore saranno collegati mediante flangia.

L'albero sarà dotato di tenuta a baderna.

Le eliche immerse nel digestore avranno profilo tipo SABRE o SCABA.

Albero ed eliche saranno realizzati in acciaio INOX AISI 304

15. SOLLEVAMENTO ALLA DIGESTIONE ANAEROBICA

La miscela FORSU + acqua di diluizione in uscita dal trattamento di omogeneizzazione e idrolisi sarà sollevata al successivo trattamento di digestione anaerobica costituito da due unità parallele.

Il sollevamento verrà effettuato tramite tre (2 + 1R) pompe del tipo monovite, specificamente adatte al pompaggio di sospensioni dense di sostanza solida.

Prima dell'immissione nelle pompe di sollevamento, la miscela sarà immessa in un maceratore, avente la funzione di tritare e sminuzzare la componente solida per omogeneizzare ulteriormente la biomassa.

Il sistema di sollevamento dovrà garantire il sollevamento dell'intero quantitativo di miscela FORSU + liquame prodotta in una giornata lavorativa, cioè 280 m³/g.

Dovendosi sollevare il suddetto quantitativo in un arco temporale di dodici ore, il sistema di sollevamento dovrà essere in grado di pompare $280,00 : 12 = 23,4$ m³/h.

Questa portata verrà suddivisa su due linee di digestione e quindi ad ogni linea dovranno essere conferiti 11,7 m³/h per 12 h/giorno.

Nel dimensionamento del sistema si tiene conto che in caso di manutenzione di un digestore, l'intero volume dovrà essere conferito ad un unico digestore; ciò si otterrà aumentando il tempo di sollevamento oltre le 12 ore.

Verranno installate tre unità (2 + 1R) con le seguenti caratteristiche unitarie.

- | | |
|-------------------------|--------------------------|
| • Portata | 4 ÷ 20 m ³ /h |
| • Prevalenza | 2 bar |
| • Velocità | 73 - 268 r.p.m. |
| • Potenza installata | 3,0 kW |
| • Potenza assorbita | 2,68 kW |
| • Bocca di aspirazione: | DN 80 |
| • Bocca di mandata: | DN 100 |
| • Grado di protezione: | IP 55 |

In testa alle pompe sarà installato un maceratore a coltelli.

Il maceratore, dotato di testa tritratrice a coltelli, avrà le seguenti caratteristiche.

- | | |
|-------------------------|-------------------------|
| • Portata | 20-50 m ³ /h |
| • Velocità | 500 - 1.000 r.p.m. |
| • Potenza installata | 2,2 kW |
| • Potenza assorbita | 1,8 kW |
| • Bocca di aspirazione: | DN 100 |
| • Bocca di mandata: | DN 100 |
| • Grado di protezione: | IP 55 |

16. UNITA' DI DIGESTIONE ANAEROBICA

Viene previsto di effettuare un trattamento di digestione FORSU mediante trasformazione mesofila a 35°C, realizzando due digestori da 8.170 m³ di capacità utile totale (4.085 m³/cad.).

La scelta di realizzare due digestori invece di un'unica unità viene effettuata in relazione alle esperienze effettuate in impianti simili; infatti il materiale inviato alla digestione contiene rilevanti aliquote di solidi pesanti che con il tempo tendono a depositarsi sul fondo dei digestori (nonostante i sistemi di miscelazione installati all'interno dei digestori stessi).

Ciò comporta sovente la necessità di effettuare interventi di pulizia interna ai suddetti manufatti, con conseguente messa fuori funzione dell'unità.

Realizzandosi due unità parallele, in caso di manutenzione di una di esse (che può durare anche 15 giorni), la seconda continuerà ad operare, producendo biogas e consentendo la cogenerazione; inoltre si disporrà sempre di digestato utile per il rapido riavviamento dell'unità temporaneamente messa fuori servizio.

In termini complessivi, al trattamento di digestione verranno inviati, su 310 giorni lavorativi:

- 280 m³/g di massa umida FORSU;
- 25,0 t/g di SST
- 23,75 t/g di TVS.

La biomassa in ingresso presenterà una concentrazione di SST pari al 8,9%.

Tali valori, riferiti all'intero anno solare (365 gg), risultano:

- 238 m³/g di massa umida FORSU;
- 21,23 t/g di SST
- 20,17 t/g di TVS.

Al fine di valutare la capacità di digestione della materia organica in ingresso, vengono verificati i seguenti parametri operativi.

Carico organico specifico Cv (kg SV/m³ digestore x giorno); esprime la massa di solidi volatili alimentati per unità di tempo e di volume di digestione e deve essere inferiore alla velocità massima con cui avvengono i processi di trasformazione nel digestore.

Tempo di detenzione per il trattamento mesofilo: minimo compreso tra 15 e 20 giorni :

- risulta un tempo di detenzione pari a $8.170 : 238 = 34,3$ giorni;

- carico organico specifico: ottimale non superiore a 2,6 kg TVS/m³x giorno.
- risulta pari a $20.170 : 8.170 = 2,46$ kg TVS/m³x giorno.

La verifica dei due suddetti parametri operativi consente di stimare positivamente la capacità del previsto comparto di digestione di trattare la FORSU con il processo di digestione anaerobica mesofila.

I due digestori saranno costituiti da una parte centrale cilindrica con diametro utile interno di 20,00 m , altezza utile di 14,00 m e volume utile di 4.085 m³.

Il digestore appoggia su una piattaforma circolare in c.a ed è costituito da un corpo cilindrico in lamiera di acciaio vetrificato coibentato esternamente con pannelli in polistirene dello spessore di 80 mm, rivestiti con lamierino di alluminio in modo da limitare le dispersioni termiche in condizioni medie invernali (- 5°C) a valori inferiori a 0,5 kW/m³ di digestore per giorno.

Anche la parte superiore sarà coibentata e terminerà in una cupola con diametro di 450 cm, su cui saranno alloggiati la campana di presa biogas, il gruppo motoriduttore di miscelazione, il passo d'uomo DN 600, l' arrestatore di fiamma con soprastante valvola di sicurezza antipressione/depressione.

16.1 SISTEMA DI MISCELAZIONE INTERNA DELLA BIOMASSA IN DIGESTIONE

La miscelazione della biomassa nei digestori richiede potenze abbastanza elevate, a causa dell'elevata viscosità dovuta alla concentrazione di secco nel fluido, che nel caso in oggetto oscillerà tra l'8 ed il 9%

Una miscela di questo tipo può avere una viscosità superiore di anche 5 volte rispetto all'acqua.

Nel caso della digestione di biomassa da FORSU, le dimensioni dei corpi solidi sono variabili e possono arrivare fino a 10-12 mm; in questa situazione occorre garantire una miscelazione ottimale, per evitare che si verifichi una eccessiva stratificazione della massa fluida, con perdita di efficienza del processo.

La miglior tecnica di agitazione in sospensioni ad alto tenore di solidi e caratterizzate da elevata viscosità è costituita dalla agitazione meccanica, effettuata con pale di grande diametro, capaci di rimescolare la massa viscosa anche a basso numero di giri, con potenza installata non eccessiva, ma con necessità di applicare una notevole coppia di spunto, proporzionale alla resistenza viscosa della massa sulle pale.

L'utilizzo di miscelazione della biomassa mediante insufflazione di biogas (ad esempio con lance a flusso discendente verso il basso) è applicabile nel caso di digestione di fanghi da depurazione, in un mezzo cioè a bassa viscosità, mentre nel caso in esame l'efficacia di tale sistema rende a decrescere notevolmente proprio per la limitata dimensione dei vortici turbolenti indotti dal flusso gassoso.

La massa spostata da questi sistemi deve essere notevole, con tempi di ricircolo dell'ordine di 1-2 minuti.

Nel presente progetto si prevede di installare in ogni digestore un sistema costituito da:

A) un agitatore lento con albero verticale, montato sulla cupola, dotato di tre giranti:

- una più piccola, con diametro di 2,00 m, posta in superficie, con il compito di rompere la crosta di fango e di facilitare la fuoriuscita di biogas dalla massa in digestione;

- due con diametro maggiore (4,00 m) poste una a mezza altezza ed una in corrispondenza dell'attacco del tronco di cono inferiore del digestore.

In questo modo si consentirà di mantenere in movimento la biomassa evitando eccessivi depositi, mantenendo in sospensione anche le particelle con diametro di 10 mm e riducendo i gradienti termici interni alla massa in digestione.

L'agitatore verticale avrà potenza di 11,5 kW, concepito per il funzionamento con inverter S9.

L'agitatore sarà costituito da un gruppo motoriduttore ad ingranaggi con lanterna e cuscinetti albero installato all'esterno.

Il motore sarà in esecuzione adatta all'installazione:

- conforme alla Direttiva 94/9 CE (ATEX)
- certificato Ex adatto per lavorare in zona II, per gas "G".

L'albero dell'agitatore e quello del motoriduttore saranno collegati mediante flangia.

L'albero sarà dotato di tenuta a baderna.

Le eliche immerse nel digestore avranno profilo tipo idrodinamico

Albero ed eliche saranno realizzati in acciaio INOX AISI 304.

B) Quattro miscelatori sommergibili ad elica, con motore posto all'esterno del digestore, fissi, in grado di garantire comunque una certa energia di miscelazione in caso di fuori servizio dei miscelatori interni.

Connessione flangiata.

Tenuta meccanica sostituibile dall'esterno anche con serbatoio pieno

Potenza installata: 5,0 kW/cad, 400 v, 50 Hz.

Giri minuto: 300.

Grado di protezione: IP 55.

Elica ad alto flusso, a due pale, autopulente.

La potenza totale installata ammonterà a 31,5 kW per digestore.

Il sistema complessivo di miscelazione sarà in grado di fornire una densità energetica pari a 7,8 W/m³.

I motori di comando del sistema di miscelazione saranno alimentati e gestiti tramite inverter, consentendo in questo modo di regolare l'immissione energetica e il processo.

16.2 ATTREZZATURE INSTALLATE SULLA CUPOLA DEI DIGESTORI

Oltre ai miscelatori verticali della biomassa nei digestori, sulle due cupole saranno installati i seguenti sistemi:

- passo d'uomo DN 600
- duomo (campana) estrazione biogas
- arrestatore di fiamma con soprastante valvola di sicurezza anti pressione /depressione.

La campana serve per raccogliere il gas prodotto nel comparto.

Caratteristiche costruttive

Campana di raccolta gas DN 500 mm eseguita in acciaio inox con cielo bombato e con flangia di raccordo DN 80 per collegamento della tubazione di prelevamento del biogas

- | | |
|-------------------------|---------------|
| • DN | 500 mm |
| • altezza | 1.500 mm |
| • Materiale costruttivo | INOX AISI 304 |

L'arrestatore di fiamma viene installato sulla cupola a protezione comparto raccolta gas da fenomeni di propagazione di fiamme; viene posizionato a monte della valvola di sicurezza anti pressione/depressione.

Caratteristiche costruttive

Valvola per arresto di fiamma con taglierini interni.

- | | |
|---------------------------------------|-----------------|
| • DN | 80 |
| • taglierini tagliafiamma | alluminio |
| • materiali parte interna ed esterna: | alluminio |
| • tiranti e bulloni: | acciaio zincato |

La valvola antipressione/depressione ha la funzione di protezione del comparto raccolta gas da fenomeni di eccesso di pressione o depressione

Caratteristiche costruttive

Valvola a membrana per sovrappressione e antidepressione, antiesplorazione, in esecuzione antigelo.

- | | |
|---------------------------------------|---------------------------|
| • DN | 80 |
| • pressione | 300 mm H ₂ O |
| • depressione | 25÷30 mm H ₂ O |
| • materiali parte interna ed esterna: | alluminio |
| • diaframma: | neoprene |

17. VALUTAZIONE PRODUZIONE BIOGAS NEL TRATTAMENTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA

In relazione ai parametri dimensionali suddescritti, sono da attendersi i seguenti valori di produzione di biogas nel trattamento di digestione anaerobica della FORSU.

Nel trattamento di digestione anaerobica, dati i tempi di residenza e la temperatura di processo (35°C), si prevede di ottenere la riduzione del 71,5% dei TVS, con la loro metanizzazione.

Complessivamente, in ingresso al trattamento verranno inviati 7.749 t/anno di SST, con un contenuto di 7.362 t/anno di TVS e di 387 t/anno di solidi non volatili (TNVS).

Una riduzione del 71,5% dei TVS corrisponde alla demolizione di $7.362 \times 0,715 = 5.264$ t/anno di materia organica; in uscita dal trattamento resteranno pertanto 2.098 t/anno di TVS e 387 t/anno di TNVS, per un totale di 2.485 t/anno di SST.

Dalla demolizione/metanizzazione in condizioni mesofile è da attendersi una produzione di 0,91 Nm³ di biogas per kg di SV metanizzato.

Pertanto dalla demolizione di 5.264 t/anno di TVS si prevede una produzione di $5.264 \times 0,91 = 4.790.000$ Nm³/anno (13.123,00 Nm³/giorno) di biogas.

E' prevedibile pertanto una produzione unitaria di biogas pari a 139,24 Nm³/t di FORSU ammessa al trattamento (stimata pari all'86% di quella proveniente dalla raccolta differenziata).

A puro fine statistico e di confronto con altre realtà impiantistiche simili,, la produzione di biogas per tonnellata di FORSU raccolta e inviata all'impianto (cioè al lordo del 14% che si stima verrà scartato) risulta pari a 119,75 Nm³/t.

Il biogas prodotto nel processo di digestione anaerobica sarà costituito da una miscela di CH₄ (60-70 %),oltre CO₂ (30-40 %) e altri gas in percentuale minore (H₂S 0,02-0,2, H₂, NH₄, O₂, N₂).

Disponendosi di una FORSU ottimale e priva di qualsiasi impurità si riuscirebbe ad ottenere un biogas con potere calorifico di 23.400 kJ/m³ (5.500 kCal/m³ e 6,5 kWh/m³).

Nella pratica operativa di impianti simili, stimando che il biogas contenga il 60% di CH₄, che ha un P.C.I. di 9,7 kWh/Nm³, il P.C.I. del biogas prodotto è attendibile pari a 5,82 kWh/Nm³.

Tale valore viene utilizzato nei bilanci di energia del gruppo di cogenerazione.

Risulta una produzione di energia da biogas pari a 76.376 kWh/giorno e 27.877.800 kWh/anno.

18. DIGESTATO IN USCITA DAL TRATTAMENTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA

Oltre al biogas, il secondo flusso di materia in uscita dal processo di digestione è il digestato, costituito dalla frazione solida alimentata alla digestione e non convertita in biogas né solubilizzata.

Il digestato è costituito quindi dalla frazione minerale della miscela alimentata (Solidi non volatili) e dalla frazione organica non gassificabile o non gassificata nelle condizioni di processo.

Tale prodotto è individuato nell'elenco C.E.R. con il codice 19 06 04 "Digestato prodotto dal trattamento anaerobico di rifiuti urbani" ed è classificato come rifiuto speciale (D.Lgs. n° 152/2006, Art. 184, comma 3, lett. G e Allegato D alla parte quarta).

Questo flusso di materia sarà valorizzato in agricoltura come compost, previa ulteriore stabilizzazione, igienizzazione e vagliatura.

Il materiale alimentato al processo di digestione proviene dalla selezione alla fonte della frazione organica del rifiuto e risulta quindi poco contaminato dalle frazioni indesiderabili, quali inerti, metalli e microinquinanti organici.

Tali frazioni, infatti, non subendo alcuna trasformazione significativa nel processo di digestione anaerobica, si ritrovano, più concentrate, nel digestato, compromettendo la qualità del prodotto finale.

La soluzione di invio ad un processo di stabilizzazione aerobica (compostaggio), cioè di un processo controllato di decomposizione ossidativa della sostanza organica operato da microrganismi aerobi, caratterizzato da velocità di trasformazione e da una produzione di calore tali da assicurare la distruzione dei germi patogeni, garantisce un sufficiente grado di igienizzazione del prodotto.

Nel presente progetto si prevede di effettuare un trattamento combinato di compostaggio tra il digestato essiccato e gli scarti verdi.

La produzione di ACQ (Ammendante Compostato di Qualità), prodotto compostato assimilato agli ammendanti tradizionali e dunque ammesso al libero impiego nelle attività agronomiche e in altri riutilizzi similari (ricostituzione di superfici erbose ecc..) consente la commercializzazione del prodotto ai sensi della Legge 748/84 sui fertilizzanti.

Si tratta di una Materia prima seconda (MPS) che deve rispettare le specifiche di prodotto di cui all'Allegato 1.C. della tabella 2.1 dalla Legge 748/84 e s.m.i.

Poiché il digestato proviene dalla digestione di FORSU, il compost prodotto può rientrare nella categoria ACM (Ammendante Compostato di Qualità).

In base ai parametri dimensionali suddescritti ed al rendimento di metanizzazione della sostanza volatile sono da attendersi i seguenti valori di uscita del digestato dal trattamento di digestione anaerobica della FORSU.

- portata in ingresso: $280 \text{ m}^3/\text{g}$ su $310 \text{ gg} = 86.800 \text{ m}^3/\text{anno}$
- quantità di SST in ingresso: $25,00 \text{ t/g}$, pari a 7.750 t/anno
- quantità di TVS in ingresso: $23,75 \text{ t/g}$, pari a 7.362 t/anno
- quantità di TNVS in ingresso: $1,25 \text{ t/g}$, pari a 388 t/anno
- concentrazione SS biomassa in ingresso: $8,9\%$.

A seguito del processo di digestione/metanizzazione, con riduzione del $71,5\%$ della sostanza organica volatile, il bilancio di materia in uscita dal trattamento risulta:

- portata in uscita: $262 \text{ m}^3/\text{g}$ su $310 \text{ gg} = 81.220 \text{ m}^3/\text{anno}$
- quantità di SST in uscita: $8,00 \text{ t/g}$, pari a 2.485 t/anno
- quantità di TVS in uscita: $6,77 \text{ t/g}$, pari a 2.098 t/anno
- quantità di TNVS in uscita: $1,23 \text{ t/g}$, pari a 387 t/anno
- concentrazione SS biomassa in uscita: $3,05\%$.

18.1 FABBISOGNO TERMICO PER RISCALDAMENTO IN DIGESTIONE

Per il calcolo del calore da somministrare per mantenere la biomassa all'interno dei digestori ad una temperatura di 35 gradi centigradi, si tiene conto dei seguenti dati di dimensionamento.

Il calcolo viene effettuato per un digestore.

volume di biomassa da digerire al giorno(per digestore): $140,00 \text{ m}^3$ (280.00 in tot)

superficie esterna di dispersione dei due
digestori riscaldati valutata in: $1.162,00 \text{ m}^2/\text{cad} \times 2 = 2.234,00 \text{ m}^2$

temperatura media giornaliera esterna minima: -10 gradi C

temperatura della biomassa all'interno del digestore: 35 gradi C

temperatura della biomassa all'arrivo al digestore: 10 gradi C

Il calore da somministrare al giorno è dato da:

$$Q = Q_f + Q_D,$$

dove:

Q_f : Quantità di calore per il riscaldamento della biomassa alimentata

$$Q_f = W C_{pm} (t_i - t_e)$$

In cui

$$W = \text{portata di biomassa giornaliera (m}^3\text{/g)} = 140 \text{ m}^3$$

$$C_{pm} = \text{calore specifico medio della biomassa (1,18 kW/m}^3\text{/}^\circ\text{C)}$$

$$t_i = \text{temperatura interna al digestore (35}^\circ\text{)}$$

$$t_e = \text{temperatura di entrata della biomassa (10}^\circ\text{C)}$$

Si ottiene:

$$Q_f = 4.130 \text{ kWh/g}$$

$$Q_D = K \cdot S (t_i - t_a) T \text{ - Quantità di calore per riscaldare la biomassa contenuta nel digestore}$$

in cui:

$$S = \text{superficie esterna di raffreddamento del digestore (1.162 m}^2\text{)}$$

$$t_i = \text{temperatura della biomassa nel digestore (35}^\circ\text{C)}$$

$$t_a = \text{temperatura minima dell'aria esterna (-10}^\circ\text{C)}$$

$$T = \text{ore di funzionamento giornaliero (24 h)}$$

$$K = 1 : (1/k_1 + S/C + 1/k_2)$$

$$K_1 = \text{coefficiente di trasmissione del calore per convezione tra parete ed aria}$$

$$K_2 = \text{coefficiente di trasmissione per convezione tra parete e biomassa (trascurabile rispetto a K1)}$$

$$c = \text{coefficiente di trasmissione per conduzione attraverso la parete e rivestimento di coibentazione termica}$$

s = spessore equivalente della parete

Considerato che tutta la superficie esposta all'esterno è coibentata, si assume per K il valore di 0,85.

Risulta: $QD=1.067$ kWh/g per cui nel funzionamento dell'impianto risulta di dover garantire, per ogni digestore, nel giorno annuale più freddo, una quantità di calore pari a:

$$(4.130 + 1.067) : 24 = 216,5 \text{ kWh/h (} 5.197 \text{ kWh/g).}$$

In totale, la quantità di calore massima da erogare nel giorno più freddo per garantire la digestione mesofila ammonta a $5.197 \times 2 = 10.394$ kWh/g.

18.2 SCAMBIATORI DI CALORE PER IL PROCESSO DI DIGESTIONE

La massima quantità di calore da somministrare per mantenere la biomassa all'interno dei digestori ad una temperatura di 35 gradi centigradi, nel giorno annuale più freddo, è stimata in 5.197 kWh/g per digestore.

Il sistema di riscaldamento della biomassa deve pertanto essere in grado di fornire ad ogni digestore una quantità di calore pari a $5.197 : 24 = 216,5$ kWh/h.

Considerando le perdite nel rendimento di scambio del calore e le perdite nei circuiti, viene prevista l'installazione di due scambiatori di calore (uno per digestore) della capacità unitaria di 270 kW.

Ogni unità avrà le seguenti caratteristiche:

Potenzialità	270 kW
temperatura acqua in entrata	78 °C
temperatura acqua in uscita	73 °C
temperatura digestato in entrata	30,0 °C
temperatura digestato in uscita	35,0 °C

Il fabbisogno termico per il riscaldamento del digestato sarà fornito dal sistema di scambio calore del gruppo di cogenerazione (acqua calda) costituito dallo scambiatore a piastre ubicato nel vano del cogeneratore.

Esso sarà prelevato tramite il "circuito secondario" del gruppo di cogenerazione che si origina dallo scambiatore di calore a piastre "acqua-acqua" da 650 kW ubicato nel vano del cogeneratore.

Nelle situazione di avviamento dell'impianto (o di ripartenza dopo manutenzione) il calore necessario per il ciclo di digestione anaerobica sarà fornito da un gruppo bruciatore/caldaia alimentato a biogas/metano della potenza utile di 505 kW.

Ogni scambiatore sara' attrezzato con pompe centrifughe ad asse orizzontale per il ricircolo del digestato tra lo scambiatore di calore ed il digestore anaerobico.

Le pompe (n. 3 di cui 1 in stand-by), sono dimensionate per garantire un completo riscaldamento del fango stoccato nel digestore ogni 3,5 giorni (84 ore). Con un volume stoccato di 4.100 m³ per digestore, la portata necessaria è di 48,8 m³/h. Vengono installate n. 3 unità (2 +1R) aventi ciascuna le seguenti caratteristiche:

centrifuga ad asse orizzontale

girante a vortice arretrata

portata	25,0 m ³ /h
prevalenza	9,00 m
potenza installata	3,00 kW
potenza assorbita:	2,4 kW
velocità	1.450 r.p.m.

Per la alimentazione del circuito acqua calda tra lo scambiatore a piastre del gruppo di cogenerazione e gli scambiatori a tubi concentrici del riscaldamento digestato saranno installate 3 pompe (2 + 1R) aventi ciascuna le seguenti caratteristiche:

centrifuga ad asse orizzontale

portata	30,0 m ³ /h
prevalenza	6,5 m
potenza installata	2,0 kW
potenza assorbita	0,7 kW
velocità	1.450 r.p.m.

18.3 CENTRALE PER AVVIAMENTO RISCALDAMENTO DIGESTIONE E PER INTEGRAZIONE TERMICA DEL PROCESSO DI ESSICCAMENTO

Per il riscaldamento dell'acqua necessaria in avviamento del processo di digestione per lo scambio termico con il digestato verra' utilizzata la caldaia pressurizzata automatica ad olio diatermico, necessaria per integrare l'energia termica dell'essiccatore fanghi,avente le seguenti caratteristiche:

- Portata termica 534 kW
- Potenza termica utile 465 kW
- Pressione massima esercizio 3 bar
- Rendimento utile a Pn 80/60°C 87,0 %
- Bruciatore pressurizzato con potenza termica di 464/1390 kW.

Funzionamento: modulante pressurizzato con ventilatore ad alta prevalenza, testa di combustione con regolazione ad alto rendimento.

Alimentazione: metano/biogas

Rampa bistadio gas con regolazione valvola di sicurezza, pressostato di minima pressione gas,, filtrostabilizzatore di pressione.

- Consumo metano per produzione 465 kW: 54.20 Nm³/h
- Consumo biogas per produzione 465 kW: 84.00 Nm³/h
- Portata pompa circuito olio diatermico 22,00 m³/h
- Delta termico olio diatermico 35-49 °C.

Il circuito di riscaldamento comprenderà l'installazione di uno scambiatore di calore acqua/olio da 500 kW.

Saranno inoltre installate n. 2 pompe (1 + 1R) per il ricircolo dell'acqua calda tra lo scambiatore di calore acqua/olio e e gli scambiatori di calore acqua/digestato, aventi ciascuna le seguenti caratteristiche:

centrifuga ad asse orizzontale

portata	25 m ³ /h
prevalenza	6,5 m
potenza installata	1,1 kW
potenza assorbita	0,5 kW
velocità	1.450 r.p.m.
bocca aspirazione:	DN65
bocca mandata:	DN50

La caldaia sarà in grado di avviare separatamente ed in successione i due digestori anaerobici.

La caldaia fornirà anche energia termica per integrare il fabbisogno energetico del circuito ad olio diatermico del processo di essiccamento termico del digestato e dei fanghi da depurazione, in quanto il recupero di calore dai gas di combustione del cogeneratore non è sufficiente per alimentare completamente detto ciclo termico.

19. FABBISOGNO ENERGETICO PER RISCALDAMENTO DELLA BIOMASSA

Per garantire il trattamento di digestione/metanizzazione mesofila della biomassa a 35 °C, occorre riscaldare e mantenere in temperatura la stessa mediante ricircolo in scambiatori di calore acqua/biomassa, ubicati in apposito edificio vicino ai digestori.

Il biogas viene prelevato dal gasometro.

Il fabbisogno termico per riscaldare la biomassa nei digestori è stimato pari a medi:

- 10.394 kWh/giorno nel periodo invernale più freddo, pari a 5.197 kWh/giorno per digestore e a 433,0 kWh/h totali e 216,5 kWh/h per digestore
- 8.040 kWh/giorno nel periodo intermedio, pari a 4.020 kWh/giorno per digestore e a 335,0 kWh/h totali e 167,5 kWh/h per digestore
- 4.968 kWh/giorno nel periodo estivo, pari a 2.484 kWh/giorno per digestore e a 207,0 kWh/h totali e 103,5 kWh/h per digestore

Di questo fabbisogno, circa il 25 % è necessario per sopperire alla potenza termica media dispersa dai digestori e il 75 % per riscaldare la biomassa in ingresso ai digestori.

20. DEUMIDIFICAZIONE E PURIFICAZIONE PRELIMINARE DEL BIOGAS

Il biogas prodotto nella fase di digestione è un prodotto naturale dovuto alla fermentazione di massa organica; esso pertanto contiene una notevole quantità di impurità, quali solidi trascinati col gas, condensa, H₂O, idrogeno solforato. In particolare quest'ultimo, in combinazione con l'umidità presente, può dar luogo alla produzione di acido solforico, sostanza estremamente aggressiva nei confronti delle tubazioni, della campana gasometrica, della torcia e dei motori di cogenerazione.

Il processo di digestione anaerobica è previsto che produca, a regime, 13.123 m³/g di biogas, pari a medi 546,80 m³/h e a 273,4 m³/h per digestore.

Occorre considerare che la produzione di biogas presenta usualmente forti variazioni stagionali/giornaliere, anche del 50%, per cui è buona norma dimensionare con notevole franco di sicurezza i sistemi di deumidificazione e purificazione del biogas grezzo prodotto.

Nel caso specifico si installeranno apparecchiature in grado di trattare fino a 400 m³/h per linea.

Per eliminare tali sostanze indesiderate, il biogas in uscita dai due digestori sarà sottoposto inizialmente a due fasi di trattamento successive:

- a) passaggio in filtro a graniglia che serve per la disidratazione del gas biologico e come sicurezza contro i ritorni di fiamma. Il materiale filtrante è costituito da due comparti riempiti con graniglia di quarzo con granulometria di 30-50 mm e poi di 15-30 mm.

Il filtro è costituito da un contenitore con coperchio flangiato e da un fondo sostenuto da una base centrale.

L'ingresso e l'uscita del biogas avviene tramite tronchetti flangiati.

Alla base del filtro esiste un tronchetto di scarico per la graniglia.

La base del filtro è formata da una trappola per l'acqua con sifone, in modo da poter scaricare l'acqua di condensazione del biogas.

Il filtro è dotato di due manometri in ingresso/uscita per verificare la caduta di pressione e decidere la sostituzione/lavaggio della graniglia.

Materiale di costruzione AISI 316

Portata massima gas: 400 m³/h

Superficie di filtrazione: 0,55 m²

Pressione di progetto: 50 mbar

Granulometria graniglia 1° comparto: 30-50 mm

Granulometria graniglia 2° comparto: 15-30 mm

Scarico condensa: per troppo pieno

Scarico graniglia: DN 125

Attacchi gas flangiati: DN 125

Perdita di carico a filtro pulito: 1 mbar

- b) passaggio in un filtro a candele ceramiche che serve per la filtrazione fine del gas biologico e per la separazione dell'umidità residua sfruttando la condensazione superficiale; questa apparecchiatura viene installata a valle del filtro a graniglia.

La filtrazione avviene attraverso candele ceramiche filtranti.

Dette candele sono di tipo poroso e realizzate in materiale ceramico inorganico.

Le candele sono composte da una miscela di silicati, resistente al caldo e al freddo e ai gas neutri ed acidi di ogni tipo.

Il biogas attraversa le sottili pareti porose delle candele fino all'interno delle stesse rilasciando il materiale sospeso leggero e l'umidità residua; la luce di filtrazione è di 20 microns.

Costruttivamente, i filtri ceramici sono formati da un contenitore in fasciame e da un coperchio.

Il filtro è costituito da un contenitore con coperchio flangiato e da un fondo sostenuto da una base centrale.

L'ingresso e l'uscita del biogas avvengono tramite tronchetti flangiati.

La base del filtro è formata da una trappola per l'acqua con sifone, in modo da poter scaricare l'acqua di condensazione del biogas.

Il filtro è dotato di due manometri in ingresso/uscita per verificare la caduta di pressione e decidere la sostituzione/lavaggio della graniglia.

Materiale di costruzione AISI 316

Portata massima gas: 400 m³/h

Luce di filtrazione: 20 microns

Pressione di progetto: 50 mbar

N° candele filtranti: 14

Scarico condensa: per troppo pieno

Attacchi gas flangiati: DN 120

Perdita di carico a filtro pulito: 3 mbar.

Il biogas in uscita dai trattamenti di deumidificazione/purificazione sarà inviato al gasometro e, previa desolforazione, alla cogenerazione.

21. UNITA' DI STOCCAGGIO BIOGAS (GASOMETRO)

Come detto in precedenza, la produzione stimata di biogas a regime sarà pari a 13.123,00 Nm³giorno.

Il biogas prodotto sarà stoccato in apposito gasometro da cui sarà prelevato per la produzione combinata di energia elettrica/calore (cogenerazione); in caso di eccesso di produzione rispetto all'utilizzo, il biogas sarà smaltito tramite apposita torcia ad accensione automatica.

Considerato l'utilizzo costante previsto del biogas, il volume di stoccaggio viene previsto pari a circa il 5% della produzione giornaliera, cioè pari a 800 m³.

Lo stoccaggio verrà effettuato in un accumulatore pressostatico avente le seguenti caratteristiche:

- gasometro a doppia membrana
- volume utile: 800 m³
- pressione di servizio: 20 mbar + 10%
- diametro all'equatore: 12,60 m
- altezza dell'accumulatore sul basamento: c.a 10,00 m
- diametro dell'accumulatore all'ancoraggio: 10,30 m
- temperatura massima del gas: 55 °C
- carico massimo neve: 120 kg/m²
- velocità massima del vento: 160 km/h.

La doppia membrana sarà realizzata mediante un complesso in poliestere rivestito in PVC.

Il gasometro sarà dotato di un sistema di pressurizzazione del comparto compreso tra le due membrane, tarato per una pressione di 20 mbar.

Il sistema sarà costituito da due ventilatori (1 + 1R) da 1,5 kW /cad.adatti all'installazione in zona II.

Il gasometro sarà inoltre dotato di:

- sonda ad ultrasuoni per la misura del gonfiaggio della membrana e la determinazione del volume di gas stoccato; la sonda sarà in esecuzione ATEX adatta per lavorare in zona II.
- guardia idraulica per la protezione da sovrappressione accidentale;

- valvola di registro per regolare e tarare l'uscita dell'aria nell'intercapedine tra le due membrane;
- quadro di comando per la gestione del segnale di gonfiaggio e la regolazione del gasometro su cinque soglie regolabili.

Il biogas proveniente dai due digestori anaerobici sarà immesso sul fondo del gasometro tramite una condotta in acciaio inox AISI 304 DN 150.

Il biogas che sarà inviato al gruppo di cogenerazione verrà preventivamente desolfurato.

L'eventuale biogas in eccesso sarà inviato ad un torcia di emergenza ad alta combustione di tipo automatico.

22. DESOLFORAZIONE DEL BIOGAS

La previsione progettuale prevede di utilizzare il biogas prodotto nel gruppo di cogenerazione.

Il biogas prodotto contiene quantità notevoli di idrogeno solforato (H_2S), altamente corrosivo per l'impianto di produzione energia.

A causa delle sue caratteristiche, pertanto, il biogas, già soggetto ai trattamenti preliminari di deumidificazione/purificazione, prima di essere inviato al motore di cogenerazione, sarà soggetto ad un trattamento di desolforazione.

Il biogas in uscita dai digestori è atteso presentare una concentrazione di H_2S compresa tra 1.400 e 2.500 ppm.

La concentrazione di H_2S accettabile per il motore del gruppo di cogenerazione è di 300 ppm.

Considerato che la densità in condizione normale dell' H_2S è pari $1,52 \text{ kg/Nm}^3$, la concentrazione accettabile dell' H_2S in alimentazione del motore risulta pari a $300 \times 1,52 = 456 \text{ mg/Nm}^3$.

Viene previsto di installare due unità di desolforazione operanti in parallelo della capacità di trattamento ciascuno di $350 \text{ Nm}^3/\text{h}$ e di punta di $400 \text{ Nm}^3/\text{h}$, in grado di trattare complessivamente $700 \text{ Nm}^3/\text{h}$ e in punta $800 \text{ Nm}^3/\text{h}$.

L'unità di desolforazione è costituita essenzialmente da uno stadio venturi e da uno stadio di lavaggio con soluzione basica ($NaOH$). Nello stadio venturi il biogas viene inviato in una gola venturi dove, per effetto della forte turbolenza dovuta all'alta velocità di attraversamento, viene intimamente a contatto con la soluzione di lavaggio basica, sovrassaturando il gas da desolforare e realizzando nel contempo un pre-abbattimento sia dell' H_2S che di eventuali composti solidi presenti.

Il biogas in uscita dalla sezione venturi viene inviato alla base di una colonna di lavaggio dove viene lavato in controcorrente, a bassa velocità, su un'ampia superficie di corpi di riempimento alveolari che massimizzano il contatto tra biogas e soluzione di lavaggio basica facilitando la rimozione dell' H_2S .

Il biogas in uscita dalla parte alta della colonna di lavaggio basica viene inviato ad un demister costituito da pacchi alveolari in grado di eliminare il trascinalimento della soluzione di lavaggio. La colonna di lavaggio è ubicata sopra la vasca di raccolta della soluzione di ricircolo.

Il reagente di abbattimento dell'idrogeno solforato è contenuto nella vasca di base ed è tenuto sotto controllo qualitativo e quantitativo dal dispositivo automatico di reintegro del reagente (acqua e reagente).

L'acqua si consuma per evaporazione in quanto l'aria entra nello scrubber normalmente non satura e dopo il trattamento di lavaggio esce satura di vapore.

La quantità d'acqua consumata dipende dalla umidità relativa dell'aria entrante nello scrubber: maggiore è l'umidità relativa, minore è il consumo d'acqua a temperatura costante.

L'acqua, evaporando, determina l'abbassamento del livello della soluzione acqua/reagente in vasca.

Un dispositivo di controllo del livello liquido apre l'elettrovalvola collegata alla rete idrica industriale dell'impianto e immette acqua nella vasca per ripristinare il livello.

Il dispositivo di controllo oltre al livello di lavoro gestisce anche i livelli di allarme (max livello, min livello).

Il reagente (NaOH), abbattendo gli inquinanti, si neutralizza salificandosi, con formazione principalmente di solfato di sodio e pertanto deve periodicamente essere reintegrato.

Il dispositivo per il reintegro automatico del reagente contenuto nella vasca è costituito da un pH-metro, dalla relativa pompa di reintegro e dalla sonda pH.

La sonda pH è installata in collegamento con la vasca scrubber.

Il pH-metro rileva l'acidità della soluzione acqua/reagente e mediante il set point impostato controlla la pompa di reintegro reagente.

La pompa di reintegro aspira la soluzione dal recipiente di stoccaggio del reagente concentrato e lo dosa in vasca scrubber.

I Sali risultanti dal ciclo di trattamento si accumulano in vasca disciolti nella soluzione di lavaggio e, quando la concentrazione raggiunge la saturazione, inizia la cristallizzazione.

Occorre pertanto rinnovare periodicamente il liquido in vasca.

Sulla base dell'esperienza gestionale che sarà maturata, il personale dell'impianto terrà un giornale di esercizio nel quale definirà il periodo temporale di sostituzione della soluzione.

Caratteristiche del desolforatore

Il sistema di lavaggio del biogas per la riduzione dell' H_2S è composto dalle seguenti unità:

- colonna venturi a flusso discendente con flangia ingresso biogas/ingresso soluzione di lavaggio.
- Vasca inferiore di raccolta a fondo piatto del fluido di ricircolo realizzata in AISI 316L, sulla quale è saldata la torre e l'elettropompa.
- Torre di abbattimento in AISI 316L, saldata sulla vasca di ricircolo, con tratto finale provvisto di cono di uscita flangiato per il collegamento alla tubazione uscita scrubber

- 1 Pompa in AISI 316L a norme ATEX per il ricircolo del reagente di abbattimento al venturi e alla colonna di abbattimento
- Rampa di lavaggio torre completa di ugelli spruzzatori
- Tubazioni di collegamento pompe-ugelli
- Corpi di riempimento della torre di abbattimento ad elevata superficie specifica in materiale plastico
- Demister ad alta efficienza in materiale plastico, del tipo strutturato alveolare
- Sistema di lavaggio circuito di alimentazione e scarico delle sonde a circolazione, con frequenza impostabile in funzione della concentrazione di sali nella vasca di desolforazione
- Dispositivo per il reintegro automatico dell'acqua costituito da un controllo di livello che comanda una elettrovalvola collegata alla rete idrica (con allarmi di alto e basso livello)
- Dispositivo per il reintegro automatico del reagente alcalino completo di pHmetro e pompa dosatrice PD-4 automatica di reagente
- N°il serbatoio di stoccaggio soda
- N° 1 portina antiscoppio certificata ATEX in AISI 304

Il quadro elettrico di potenza, comando e controllo, a norme ATEX, è costruito a norme CEI ed è installato a bordo scrubber.

L'impianto elettrico di ogni unità di desolforazione è costituito dal Quadro Elettrico che alimenta la pompe, gli strumenti e tutti i dispositivi di controllo dello scrubber. Il quadro è del tipo da esterni con porta trasparente e controporta interna e piastra di fondo. Su tale piastra è alloggiata la componentistica di controllo e comando necessaria (interruttore generale, teleruttori, interruttori magnetotermici di protezione, relè, timer, termostati, morsettiere, ecc.). Sulla controporta interna sono alloggiati la maniglia di azionamento dell'interruttore generale, gli interruttori, i pulsanti, ecc.

La colonna di desolforazione sarà ubicata su uno skid avente le seguenti dimensioni:

- | | | |
|--------------|-------|----|
| • Lunghezza: | 1.600 | mm |
| • Larghezza: | 1.300 | mm |
| • Altezza: | 4.500 | mm |

Vengono di seguito riportate le caratteristiche del sistema di desolforazione:

- | | |
|------------------------------|-----------|
| - N° unità: | 2 |
| • Portata massima di biogas: | 400 Nm3/h |
| • Portata di esercizio: | 350 Nm3/h |
| • Temperatura di esercizio: | ambiente |

• Temperatura di funzionamento:	5÷50 °C
• Perdita di carico:	150 mmH ₂ O
• Pressione di esercizio:	200 mmH ₂ O
• Pressione massima:	500 mmH ₂ O
• Umidità:	saturo
• Potenza elettrica installata:	9 KW
• Tensione di alimentazione:	400 V – 50 Hz – 3F
• Concentrazione max H ₂ S ingresso	4000 mg/Nm ³
• Concentrazione H ₂ S in uscita:	≤ 450 mg/Nm ³
• % di metano nel biogas:	55-70 % vol.
• Efficienza di abbattimento H ₂ S:	> 90%
• Altri inquinanti presenti:	mercaptani/solfuri, NH ₃ , organici clorurati
• Concentrazioni di inquinanti:	tracce
• DN torre lavaggio:	800
• Altezza pacchi di scambio:	160 cm
• Diametro gola venturi:	150 mm

Il sistema di controllo del desolfatore prevede un sistema di regolazione del pH costituito da un pHmetro e da una pompa di iniezione del reagente alcalino, costituito da soda. La sonda è posta all'interno di una apposita cella porta sonda di tipo autopulente che è installata a bordo dello scrubber. Il pHmetro che rileva l'acidità della soluzione di ricircolo provvede, attraverso l'azionamento di una pompa dosatrice, al mantenimento della soluzione di set-point prefissata.

Il sistema di controllo comprende inoltre il dispositivo per il reintegro automatico dell'acqua nello scrubber attraverso un controllo di livello che provvede all'apertura e chiusura dell'elettrovalvola di ingresso acqua.

Le condizioni previste all'uscita per il biogas assicurano un ottimale funzionamento per il motore di cogenerazione che ne viene alimentato, nonché per le condotte e per i relativi sistemi di scarico gas.

Come condizioni operative si è assunto:

- velocità di attraversamento del gas nella torre: 20 cm/s
- tempo di contatto gas/massa: ~8 sec

23. MISURA DI PORTATA DEL BIOGAS ALL'UTILIZZO

Si prevede di installare sulla linea che dai desolforatori conduce all'utilizzo, prima della derivazione paril gruppo di cogenerazione un misuratore di portata specificamente adatto alla misura di questo gas; un secondo misuratore di portata sarà installato sulla linea che andrà ad alimentare la centrale termica a metano/biogas di integrazione termica dell'unità di essiccamento termico.

Sarà un misuratore di portata di tipo massico che utilizza la collaudata tecnologia della dispersione termica per rilevare direttamente la misura della portata di massa.

In particolare lo strumento deve operare su portate variabili di biogas, sia nelle fasi di avviamento che dei cambiamenti stagionali quando le temperature fredde diminuiscono la produzione di biogas e quelle calde la aumentano.

Lo strumento non ha parti in movimento che si possono intasare ed è facilmente estraibile dal tubo di installazione per la pulizia occasionale.

Lo strumento è dotato di circuito di compensazione della temperatura per la calibrazione della misura di portata.

Nella condotta DN 150 che alimenta il gruppo di cogenerazione si attendono velocità del gas comprese tra 1,00 m/s e 11,00 m/s.

Caratteristiche del misuratore di portata

- campo di misura della velocità: da 0,08 m/s a 122 m/s
- esecuzione ATEX /IECE x
- misuratore di velocità: ad inserzione
- principio di misura: dispersione termica
- materiale di costruzione: acciaio INOX AISI 316 L con sensori in Hastelloy -C22
- grado di protezione: ATEX II 2GID Eexd II C T6 (IP 67)
- segnali uscita analogica: doppia uscita analogica 4-20 mA (portata e temperatura), una ad impulsi per il flusso totale;
- display digitale: LCD a due righe da 16 caratteri; il display visualizza il valore misurato e le unità ingegneristiche
- porta di comunicazione: RS-232C.

24. UNITA' DI COGENERAZIONE

Si prevede di installare una unità di cogenerazione costituita da un motore funzionante specificamente a biogas, dotato di generatore di corrente per produrre corrente alternata a 400 V.

Secondo quanto previsto dall'Art. 293 del D. Lgs. 152/2006, il biogas proveniente dalla fermentazione anaerobica metanogenica di sostanze organiche rientra tra i combustibili consentiti individuati nell'Allegato X, Parte I, Sezione 1, lettera r .

Le caratteristiche del biogas che alimenterà il motore cogenerativo rispetteranno quelle previste dall'Allegato X- Parte II - Sez. 6, ossia la prevalenza di metano(CH₄) e biossido di carbonio (CO₂) e contenuto massimo di composti solforati (H₂S) inferiore allo 0,1 %.

L'energia elettrica così prodotta sarà avviata al vettoriamento sulla rete del GSE.

Il controllo di funzionamento del gruppo di cogenerazione e delle sue apparecchiature ausiliarie sarà attuato a mezzo dei pannelli di controllo e comando installati in prossimità del gruppo.

La messa in marcia e l'arresto del gruppo potrà avvenire tramite comando manuale o automaticamente tramite segnale elettrico.

Il sistema di raffreddamento del motore durante i periodi di marcia sarà regolato automaticamente e sarà realizzato con circolazione forzata di acqua in un doppio circuito chiuso .

Gli aero-dissipatori del calore residuo saranno installati all'esterno, sul tetto dell'edificio di alloggiamento del gruppo elettrogeno.

La parte elettrica del sistema sarà costituita da:

- l' alternatore;
- l'eccitazione e la regolazione di tensione dell' alternatore;
- il controllo/comando del gruppo elettrogeno, comprendente i pannelli di potenza;
- il relativo cablaggio elettrico.

Il biogas viene alimentato al gruppo di cogenerazione da una soffiante biogas alloggiata all'interno del locale di cogenerazione.

Caratteristiche della soffiante biogas

La soffiante biogas è installata a valle dell'unità di desolforazione a lavaggio chimico ed ha il compito di comprimere il biogas da inviare al gruppo di cogenerazione.

La soffiante è del tipo a canale laterale con corpo monostadio ad asse verticale, con statore, girante e collettori in lega di alluminio e con esecuzione con anello di tenuta a doppia membrana.

La soffiante è dotata di circuito di by-pass completo di valvola di sovrappressione per riciclare in aspirazione il gas in eccesso non utilizzato al fine di consentire un campo di regolazione 0-100%.

La soffiante è dotata di un motore elettrico in esecuzione antideflagrante direttamente accoppiato al corpo macchina. Il ciclo di verniciatura della soffiante è standard. Sono di seguito riportate le principali caratteristiche della soffiante biogas:

• Fluido trattato:	Biogas da digestione
• Pressione di aspirazione:	atmosferica-20 mbar
• Pressione di mandata:	100 mbar rel.
• Portata Biogas:	500 Nm ³ /h
• H ₂ S nel Biogas:	<500 mg/Nm ³
• Potenza assorbita:	5,2 KW
• Potenza installata:	7,5 KW

24.1 DIMENSIONAMENTO DEL GRUPPO DI COGENERAZIONE

Il quantitativo totale di biogas prodotto, come detto in precedenza, ammonta a 13.123 Nm³/giorno, cioè medi 546,80 Nm³/h. Il biogas potrà variare sia in termini quantitativi di produzione (con oscillazioni del 70/130% giornaliero) che in termini qualitativi, specialmente per quanto concerne la percentuale di metano presente nel gas, che può variare dal 50% al 70%.Nel progetto si assume un P.C.I del biogas prodotto pari a 5,82 kWh/Nm³.

Si prevede di installare un gruppo di cogenerazione dimensionato per produrre 999 kW elettrici.

Si prevede di installare un gruppo di cogenerazione a biogas avente le seguenti caratteristiche :

Potenza meccanica: 1.026 kW;

Potenza elettrica al 100 % del carico: 999 kW.

Rendimento elettrico al 100 % del carico: 42,0 %.

L'unità consuma, al 100 % del carico, circa 529 Nm³/h di biogas con P.C.I. pari a 4,5 kWh/Nm³ e 409 Nm³/h di biogas con P.C.I di 5,82 kWh/Nm³. la potenza introdotta risulta pari a 2.381 kW e produce 999 kW elettrici.

Il consumo di biogas del gruppo di cogenerazione non coprirà l'intera produzione di biogas della digestione anaerobica.

Il biogas in eccesso sarà utilizzato in parte nella centrale termica con bruciatore biogas/metano necessaria per integrare il fabbisogno termico dell'unità di essiccamento termico e per avviare i processi di digestione anaerobica, in parte per riscaldare i fumi in uscita dal cogeneratore nel gruppo di postcombustione, in parte per alimentare un'ulteriore centrale termica da 300 kW con annesso gruppo di scambio termico per fornire acqua calda ad utenze terze.

L'unità di cogenerazione è configurata per produrre, oltre a massimi 999 kW elettrici, anche 610 kW termici dal blocco motore (primo stadio intercooler, circuito raffreddamento olio e raffreddamento acqua) sotto forma di acqua calda in mandata alle utenze a 85° e in ritorno dalle utenze a 65°.

Inoltre verrà riutilizzata la potenza termica disponibile recuperata dai gas di scarico raffreddati da 550 °C in uscita dal postcombustore rigenerativo a 300°C in uscita dallo scambiatore fumi/olio diatermico, pari a 375 kW.

L'energia termica recuperata dall'acqua calda del blocco motore tramite apposito scambiatore di calore acqua/acqua a piastre verrà utilizzata per riscaldare la FORSU in digestione e alimentare tramite un secondo scambiatore di calore da 300 kW, un circuito di teleriscaldamento a servizio della Città di Legnano.

La potenza termica disponibile dal recupero di calore del circuito acqua calda del cogeneratore ammonta a $610 \times 24 = 14.640$ kWh/giorno, ampiamente sufficiente a coprire il fabbisogno energetico della linea di digestione anaerobica anche nei giorni invernali più freddi (10.394 kWh/giorno).

La produzione elettrica dell'impianto è stimabile nel modo seguente:

- Produzione media di biogas ammessa al cogeneratore: $9.816 \text{ Nm}^3/\text{giorno}$
- PCI medio $5,82 \text{ kWh/Nm}^3$
- Alimentazione oraria media al gruppo: $409 \text{ Nm}^3/\text{h}$,
- Potenza elettrica prodotta dal gruppo al 100% del carico : 999 kW
- Produzione elettrica attesa: $999 \times 24 = 23.976 \text{ kWh/g}$.
- Giorni operativi del gruppo al netto del fermo per manutenzione: 357/anno
- Produzione elettrica annuale attesa su 357 gg/anno: $23.976 \times 357 = 8.559.432 \text{ kWh/anno}$.

24.2 CARATTERISTICHE DEL GRUPPO DI COGENERAZIONE

Verrà installato un gruppo di cogenerazione costituito da un motore endotermico a ciclo OTTO, alimentato a biogas, conforme alle norme ISO 3046/1, turbocompresso, con generatore per la produzione di energia elettrica del tipo sincrono trifase, della potenza elettrica di 1.710 kVA.

Il generatore ruota a 1.500 giri/min e genera corrente a 400 V, 50 Hz

Potenza meccanica: 1.026 kW

Potenza elettrica: 999 kW

Potenza termica massima circuito olio motore: 169 kW

Potenza termica massima 1° stadio intercooler: 212 kW

Potenza termica massima raffreddamento motore: 229 kW

Potenza termica massima in acqua calda: 610 kW

Potenza termica massima dai gas di scarico: 628 kW

Potenza termica dai gas di scarico raffreddati dopo postcombustore rigenerativo nello scambiatore fumi/olio: 375 kW

Rendimento elettrico a pieno carico: 42,0 %

Nel presente progetto si prevede di riutilizzare la potenza termica dei gas di scarico raffreddati a 300 °C per fornire energia termica al gruppo di essiccamento termico del digestato.

Ciò avverrà tramite uno scambiatore di calore fumi/olio (si prevede di utilizzare olio diatermico come fluido riscaldante nell'essiccatore) sui fumi esausti ed il trasferimento di olio alla temperatura di 280°C (i gas di scarico hanno una temperatura di circa 550 °C) alla sezione di essiccamento termico.

La regolazione della potenza termica ed elettrica erogata dal gruppo di cogenerazione avviene con il sistema a potenza modulante, cioè tramite un controllo elettronico che modula la potenza del motore in funzione della disponibilità di biogas prodotto dall'impianto di digestione.

Il gruppo di cogenerazione viene previsto con funzionamento completamente automatico, quindi senza interventi operativi del personale di servizio.

Per il riscaldamento della biomassa in digestione anaerobica verrà recuperata la potenza termica del primo stadio intercooler (circuito acqua raffreddamento ad alta temperatura), dell'olio (circuito acqua raffreddamento motore) e dell'acqua raffreddamento motore, mentre dovrà essere dissipata la potenza termica del secondo stadio intercooler (circuito a bassa temperatura), per una potenza termica di 47 kW.

Poiché tale potenza termica è esuberante rispetto a quella necessaria per il riscaldamento della biomassa in ogni periodo dell'anno, l'energia termica in esubero alimenterà uno scambiatore di calore da 300 kW per teleriscaldamento della Città di Legnano.

L'energia termica recuperata dai gas di scarico alimenterà il fabbisogno termico del gruppo di essiccamento termico, ma non sarà sufficiente; pertanto l'energia sarà integrata da una centrale termica a biogas/metano alimentata dal biogas in eccesso non utilizzato nel gruppo di cogenerazione

Generatore

Il generatore utilizzato per la produzione di energia elettrica sarà del tipo sincrono trifase , della potenza elettrica omologata di 1.710 kVA.

Il generatore ruota a 1.500 giri/min e genera corrente a 400 V , 50 Hz.

Una scheda elettronica a bordo del generatore regola automaticamente la tensione e l'eccitazione in funzione del cos phi desiderato.

Apposite sonde di temperatura installate negli avvolgimenti dello statore inviano al quadro di controllo un segnale di allarme nel caso vengano superate le temperature limite di esercizio.

Forma costruttiva: IMB 24

Grado di protezione: IP 23

Classe di isolamento: H

Giri : 1.500/min

Velocità di fuga: 2.250 giri/min

Potenza meccanica introdotta: 1.026 kW

Potenza attiva a cos phi 1,0 : 999 kW

Potenza attiva a cos phi 0,8 : 991 kW

Potenza apparente a cos phi 0,8: 1.239 kVA

24.3 SISTEMA IDRAULICO DI RECUPERO TERMICO/DISSIPAZIONE CALORE ACQUA MOTORE

L'impianto di cogenerazione opererà in continuo e necessità di un sistema idraulico per il raffreddamento del circuito primario, dell'olio motore e dell'intercooler.

Il sistema dei circolatori, scambiatori a piastre, valvole di intercetto, valvole di taratura, termometri, termostati, manometri e valvole termostatiche funzionerà in automatico e regolerà il riutilizzo termico o la eventuale dissipazione in funzione delle condizioni operative dell'impianto.

Il circuito primario ad alta temperatura (85°C,max 90 °C) è costituito da una pompa che farà circolare l'acqua fresca addizionata con glicole al 37 % (70 °C) in serie nel circuito olio motore, quindi (75,5 °C) nel primo stadio intercooler e quindi al circuito acqua motore.

La potenza termica di questo circuito è pari a massimi 610 kW.

Apposite valvole di regolazione e taratura consentono di regolare le portate ai valori di progetto nel circuito.

L'acqua in uscita dal motore a 85°C (max 90 °C), attraverserà una valvola a tre vie modulante che consente di ricircolare l'acqua direttamente al motore (se è sufficientemente fredda) o allo scambiatore a piastre per il recupero termico.

La valvola a tre vie sarà dotata di attuatore elettrico a 24 V.

All'uscita dello scambiatore l'acqua tornerà direttamente al motore se compatibile con la temperatura massima di 74 °C.

Se la temperatura sarà superiore a tale valore, un termostato digitale tarato sul set di massima temperatura attiverà la partenza di un ulteriore circolatore comandato ad inverter che invierà l'acqua al raffreddamento di emergenza su un elettroradiatore ubicato sul tetto del vano di alloggiamento del gruppo di cogenerazione.

L'attivazione dei ventilatori dell'elettroradiatore dissipativo sarà comandata dallo stesso termostato che attiva il circuito di raffreddamento di emergenza.

Per quanto concerne il circuito di secondo stadio intercooler a bassa temperatura (ingresso 55 °C, uscita 57,3 °C), un'ulteriore elettropompa invierà l'acqua (sempre con concentrazione di glicole al 37%) ad un secondo elettroradiatore dissipativo, ubicato a sua volta sul tetto, a fianco di quello di emergenza del circuito primario; la potenza termica massima di questo circuito è pari a 47 kW.

Una valvola a tre vie termostatica modulante permetterà di by-passare parzialmente l'elettroradiatore dissipativo in funzione della temperatura; in tal modo si riducono i tempi di transitorio durante i quali l'intercooler funzionerebbe con temperature dell'acqua troppo basse con problemi sulla carburazione del motore.

Dallo scambiatore a piastre, ubicato nel locale del gruppo di cogenerazione, si origina il circuito "secondario" che consente sia il recupero termico con il riscaldamento del digestato negli appositi scambiatori di calore a tubi concentrici, che il recupero di calore ad utenti "terzi" (teleriscaldamento per il Comune di Legnano) tramite un "terzo circuito" alimentato da un ulteriore scambiatore di calore a piastre.

Scambiatore di calore a piastre circuito primario

Il calore di cogenerazione sarà ceduto al circuito di scambio termico per il riscaldamento del digestato nonché per cessione di calore a terzi tramite uno scambiatore di calore a piastre ubicato nel vano dell'edificio cogenerazione.

Il lato “caldo” per la cessione di calore sarà alimentato dall’acqua di raffreddamento del motore, oltre olio e circuito caldo intercooler (acqua oltre 37 % di glicole).

Il lato “freddo” sarà alimentato dal circuito acqua di scambio termico per il riscaldamento digestato e per la cessione di calore a terzi.

Lo scambiatore di calore sarà del tipo a piastre e potrà essere potenziato qualora in futuro si ritenesse di incrementare la potenzialità del sistema.

Lo scambiatore a piastre è infatti costituito da una sequenza di piastre corrugate dello spessore di pochi mm, separate una dall’altra ad una distanza di 2-5 mm attraverso una guarnizione di gomma o altro materiale che garantisce la tenuta idraulica verso l’esterno e intorno ai fori di passaggio.

Ciascuna coppia di piastre delimita una camera di passaggio per il fluido caldo o per il fluido freddo, a seconda della posizione delle piastre; infatti ciascuna piastra è a contatto da un lato con il fluido caldo e dall’altro lato con il fluido freddo, in maniera alternata.

E’ possibile, pertanto, aumentare la potenzialità di scambio termico installando ulteriori coppie di piastre.

Il fluido proveniente dal motore sarà costituito da una miscela di acqua e glicole al 37%; il fluido di alimentazione del circuito secondario sarà acqua tecnologica.

La potenza termica massima del circuito primario è pari a 610 kWh.

L’unità avrà le seguenti caratteristiche:

Potenzialità	650 kW
Scambio	acqua/acqua
Portata acqua da scaldare	50,00 m ³ /h
Portata acqua di riscaldamento dal motore	29,40 m ³ /h
Temperatura acqua circuito motore in entrata	85,0 °C
Temperatura acqua circuito motore in uscita	70,0 °C
Temperatura acqua al riscaldamento digestato in uscita	78,0 °C
Temperatura acqua dal riscaldamento digest. in entrata	73,0 °C
Esecuzione: acciaio INOX AISI 304.	

Scambiatore di calore di emergenza circuito primario

Nel caso che il calore prodotto dal modulo di cogenerazione nel circuito primario non possa essere totalmente dissipato dalle utenze termiche, un circuito idraulico provvederà a inviare in toto o in parte il fluido di raffreddamento ad un elettroradiatore posto sul tetto dell'edificio di alloggiamento del gruppo di cogenerazione, avente le seguenti caratteristiche:

Potenzialità	650 kW
Scambio	acqua/aria
Tipo:	elettroradiatore a tavola
Spaziatura minima alettature:	3 mm
Portata acqua da raffreddare	29,40 m ³ /h
Temperatura acqua circuito motore in entrata (max)	90,0 °C
Temperatura acqua circuito motore in uscita	74,0 °C
Temperatura aria di riferimento:	38,0 °C
Massima perdita di carico:	0,3 bar
Rumorosità:	≤ 65 dB(A) a 10 m

Scambiatore di calore di secondo stadio intercooler

Un apposito circuito idraulico provvederà a inviare il fluido di raffreddamento del circuito a bassa temperatura dell'intercooler ad un secondo elettroradiatore posto sul tetto dell'edificio di alloggiamento del gruppo di cogenerazione, avente le seguenti caratteristiche:

Potenzialità	50 kW
Scambio	acqua/aria
Tipo:	elettroradiatore a tavola
Spaziatura minima alettature:	3 mm
Portata acqua da raffreddare	20,00 m ³ /h
Temperatura acqua circuito intercooler in entrata (max)	58,0°C
Temperatura acqua circuito motore in uscita	55,0°C
Temperatura aria di riferimento:	38,0°C
Massima perdita di carico:	0,3 bar

Rumorosità: $\leq 61 \text{ dB(A)}$ a 10 m

Il circuito idraulico sarà costituito da una pompa di ricircolo con valvola termostatica a tre vie.

24.4 RAMPA BIOGAS ALIMENTAZIONE MOTORE

Il motore di cogenerazione sarà alimentato da biogas con una pressione compresa tra 80 e 200 mbar; ciò sarà garantito da una soffiante monostadio a canale laterale.

L'azione della soffiante consentirà di deumidificare parzialmente il biogas che nel trattamento di desolforazione si sarà parzialmente umidificato.

Per la alimentazione del motore sarà installata una rampa gas atta a garantire il controllo della pressione e la sicurezza.

La rampa è dimensionata per una portata massima di $600 \text{ Nm}^3/\text{h}$ ed è così costituita:

A) unità installate all'esterno del vano di alloggiamento del cogeneratore:

- 1 valvola di intercettazione manuale a farfalla;
- 1 valvola a solenoide normalmente chiusa collegata con il sistema di rilevazione gas, alimentata a 24Vcc;

Il posizionamento all'esterno della valvola di intercettazione biogas corrisponde a quanto previsto dal D.M. Interno 13 Luglio 2011 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o ad altra macchina operatrice e di unità di cogenerazione".

B) unità installate all'interno del vano del cogeneratore:

- 1 presa di pressione gas con rubinetto a pulsante e manometro 0-200 mbar;
- 1 organo di controllo della massima pressione con pressostato 0-300 mbar;
- 2 elettrovalvole di sicurezza classe A. Tempo di chiusura $\leq 1s$.
- 1 organo di controllo della minima pressione con pressostato 0-200 mbar
- 1 giunto antivibrante flessibile in acciaio inox per collegamento con l'alimentazione del motore.

Il posizionamento di un giunto antivibrante flessibile corrisponde a quanto previsto dal D.M. Interno 13 Luglio 2011 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o ad altra macchina operatrice e di unità di cogenerazione".

Le valvole di sicurezza dovranno essere dotate di un tubo di sfogo con l'estremità posta all'esterno del locale a non meno di 1,50 m da qualsiasi apertura o presa d'aria.

24.5 SISTEMA DI RILEVAZIONE FUGHE DI GAS E ALLARME

Verranno installati due sensori di rilevazione fughe di gas all'interno del locale di alloggiamento del gruppo di cogenerazione .

Il sistema è costituito da due sensori di rilevazione metano e da una unità di controllo a due canali in grado di gestire entrambi i sensori.

I sensori, che sono installati all'interno, nella parte alta (soffitto) e bassa (parete), funzionano sulla base della combustione catalitica.

I sensori di rilevazione fughe di gas saranno collegati al PLC di comando del gruppo di cogenerazione che, nel caso di allarme, attuerà le seguenti operazioni:

- ordine di sgancio dell'interruttore di media tensione localizzato nella cabina elettrica di consegna a ENEL;
- arresto dell'unità di cogenerazione;
- chiusura della valvola a solenoide, normalmente chiusa, di intercettazione gas installata fuori dell'edificio di alloggiamento del gruppo di cogenerazione;
- attivazione di un avvisatore lampeggiante e sonoro all'esterno dell'edificio.

Tutte le operazioni saranno gestite direttamente dal PLC dell'impianto al ricevimento di un contatto in uscita dal sistema di rilevazione fughe di gas.

All'esterno del vano di alloggiamento del gruppo di cogenerazione sarà installato un pulsante di emergenza con vetro a rompere che attiverà direttamente le suddette operazioni.

24.6 SISTEMA DI SCARICO GAS, POST COMBUSTORE RIGENERATIVO E SISTEMA DI SCAMBIO CALORE FUMI/OLIO DIATERMICO

Il motore del gruppo di cogenerazione sarà dotato di impianto di postcombustione per il trattamento termico dei gas di combustione

Saranno installati giunti di compensazione assiale in acciaio INOX AISI 304, posizionati alla flangia di scarico del gruppo di cogenerazione ed in corrispondenza dei principali componenti di linea.

La temperatura massima dei gas di scarico può raggiungere i 490 °C

La condotta di scarico gas sarà coibentata mediante strato in fibra ceramica, strato in lana minerale e strato esterno in lamierino di alluminio. I materiali per l'isolamento termico delle tubazioni saranno di classe A1L di reazione al fuoco.

L'attenuazione sonora ottenibile dal sistema di scarico è pari a circa 35-38 dB(A), in grado quindi di rispettare i 65 dB(A) a 10m di distanza.

L'impianto di scarico del motore sarà quindi dotato di post combustore rigenerativo per l'abbattimento spinto del CO e degli altri idrocarburi, metanici e non metanici.

I gas in uscita dal motore, che lavora con tecnica "Lean burn" contengono al loro interno piccole quantità di monossido di carbonio e percentuali di ossigeno attorno al 10%.

I ridotti tempi di detenzione allo scarico senza post combustione non consentono al monossido di reagire completamente con l'ossigeno presente.

L'installazione di un post combustore costituito da un termoreattore con scambiatore di tipo rigenerativo, con dispositivo di scambio e camera di reazione a doppio scambio consentirà di ridurre le concentrazioni all'uscita dei CO e degli idrocarburi.

Le camere di reazione sono rivestite in materiale refrattario e coibentate esternamente.

I gas di scarico, a circa 400 – 420 °C, vengono inviati, a mezzo del dispositivo di scambio, in un primo comparto dove vengono portati a una temperatura di circa

800 °C tramite immissione di biogas con lance di combustione e con un consumo di 5-7 m³/h di biogas

L'alta temperatura trasforma in H₂O e CO₂ il CO e gli altri idrocarburi che reagiscono con l'O₂ disponibile.

Nel secondo comparto i gas di scarico cedono il proprio calore ed escono in atmosfera a circa 550-570 °C.

Un sistema di controllo automatico provvede, circa ogni 2/3 minuti, a invertire il flusso dei gas di scarico che passerà prima nella camera 2 (preriscaldata nel ciclo precedente) e poi nella camera 1.

Una valvola pneumatica provvede a regolare l'invio dei gas alla camera 1 o alla camera 2 e/o direttamente al camino.

Il sistema è dotato di un impianto di preriscaldamento mediante resistenze elettriche con potenza di circa 2 kW necessarie per portare in temperatura il sistema all'atto dell'avviamento.

L'altezza del punto di emissione sarà maggiore di 10 m dal suolo.

In relazione alla normativa regionale (D.G.R. 6 agosto 2012 n. IX/3934), il cogeneratore, dotato di impianto di post combustione, ricade tra le esclusioni di cui al punto 1.2.2.

Con la post combustione, si ottiene infatti una forte riduzione degli elementi inquinanti allo scarico, così definibili, riferiti ad un tenore volumetrico di ossigeno pari al 5%:

- Volume massimo gas di scarico (ad umido): 4.260 Nm³/h
- Emissione di NO_x (come NO₂) : ≤ 450 mg/Nm³.
- Emissione di CO : ≤ 450 mg/Nm³.
- Emissione di HCl : ≤ 10 mg/Nm³.
- COT : ≤ 150 mg/Nm³.
- Ossidi di zolfo (SO₂): ≤ 350 mg/Nm³
- Polveri totali: ≤ 10mg/Nm³ .

Il termoreattore sarà composto da:

- doppia camera di reazione;
- valvola a quattro vie per intercettazione fumi a comando pneumatico (dispositivo di scambio);
- compressore aria;

- riscaldamento elettrico con sistema di scaldiglie di riscaldamento;
- sistema di riscaldamento con lance alimentate a biogas;
- compressore biogas;
- valvole di regolazione del gas;
- doppie valvole elettromagnetiche;
- sistema di alimentazione biogas;
- tubazioni tra camera di reazione e dispositivo di scambio;
- sistema elettronico automatizzato di controllo con PLC.

In uscita dal post combustore sarà installato lo scambiatore a fascio tubero per lo scambio termico tra fumi a 500 – 550 °C e l'olio diatermico utilizzato per il riscaldamento del fluido vettore dell'unità di essiccamento termico.

Si prevede, raffreddando i fumi da 550 °C a 300°C, di recuperare energia termica al circuito olio per almeno 375 kW.-

Lo scambiatore sarà dotato di un sistema di by pass, gestito da valvole a farfalla interbloccate, che potrà parzializzare le quantità di fumi che attraversano lo scambiatore, in modo da permettere l'esclusione del recupero fumi o il suo recupero parziale.

Caratteristiche dello scambiatore di calore:

- scambiatore a fascio tubero;
- casse IN/OUT fumi: acciaio INOX 316;
- piastre tubiere: acciaio INOX 316;
- tubi: acciaio INOX 316;
- mantello: acciaio INOX 304;
- baffles: acciaio INOX 304;
- potenza nominale: 400 kW;
- fluido primario: gas scarico;
- temperatura primario IN/OUT: 450-180 °C;
- portata gas scarico umidi: 5.480 kg/h;
- perdite di carico: inferiori 15 mbar;
- fluido secondario: olio diatermico;

- portata fluido secondario: 30 m³/h;
- perdite di carico nello scambiatore : inferiori a 2,0 m.

24.7 CARATTERISTICHE DEL LOCALE DI ALLOGGIAMENTO DEL COGENERATORE

Il locale di alloggiamento del gruppo di cogenerazione sarà fuori terra, inserito nel fabbricato dell'edificio tecnologico.

L'edificio tecnologico, ad un piano, è destinato all' alloggiamento del gruppo di cogenerazione, della centrale termica di riscaldamento digestato, dei gruppi di scambio termico acqua calda/acqua , della centrale termica di riscaldamento del circuito ad olio diatermico.

Tutti i locali interni hanno altezza utile di 4,50 m.

Sulla copertura dell'edificio, in corrispondenza del gruppo di cogenerazione e del vicino locale di scambio termico, troveranno sistemazione i due scambiatori aria/acqua di raffreddamento dei circuiti del cogeneratore, il sistema di post-combustione dei gas di scarico, lo scambiatore fumi/olio diatermico per alimentare l'unità di essiccamento termico, il terminale dello scarico gas combusti ed i due cassoni insonorizzati di presa e espulsione aria del locale cogenerazione

Il locale di alloggiamento del gruppo di cogenerazione sarà costituito da un vano con dimensioni utili interne di 7,70 x 13,10 m e altezza di 4,50 m.

Il perimetro del locale è quindi di 41,60 m; due pareti, per uno sviluppo di 20,80 m confinano con uno spazio scoperto.

Pertanto il 50,0 % del perimetro confina con spazi aperti, garantendo il valore minimo del 15 % richiesto dal D.M. Interno 13 Luglio 2011 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o ad altra macchina operatrice e di unità di cogenerazione".

Le distanze tra i punti esterni dell'unità di cogenerazione e delle relative apparecchiature accessorie rispetteranno il valore minimo di 0,60 m su almeno tre lati.

Le strutture portanti avranno una resistenza al fuoco REI 120, le pareti e le porte EI 120.

Le pareti verticali ed il soffitto saranno rivestiti con pannelli fonoassorbenti, isolanti antincendio in lana di legno mineralizzata ad alta temperatura con magnesite, conforme a norme UNI 9714 M-A-T, omologati in classe 1 di reazione al fuoco, spessore 3 cm.

L'accesso al locale avverrà direttamente dall'esterno mediante una porta a doppio battente con dimensioni di 250 (L) x 320 (H), EI 120, apribile verso l'esterno.

Le aperture di aerazione, trattandosi di un gas con massa volumica riferita all'aria inferiore a 0,80 (0,55 per il biogas) e con un gruppo di cogenerazione da 1.026 kW, devono avere superficie superiore a 12,5 cm² per kW installato, cioè 1,28 m².

Saranno installati due gruppi di aerazione per una superficie totale di 2 x 3,00 m² = 6,00 m².

Immediatamente all'esterno del locale saranno posizionati due estintori portatili di tipo omologato per fuochi di classe 21-A, 113 B-C.

La segnaletica di sicurezza sarà conforme al Titolo V e Allegati da XXIV a XXXII del D. Lgs. N° 81/2008.

Il locale sarà dotato di un impianto di illuminazione di sicurezza che garantirà, anche in assenza di alimentazione di rete, un illuminamento di almeno 25 lux ad 1 m dal piano di calpestio per almeno 60 minuti.

24.8 SISTEMA DI VENTILAZIONE DEL LOCALE DEL COGENERATORE

La ventilazione del locale cogenerazione sarà garantita da 2 elettroventilatori elicoidali funzionanti a 1.450 giri/min costituiti da un tamburo in lamiera di acciaio zincato stampato completo di mensola per l'appoggio del motore di comando e da una girante pressofusa in lega leggera (alluminio).

L'esecuzione in lega leggera garantisce una esecuzione antiscintilla del sistema ventilante.

Le motorizzazioni dei ventilatori non è necessario che siano in esecuzione antideflagrante in quanto è prevista l'installazione di una valvola di intercettazione biogas all'esterno del vano motore che a motore fermo interrompe l'afflusso del combustibile e quindi eventuali perdite.

Pertanto a motore acceso la ventilazione diluisce notevolmente la concentrazione di gas proveniente da eventuali perdite, rendendo l'atmosfera interna al vano motore molto al di sotto del limite di infiammabilità del metano.

La ventilazione verrà attivata un minuto prima dell'avviamento del motore e quindi dell'apertura delle valvole di intercettazione combustibile e verrà fermata due minuti dopo lo spegnimento del motore.

La portata di ventilazione sarà pari a totali 80.000 m³/h in modo da dissipare il calore irradiato all'interno del vano motore e di limitare la temperatura all'interno dello stesso a valori inferiori a 40°C.

La ventilazione di progetto sarà inoltre in grado di garantire l'afflusso d'aria necessaria per la combustione.

La portata d'aria di ogni ventilatore sarà pari a 40.000 m³/h; il primo ventilatore si avvierà un minuto prima del motore, il secondo sarà comandato da un termostato ambiente posto nel locale.

Ogni ventilatore è in grado di immettere 12,0 m³/s di aria con densità di 1,226 kg/m³ con una pressione di 35 mbar e un assorbimento di 7,5 kW.

La rumorosità di ogni unità è di circa 83 dB(A) di picco.

I due ventilatori saranno regolati da inverter.

L'ingresso dell'aria avverrà in prossimità del generatore, per poi lambire il motore ed il sistema di scambio termico/idraulico.

L'aspirazione e l'espulsione dell'aria avverranno tramite due sistemi, ubicati all'opposto uno dall'altro, costituiti da condotti in acciaio zincato, con setti insonorizzanti in materiale ignifugo, ubicati sul tetto del vano di alloggiamento del gruppo, in grado di garantire una rumorosità esterna massima inferiore a 65 dB(A) a 10 m di distanza.

24.9 QUADRO DI COMANDO E CONTROLLO DEL COGENERATORE (QCCG)

Il quadro di controllo del cogeneratore (QCCG) prevede la fornitura di un PLC, installato nel quadro stesso, che effettua la supervisione del sistema, visualizzando ed archiviando i parametri più importanti del sistema.

Il programma di supervisione sarà organizzato in varie pagine video selezionabili mediante touch-screen

Display grafico a colori 7" tipo QVGA LCD a 8 tasti di funzione

Blocco di 10 tasti per l'inserimento di parametri.

Tasti per start e stop, scelta di schermata e funzioni particolari.

Classe di protezione IP 55 (frontale).

Il quadro di controllo del cogeneratore verrà collegato alla postazione di supervisione centrale ubicata nel locale servizi del capannone.

Sono previste le seguenti pagine grafiche.

“ Pagina allarmi”. In questa pagina vengono visualizzati gli allarmi attivi, riportando data, ora e minuti del momento di accadimento; una volta resettato l'allarme, i dati relativi vengono automaticamente spostati nell'archivio storico.

“ Pagina dati generatore”. In questa pagina sono visualizzati i principali parametri di controllo del gruppo di cogenerazione: frequenza, tensione, potenza istantanea generata, corrente, cos phi, energia parziale prodotta (contatore azzerabile dall'utente), energia totale prodotta (dal contatore fiscale installato), ore di funzionamento, numero di avviamenti, distorsione di corrente, grado di

instabilità del gruppo, pressione biogas, temperatura biogas, concentrazione CH₄, temperatura gas di scarico dei singoli cilindri. Tutti i dati suddetti verranno continuamente registrati e archiviati.

“ Pagina produzione e consumi”. In questa pagina verranno riportati i seguenti valori: energia elettrica totale prodotta (dal contatore fiscale di energia elettrica), energia elettrica parziale prodotta (misurata come differenza tra la misura del contatore fiscale e l'ultimo reset effettuato), potenza elettrica media dell'ultimo periodo (variabile in minuti), consumi totali di biogas rilevati dal contatore volumetrico), consumi parziali di biogas misurati come differenza tra il dato del contatore volumetrico e l'ultimo reset effettuato, metri cubi di gas consumati nell'ultimo periodo.

“ Pagina parametri e impostazioni”. In questa pagina vengono impostati i parametri che permettono al gruppo di modulare la potenza generata in funzione di un parametro, per esempio della produzione di biogas; pertanto il software conterrà un algoritmo che consentirà, assieme al sistema automatico di regolazione della carburazione, di adeguare la produzione di energia all'effettiva produzione di biogas, riducendo al massimo gli sprechi nella torcia di emergenza. I parametri impostati riguardano la percentuale minima per regolazione della potenza, la percentuale massima per regolazione della potenza, la percentuale massima della potenza motore, la potenza minima del motore.

“ Pagina rappresentazioni grafiche”. In questa pagina è possibile selezionare uno qualsiasi dei parametri che vengono monitorati dal PC e osservare graficamente il suo andamento nel tempo.

Il quadro di comando e controllo sarà ubicato nel locale adiacente a quello di alloggiamento del gruppo di cogenerazione, ove sono alloggiati gli scambiatori di calore acqua/digestato.

Sarà in lamiera metallica , con le seguenti dimensioni:

- Altezza: 2.200 mm
- Larghezza: 1000 mm
- Profondità: 800 mm.
- Grado di protezione IP 40

Tensione di alimentazione per gestione: 24 V DC

Tensione di alimentazione per gli ausiliari: 3 x 400/230V, 50 Hz, 16-32 A.

Collegamento alla unità centrale di calcolo via porta RS 485, uscita 4-20 mA per potenza attiva, uscita ad impulsi per l'energia attiva.

Il quadro conterrà il Selettore “ MODO DI ESERCIZIO”, con chiave di blocco, che avrà le seguenti posizioni:

- “ESCLUSO”: non è possibile alcuna messa in servizio, il gruppo funzionante viene immediatamente fermato;
- “ MANUALE”: possibilità di gestire il gruppo manualmente (avviamento-arresto); il gruppo fermo non è disponibile per l'esercizio completamente in automatico;

- “ AUTOMATICO”: funzionamento completamente automatico secondo i segnali in ingresso.

Nel quadro saranno posizionati i seguenti allarmi di blocco:

- Minima pressione olio lubrificante;
- Minimo livello olio lubrificante;
- Massimo livello olio lubrificante;
- Massima temperatura olio lubrificante;
- Minima pressione acqua refrigerante;
- Massima pressione acqua refrigerante;
- Massima temperatura acqua refrigerante;
- Sovravelocità motore;
- Emergenza/loop di sicurezza;
- Anomalia linea rampa gas;
- Disturbo avviamento/spegnimento
- Mancanza condizioni avviamento
- Mancanza condizioni di esercizio;
- Anomalia di accensione;
- Sovratemperatura miscela di combustione;
- Disturbo/i dei segnali di misura;
- Sovraccarico/caduta segnale di potenza;
- Sovraccarico generatore/cortocircuito generatore;
- Sovra/minima tensione del generatore;
- Tensione asimmetrica del generatore;
- Carico sbilanciato del generatore;
- Ritorno di potenza all'alternatore;
- Sovratemperatura avvolgimenti alternatore;
- Disturbo sincronizzazione;
- Anomalia per autodetonazione.

Segnali di allarme:

- Temperatura minima acqua refrigerante;
- Batterie CPU scariche.

Segnalazione stato di esercizio:

- Pronto per l'avviamento automatico;
- Motore in marcia;
- Interruttore del generatore chiuso.

Comandi e controlli ausiliari:

- Valvole a tre vie di regolazione della temperatura del circuito primario e della dissipazione;
- Elettropompa del circuito raffreddamento acqua motore;
- Elettropompa del circuito di raffreddamento secondo stadio intercooler;
- Elettroventilatori per la dissipazione calore secondo stadio intercooler;
- Elettroventilatori per la dissipazione di emergenza circuito acqua calda motore;
- Elettroventilatori per aerazione vano cogenerazione.

Sistema di sincronizzazione automatica rete/gruppo

Il sistema sarà composto da un selettore del modo di sincronizzazione “ Manuale – 0 – Automatico”, bloccabile con chiave e avente le seguenti caratteristiche:

- Comando tramite microprocessore programmabile;
- Selettore in “Manuale”: la selezione viene richiesta premendo il tasto per la scelta di sincronizzazione; dopo questa manovra, la sincronizzazione avviene automaticamente.
- Selettore in “Automatico”: la sincronizzazione avviene automaticamente appena i requisiti necessari sono presenti;
- Selettore in “0”: la sincronizzazione è bloccata.
- Dispositivo di sincronizzazione automatica con uscita a tre posizioni per comando del regolatore di giri elettronico, del doppio voltmetro, del doppio frequenzimetro, del sincronoscopio;
- Regolazione della tensione automatica;
- Tasto luminoso per la scelta di sincronizzazione e segnalazione della sincronizzazione in corso;
- Interruttore per il contattore generale (per chiudere/aprire manualmente il contattore generale se il selettore del modo di sincronizzazione è in posizione “Manuale”);
- Relè vari di comando.

25. PRODUZIONE ENERGETICA DELL'IMPIANTO DI COGENERAZIONE

L'impianto di cogenerazione produrrà sia energia elettrica che energia termica.

La produzione di energia elettrica da parte del gruppo di cogenerazione come verificata al punto precedente risulta :

- Alimentazione media di biogas al cogeneratore: 9.816 Nm³/giorno
- PCI medio 5,82 kWh/Nm³
- Energia in ingresso al cogeneratore: 57.129 kWh/giorno
- Rendimento produzione energia elettrica: 41,96 %.
- Produzione energia elettrica: 23.976 kWh/giorno
- Produzione energia termica da circuito acqua calda: 14.640 kWh/giorno
- Produzione energia termica da circuito fumi: 9.000 kWh/giorno
- Ore di fermata gruppo di cogenerazione per manutenzione (cambio olio, ecc): 1 fermata di 4 ore ogni 2.000 ore di funzionamento del gruppo (20 ore/anno). 1 fermata di 7 gg ogni 20.000 ore di funzionamento. Totale giorni di fermata per anno : 8.
- Giorni /anno di produzione energia: 357;
- Energia elettrica prodotta annualmente:
- 23.976 kWh/g x 357 = 8.559.432 kWh/anno.

26. IMPIANTO ELETTRICO GENERALE E SISTEMA DI MISURA

L'impianto di trattamento FORSU e cogenerazione sarà asservito ad un impianto elettrico corrispondente alla norma CEI 0-16 e soggetto ad approvazione da parte del Gestore della Rete.

L'energia prodotta in cogenerazione, al netto di quella utilizzata per l'esercizio dell'impianto, sarà ceduta al GSE

L'energia elettrica necessaria al funzionamento dell'impianto verrà prelevata tra il punto di consegna ENEL e il dispositivo di interfaccia, a media tensione, e trasformata in B.T.

L'impianto elettrico del produttore/utente ha origine dal punto di prelievo, individuato dai morsetti a cui verranno attestati i terminali delle condutture di collegamento della sezione ricevitrice sugli apparati MT dell'ENEL, nel locale di consegna di energia ubicato in una nuova cabina elettrica.

L'attuale quadro normativo prevede che il sistema di misura, installato nel punto di connessione alla rete di un impianto di produzione, effettui la misura dell'energia elettrica immessa e prelevata sul medesimo punto di misura dell'impianto stesso.

In base alle suddette norme, ENEL è responsabile della rilevazione e registrazione dell'energia immessa o prelevata dalla rete, nonché della eventuale ricostruzione delle misure in caso di malfunzionamento del misuratore.

Nel caso specifico, il Produttore è responsabile dell'installazione e della manutenzione del sistema di misura dell'energia immessa; è possibile che il Produttore chieda ad ENEL di effettuare tale servizio, stipulando apposita convenzione.

Lo schema di connessione prevede pertanto l'installazione di tre contatori di energia:

-il contatore M1, installato nel locale misure, che registra il quantitativo di energia immessa e prelevata;

-il contatore M2, installato a monte del trasformatore 15/0,4 kV da 1600 kVA, che registra il quantitativo di energia prodotta dal gruppo di cogenerazione.

-il contatore M3, installato a monte del trasformatore 15/0,4 kV da 1.000 kVA, che registra il quantitativo di energia consumata nel ciclo produttivo.

Il sistema di misura deve essere dotato di certificazione di taratura fiscale e deve assicurare la conformità ai requisiti della Norma CEI 0-16 e di quelli riportati nella "Guida per le connessioni alla rete elettrica di ENEL distribuzione", Dicembre 2011, punto H.2.1.2.

27. CABINA DI FORNITURA ENERGIA ELETTRICA

Per la fornitura/cessione di energia elettrica sarà presentata domanda al Gestore della rete (ENEL)

Esso presenterà preventivo per la connessione, redatto dal Gestore secondo la Soluzione Tecnica Minima Generale per la Connessione (STMG) in base alle disposizioni delle delibere AEEG ARG/elt 99/07, ARG/elt 187/11 e s.m.i.

La cabina di arrivo ENEL sarà realizzata lungo la viabilità di accesso all'impianto, prima del cancello di ingresso, in modo che sia raggiungibile dal personale ENEL senza dover entrare nello stesso.

La nuova cabina sarà costituita da una cabina prefabbricata che conterrà sia il locale arrivo ENEL che il locale misure e il locale di interconnessione (locale utente).

La cabina sarà costituita da un manufatto prefabbricato in cemento armato vibrato monoblocco autoportante.

La cabina di ricezione sarà costituita da tre vani:

- locale di consegna;
- locale di misura
- locale utente.

Il locale di consegna di energia ed il locale di misura saranno costruiti dall'utente secondo le prescrizioni del Gestore della rete.

Ai locali "consegna" e "misure" hanno accesso gli operatori del Gestore direttamente dall'esterno, tramite porte unificate ENEL, fornite ed installate dall'utente con serratura fornita dal Gestore.

Il locale di consegna dell'energia è di uso esclusivo del Gestore che vi installerà le proprie apparecchiature di manovra e sezionamento.

Esso sarà costituito da un locale con dimensioni interne di 3,70 x 3,70 m e altezza interna di 2,50 m.

L'accesso avverrà tramite porta a due battenti in vetroresina con luce netta di 120 x 215 conforme alla specifica ENEL DS 919, con serrature unificate ENEL DS 988.

Il locale sarà dotato di aeratore in vetroresina basso con dimensioni di 122 x 50, conforme alla specifica ENEL DS 927.

Il locale di misura dell'energia accoglie il gruppo di misura; è previsto che vi sia installato un contatore bidirezionale (M1) collegato ai TV e TA di misura posti nel locale utente; a questo locale ha accesso anche l'utente tramite una propria entrata di servizio.

Esso sarà costituito da un locale con dimensioni interne di 1,20 x 3,70 m e altezza utile interna di 2,50 m.

L'accesso avverrà dal lato strada tramite porta ad un battente in vetroresina con luce netta di 60 x 215 conforme alla specifica ENEL DS 919, con serrature unificate ENEL DS 988.

Dal lato interno dell'impianto l'accesso avverrà con porta di identiche dimensioni, in lamiera di acciaio zincata e preverniciata, dotata di serratura.

Il locale utente sarà completamente allestito dall'utente, compreso il cavo di collegamento tra il dispositivo di protezione generale (che deve avere caratteristiche conformi alle richieste del Gestore) e il punto di consegna dell'energia posto nel locale di consegna.

Esso sarà costituito da un locale con dimensioni interne di 2,40 x 3,70 m e altezza interna di 2,50 m.

L'accesso avverrà tramite porta a due battenti in acciaio zincato e preverniciato con luce netta di 120 x 215, dotata di serratura.

Il locale sarà dotato di aeratore in vetroresina basso con dimensioni di 122 x 50, conforme alla specifica ENEL DS 927.

Nel locale utente sarà installata la cella MT generale, dotata di sezionatore manovrabile e di interruttore generale di protezione.

Dalla cella MT generale si alimenta il comparto trasformazione MT/BT, alloggiato nel capannone, in un apposito locale.

Il collegamento tra il punto di consegna e la cella MT nella nuova cabina sarà realizzato mediante tre cavi unipolari, sezione 3 x 1 x 95 mm², tipo RG7H1R (tensione nominale 20 kV, conduttore in rame stagnato, isolamento in gomma G7, guaina in PVC di colore rosso, schermo concentrico in fili di rame), con giunzioni in resina iniettata.

Si prevede che l'alimentazione elettrica dell'impianto venga fornita dal Gestore in media tensione con le seguenti caratteristiche:

- Tensione: 20 kV
- Corrente di corto circuito nel punto di consegna: 20 kA
- Corrente massima di terra: 250 A
- Tempo di intervento delle protezioni: 0,6 s

La fornitura avverrà a cura del Gestore, in cavo nel locale di consegna proveniente dalla vicina cabina "alta" già esistente.

In apposito edificio posto a fianco del capannone di ricezione del verde sarà realizzata la cabina di trasformazione alloggiante sia il trasformatore da 1.600 kVA del generatore che il trasformatore da 1.000 kVA per le utenze BT dell'impianto.

L'impianto MT di competenza dell'utente, è costituito da:

- cavo di collegamento tra il punto di consegna e la cella di arrivo MT
- scomparto di arrivo MT
- scomparto di protezione generale
- cavi di collegamento protezione generale-trasformatore MT
- trasformatore MT/BT e box di protezione
- scomparto di protezione lato BT

28. SISTEMA DI CESSIONE ENERGIA AL GESTORE

L'energia elettrica prodotta dal gruppo di cogenerazione sarà trasformata da bassa tensione (400V) a media tensione (15.000V) tramite un trasformatore trifase in resina, con potenza di 1.600 kVA, tipo TEP –B, con classe E2 C2 F1.

Nel locale trasformazione saranno installati un quadro generale di potenza BT (QGBT), un trasformatore elevatore MT/BT e un quadro generale MT in consegna al Gestore.

28.1 MISURA DELL'ENERGIA PRODOTTA ED IMMESSA IN RETE

Si prevede di stipulare con il Gestore (ENEL Distribuzione Spa) un contratto per per il servizio di misura dell'energia prodotta ed immessa in rete.

A tal fine ENEL installerà nel locale Misure della cabina di consegna un contatore bidirezionale (M1) collegato ai TV(trasformatori di tensione, secondo ENEL DY 4141) e TA (trasformatori di corrente, secondo ENEL DY 4131)) di misura posti nel vano di consegna utente .

Un secondo contatore (M2) sarà installato sul lato secondario del trasformatore di elevazione da 1.600 kVA del gruppo di cogenerazione.

Un terzo contatore (M3) sarà invece installato sul lato secondario del trasformatore da 1.000 kVA.

28.2 QUADRO GENERALE MT

Il sistema di trasformazione sarà attrezzato con quadro generale MT conforme alle regole di connessione alla rete di cui alla Norma CEI 0-16

Il quadro MT sarà realizzato mediante armadio in carpenteria di ferro ribordata, pressopiegata, struttura portante spessore 25/10 mm, pannello chiusura 20/10 e 15/10 mm.

Oblò frontale in materiale trasparente per consentire l'ispezione visiva delle apparecchiature interne (sezionatori rotativi, sezionatori di terra, interruttori, fusibili ecc)

Porta frontale interbloccata meccanicamente con le manovre.

Tensione nominale. 20 kV.

Tensione d'esercizio: 15 kV.

Frequenza d'esercizio: 50 Hz

N° fasi: 3

Durata nominale del corto circuito: 1s

Tensione nominale degli ausiliari: 230 V

Dimensioni: larghezza ca. 1.200 mm, profondità ca 1.300 mm, altezza ca 2200 mm

L'armadio che comprende un sezionatore di linea M.T., un interruttore SF6 sottovuoto, un sezionatore di terra e un relè di protezione risulta così composto.

- Scomparto "F/P-C" interruttore arrivo dal basso completo di:
 - Sezionatore rotativo a vuoto 24 kV 630 A 16kA;
 - Blocco chiave con chiave estraibile a linea chiusa interbloccata con la chiave dell'FS6;
 - Scomparto "F/P-C" in esecuzione sbullonabile –Interruttore.
 - Sezionatore linea-terra.

Interruttore in SF6 sottovuoto quadripolare con bobina di sgancio; l'interruttore sarà corredato di un relè elettronico (SPG) di protezione di massima corrente, cortocircuito, massima corrente omopolare e direzionale di terra conforme alle perescrizioni CEI 0-16 e alla "Guida per le connessioni alla rete elettrica di ENEL distribuzione" completo di data logger.

- Blocco porta.
- Sistema di sbarre e circuito di terra.
- N° 2 blocchi chiave su comando linea e comando terre
- n° 3 riduttori di tensione in resina epossidica del tipo fase/terra TV 20.000 V/100 rad 3 + 3 PT 100 Ohm (doppio secondario) secondo norme Cei 0-16 e alla "Guida per le connessioni alla rete elettrica di ENEL distribuzione" per l'invio dei segnali alla protezione del dispositivo di protezione generale PG e alla protezione dell'interfaccia PI.
- Pannello omologato per autoproduttori tipo Thitronic NV 10 (CEI 0-16)
- Bobina di minima tensione 220V
- Terna cavi di media tensione di collegamento.
- Kit accessori a completamento cabina costituito da cartelli monitori ,porta schemi e pedana.
- Pulsante sgancio sottovetro esterno.

28.3 QUADRO GENERALE DI POTENZA COGENERAZIONE QGBT

In uscita dai morsetti del generatore sincrono vi è il quadro QCCG di comando e controllo del gruppo di cogenerazione con installato l'interruttore magnetotermico di protezione (DPG).

Il quadro generale di potenza QGBT sarà localizzato nel locale trasformazione nel capannone.

A tale quadro è demandata anche la funzione di interfaccia (DDI) su cui agisce la relativa protezione (PI) con rinalzo sull'interruttore DPG.

Il quadro generale QGBT (che riceve l'alimentazione dal gruppo di cogenerazione) sarà marcato CE dal costruttore dopo averne effettuato le prove in conformità alla norma CEI EN 60439-1.

Avrà le seguenti caratteristiche:

- tensione di esercizio: 400 V
- corrente nominale nelle sbarre: 630 A
- corrente di corto circuito: 25 kA
- frequenza: 50 Hz
- tensione ausiliaria: 230 V
- sistema di neutro: TN-C
- sbarre: 3F
- costruzione in lamiera di ferro verniciata in colore RAL 9001
- forma di segregazione: 2
- grado di protezione esterno: IP 31
- grado di protezione interno: IP 20
- larghezza del quadro: ca 800 mm
- altezza del quadro: ca 2200 mm
- profondità del quadro: ca.600 mm.

Nella colonna centrale sarà installato il dispositivo di interfaccia costituito da un interruttore magnetotermico tripolare motorizzato posto come interruttore di protezione del generatore (protezione attiva contro sovraccarico e cortocircuito) avente anche la funzione di protezione del secondario del trasformatore da corto circuito e di sezionamento visualizzato dell'intero impianto di produzione.

Il dispositivo di interfaccia sarà equipaggiato con una bobina di minima tensione (24 V) comandata da apposito organo di protezione che provvede a sconnettere e fermare l'impianto di cogenerazione in caso di anomalia dei parametri o di mancanza della rete MT.

Entrambi i dispositivi saranno conformi alla Norma CEI 0-16; il dispositivo di interfaccia viene tarato per proteggere l'impianto di cogenerazione dal cortocircuito e la protezione di interfaccia sarà tarata secondo i parametri richiesti da ENEL per proteggere la rete di interconnessione.

Al ritorno della rete MT o al suo rientro nei parametri normali, la protezione di interfaccia si ripristinerà automaticamente e comanderà la richiusura del dispositivo di interfaccia .

Il funzionamento delle sequenze di sincronismo del generatore con la rete a monte e le specifiche funzionalità di comando e protezione delle relative apparecchiature periferiche sono garantite dal Quadro di comando QCCG del generatore.

Il quadro sarà dotato di sbarre collettrici in rame a 4 poli (L1,L2, L3, N)

Sulle sbarre che collegano l'interruttore motorizzato di interfaccia alla sbarra verticale di parallelo degli interruttori magnetotermici tripolari di protezione dal cortocircuito e di sezionamento lato AC del cogeneratore sono installati 3 riduttori di corrente TA 1500/5° e le prese di tensione del contatore di produzione M2 teleleggibile a distanza conforme alla Direttiva MID, alle prescrizioni ENEL e certificato UTF al fine di contabilizzare l'energia elettrica prodotta dall'impianto di cogenerazione.

28.4 TRASFORMATORE/ELEVATORE MT/BT

Il trasformatore elevatore MT/BT 0,4/15 kV sarà dimensionato in accordo alle norme CEI 14-8/IEC 726

Potenza nominale: 1.600 kVA

Classe 24kV

Il trasformatore sarà con gruppo di collegamento Dyn 11(stella/triangolo con neutro accessibile).

Dimensioni: ca 1.750 mm L_u, 1.000 L_a, 2.200 mm H.

Completo di 2 terminali di messa a terra, golfari di sollevamento, targa dati, ganci di traino, 4 ruote orientabili, prese di regolazione lato MT a mezzo barretta di commutazione da manovrare fuori tensione.

Dotato di 3 sonde termometriche PT 100 installate sugli avvolgimenti BT (una per colonna) e 1 sul nucleo.

Gruppo 11, collegamento Dyn 11.

Vcc a 75°C: 6%.

Corrente a vuoto: 0,9 %

Regolazione MT: +- 2 x 2,5 %

Perdite a vuoto: 3.100 W

Rendimento a 4/4 del carico cos phi 1 = 1: 98,82 %

Rendimento a ¾ del carico cos phi 1: 99,00 %

Grado di protezione: IP 31

Pressione acustica ad 1 m: 68 dB(A)

Il trasformatore ha una potenza superiore a quella strettamente necessaria per l'impianto di cogenerazione e ciò anche al fine di ridurre le perdite di carico rispetto a quelle nominali in quanto esse dipendono dal quadrato della corrente di impiego del trasformatore.

Nel quadro MT di consegna a ENEL, collegato al secondario del trasformatore, è installato il quadro di rifasamento a vuoto del trasformatore stesso, composto da un condensatore statico trifase da 65 kVar a 415 V in polipropilene e da un sezionatore sottocarico con fusibili, alloggiato in cassetta metallica.

Il trasformatore sarà dotato di centralina termometrica con:

- visualizzazione della temperatura delle tre fasi e del nucleo

- determinazione del "set point" d'allarme e sgancio
- contatto ausiliario per l'azionamento di ventilatori di raffreddamento

Sarà alloggiato nel locale trasformatori e segregato con armadio metallico con grado di protezione IP 21.

L'armadio metallico sarà in acciaio zincato con fori aventi luce inferiore a 6 cm e sarà completo di porta di accesso con serratura tipo AREL per eventuali manutenzioni; l'apertura di tale porta potrà avvenire con giro chiavi solo dopo lo sgancio dalla rete pubblica e dal gruppo di generazione.

28.5 SCOMPARTO ALIMENTAZIONE IMPIANTO

L'impianto sarà alimentato da una unità di trasformazione MT/BT della potenza di 1.000 kVA, con quadro di distribuzione alle utenze in BT tipo MCC

Lo scomparto arrivo linea MT alla trasformazione sarà costituito da struttura in carpenteria metallica in lamiera di ferro ribordata per unità di arrivo linea e risalita sbarre dal basso.

- Cavo alimentazione tipo RG7H1R 12/20 kV, tripolari
- Cella interruttore generale e Cella protezione trasformatore contenenti:
- Sezionatore rotativo a vuoto con:
- tensione nominale: 24 kV
- tensione di esercizio : 24 kV
- tensione di prova ad un minuto:50 kV
- corrente nominale sbarre ed apparecchiatura: 400 A- 630 A
- corrente termica per 1° semiperiodo: 31,5-40,0 kA
- Risalita con sezionatore di messa a terra con:
- 400 A,
- tensione nominale: 24 kV

completi di relativi interblocchi.

Lo scomparto protezione generale M.T.sarà costituito da:

- Interruttore in esfluoruro di zolfo;

- tensione nominale: 24 kV
- tensione di esercizio fino a 24 kV
- corrente nominale: 630 A
- corrente termica per 1": 31,5- 40 kA
- Sezionatore di messa a terra con:
- tensione nominale: 24 kV
- corrente termica per 1 " : 32 kA
- Fusibile di protezione FUSARC In 50 A

L'interruttore sarà equipaggiato con:

- comando elettrico N.A. e N.C.
- relè di massima corrente a tempo indipendente a due soglie trifase
- riduttore di corrente toroidale a nucleo chiuso.

Il quadro sarà dotato di lampade di presenza tensione.

Il cavo di collegamento tra lo scomparto di protezione generale e il trasformatore MT/BT, lato MT, sarà realizzato mediante tre cavi unipolari, tipo RG7H1R (tensione nominale 20 kV, conduttore in rame stagnato, isolamento in gomma G7, schermo concentrico in fili di rame), con giunzioni in resina iniettata.

28.6 TRASFORMATORE MT/BT

Il trasformatore riduttore MT/BT 15/0,4 kV sarà dimensionato in accordo alle norme CEI 14-8/IEC 726

Potenza nominale: 1.000 kVA

Classe 24 kV

Sarà classificato F1-E2-C2 (autoestinguente con bassa emissione di fumi F1, resistente alle variazioni climatiche C2, resistente all'umidità e all'inquinamento atmosferico E2).

Il trasformatore sarà con gruppo di collegamento Dyn 11(stella/triangolo con neutro accessibile).

Dimensioni: ca 1.650 mm L_u, 1.00 L_a, 1.900 mm H.

Completo di 2 terminali di messa a terra, golfari di sollevamento, targa dati, ganci di traino, 4 ruote orientabili, prese di regolazione lato MT a mezzo barretta di commutazione da manovrare fuori tensione.

Dotato di 3 sonde termometriche PT 100 installate sugli avvolgimenti BT (una per colonna) e 1 sul nucleo.

Gruppo 11, collegamento Dyn 11.

Vcc a 75°C: 6%.

Corrente a vuoto: 1,0 %

Regolazione MT: $\pm 2 \times 2,5$ %

Perdite a vuoto. 2.300 W

Rendimento a 4/4 del carico $\cos \phi 1 = 1$: 98,69 %

Rendimento a 3/4 del carico $\cos \phi 1$: 98,88 %

Grado di protezione: IP 31

Pressione acustica ad 1 m: 65 dB(A)

Il trasformatore sarà dotato di centralina termometrica con:

- visualizzazione della temperatura delle tre fasi e del nucleo
- determinazione del "set point" d'allarme e sgancio
- contatto ausiliario per l'azionamento di ventilatori di raffreddamento

Il trasformatore sarà dotato di unità di rifasamento fisso della potenzialità di 40 kVAR

Sarà alloggiato nel vano trasformatori e segregato con rete metallica zincata con grado di protezione IP 21.

La rete metallica sarà in acciaio zincato con fori aventi luce inferiore a 6 cm e sarà completa di porta di accesso con serratura tipo AREL per eventuali manutenzioni; l'apertura di tale porta potrà avvenire con giro chiavi solo dopo lo sgancio dalla rete pubblica e dal gruppo di generazione.

28.7 QUADRO GENERALE BT ALLA DISTRIBUZIONE

Il quadro generale di distribuzione B.T sarà sia del tipo M.C.C, a cassette fissi, realizzato con lamiera pressopiegata con forature modulari per la costruzione delle varie celle, per la alimentazione diretta della macchine, che da quadri, sempre in lamiera pressopiegata, con porta anteriore costituita da cornice in

alluminio verniciato e lastre di vetro di sicurezza, contenenti gli interruttori e le protezioni per la alimentazione dei quadri elettrici locali distribuiti nell'impianto e dei circuiti di servizio.

Il quadro B.T.di distribuzione sarà costituito da:

- arrivo linea da trasformatore lato B.T., cavo FG7 x 3, con interruttore/sezionatore generale, completo di accessori, misure Amp e Volt,
- unità di rifasamento automatico ;
- sezione alimentazione ai quadri locali di potenza,, composta indicativamente da:
- interruttori magnetotermici/differenziali per l'alimentazione dei quadri di potenza locali,
- interruttori magnetotermici per alimentazione diretta di motori,
- interruttori magnetotermici/differenziali per alimentazione di circuiti di servizio tra cui:
- sezione luci esterne
- sezione prese F.E.M capannoni
- sezione pesa
- impianti ausiliari
- riserve

28.8 COLLEGAMENTI ELETTRICI

I collegamenti elettrici tra il gruppo di cogenerazione (quadro di comando) e il quadro generale BT di potenza saranno eseguiti con cavi tripolari FG7OR x3.

I collegamenti tra il quadro generale BT di potenza ed il trasformatore elevatore MT/BT, lato BT, saranno eseguiti con cavi unipolari FG7R + cavo NO7V-K 1 x 50 mm² PEN.

I collegamenti tra il trasformatore elevatore MT/BT, lato MT ed il suo quadro MT saranno eseguiti con cavo tripolare RG7H1R12/20 kV x3 posato in cavidotto interrato.

I collegamenti tra la cella MT e il punto di consegna ENEL saranno eseguiti con cavo tripolare RG7 H1 R12/20 kV con terminazione per interno ed esterno, posato nelle canalette di fondazione della cabina di ricezione.

Un conduttore di protezione e neutro PEN in cavo NO7V-K 1x 50 mm² giallo/verde nastrato e blu chiaro alle estremità sarà installato per collegare a terra il centro stella del trasformatore MT/BT, lato BT.

28.9 IMPIANTO DI TERRA

Gli impianti di terra a servizio della cabina di ricezione MT e di trasformazione MT/BT devono disperdere a terra le correnti di guasto in media tensione.

L'impianto dovrà assicurare il rispetto dei limiti delle tensioni di passo e di contatto previsti dalla Norma CEI 11-1.

Il dimensionamento dell'impianto di terra verrà effettuato in fase esecutiva in base alla norma suddetta; verrà pertanto richiesto ad ENEL di fornire i dati per effettuare il calcolo (corrente di guasto a terra sulla rete MT di alimentazione e tempo di eliminazione del guasto a terra da parte delle protezioni ENEL).

A livello del presente progetto definitivo ed in base all'esperienza già maturata nel territorio in oggetto, si prevede quanto segue.

L'impianto è composto da un anello perimetrale in rame nudo da 35 mm² posato nello scavo della fondazione della cabina ad una profondità di circa 50 cm.

L'anello perimetrale sarà collegato a 4 dispersori di terra , in acciaio dolce zincato, spessore minimo del tubo 2mm, della lunghezza di 1.500 mm, con bandiera per l'allacciamento dei conduttori, alloggiati in pozzetti in cls delle dimensioni interne di 40 x 40 x 40 cm.

L'impianto di terra dalla cabina MT di ricezione ENEL e di trasformazione MT/BT sono interconnessi tra loro attraverso gli schermi in rame dei cavi MT aventi ciascuno una sezione non inferiore a 16 mm² per fase per una sezione totale equivalente non inferiore a 50 mm² per ciascun cavo tripolare.

Prima di mettere in servizio la connessione alla rete MT sarà effettuata la verifica dell'impianto di terra in base ai dati della corrente di guasto monofase a terra e del tempo di eliminazione dello stesso forniti da ENEL e sarà consegnata a ENEL copia delle dichiarazioni di conformità rilasciata dall'installatore ai sensi del D.M. 22/10/2008, n° 37.

29. PRODUZIONE DI CALORE DELL'IMPIANTO DI COGENERAZIONE

Come produzione di calore del gruppo di cogenerazione viene stato stimato il recupero di calore dal radiatore olio , dal primo stadio intercooler, dall'acqua di raffreddamento, dai gas di scarico ma non dal circuito a bassa temperatura del secondo stadio intercooler.

Risulta la seguente potenza termica da riutilizzare (e, nel caso di non riutilizzo, da dissipare):

- circuito olio: 169 kW;
- circuito primo stadio intercooler: 212 kW;
- circuito raffreddamento motore: 229 kW
- totale: 610 kW.

E' previsto inoltre di riutilizzare la potenza termica dei gas di scarico (375 kW con recupero di calore con raffreddamento da 550 °C a 300 °C) per riscaldare l'olio diatermico del ciclo di essiccamento del digestato.

La potenza termica del circuito a bassa temperatura (55,0-57,3 °C) del secondo stadio intercooler, pari a 47 kW, verrà smaltita mediante apposito circuito di raffreddamento con scambiatore di calore posizionato sulla copertura del vano cogenerazione e circuito di circolazione acqua/glicole con portata di 20 m³/h.

Con una produzione di 610 kW termici dal blocco motore, la potenzialità termica disponibile ammonta a 14.640 kWh/giorno.

Con una produzione di 375 kW termici da gas di scarico raffreddati a 300 °C, la potenzialità termica disponibile ammonta a 9.000 kWh/giorno.

Stimando 357 giorno anno di produzione di energia termica, il totale annuo risulta pari a :

- $14.640 \times 357 = 5.226.480$ kWh/anno da acqua calda.
- $9.000 \times 357 = 3.213.000$ kWh/anno da raffreddamento gas di scarico.

30. BILANCIO ENERGETICO DEL PROCESSO

Dai dati di processo soprariportati può essere definito il seguente bilancio di energia.

Alla voce “produzione di calore riutilizzata dal gruppo di cogenerazione” è stato stimato il recupero di calore dal radiatore olio, dall’acqua di raffreddamento e dal primo stadio intercooler, dai gas di scarico raffreddati a 180 °C ma non dal secondo stadio dell’intercooler.

Risulta il seguente quadro energetico:

PRODUZIONE BIOGAS:	13.123 Nm ³ /g	
P.C.I BIOGAS:	5,82 kWh/Nm ³	
ENERGIA BIOGAS:	76.375,8 kWh/g	
CONSUMO BIOGAS COGENERATORE (VOL)	9.816 Nm ³ /g	
CONSUMO BIOGAS COGENERATORE (ENERG)	57.129 kWh/g	
CONSUMO BIOGAS CALDAIA CICLO ESSICC (VOL)	2016Nm ³ /giorno	
CONSUMO BIOGAS CALDAIA CICLO ESSICC (EN)	11733 kWh/g	
CONSUMO BIOGAS CALDAIA TELERISC. (VOL)	1291Nm ³ /g	
CONSUMO BIOGAS CALDAIA TELERISC. (EN)	7.513,8 kWh/g	
PRODUZIONE DI CALORE RIUTILIZZATA COGENERAZIONE CIRCUITO H2O	DAL GRUPPO DI 14.640 kWh/g	
CONSUMO MAX PER RISCALDAMENTO DIGESTIONE:	10.392 kWh/g	
CONSUMO INTERM PER RISCALDAMENTO DIGESTIONE:	8.040 kWh/g	
CONSUMO MIN PER RISCALDAMENTO DIGESTIONE:	4.968 kWh/g	
DELTA TERMICO MIN RISC. DIGESTIONE	4.248 kWh/g	
DELTA TERMICO INTERM RISC. DIGESTIONE	6.600 kWh/g	
DELTA TERMICO MAX RISC. DIGESTIONE	9.672 kWh/g	
POTENZA SCAMBIATORE CALORE TELERISC:	300 kW	
FABBISOGNO TERMICO PER ESSICC.TERM:	12.000 kWh/g	
PRODUZIONE DI CALORE RIUTILIZZATA COGENERAZIONE CIRCUITO FUMI	DAL GRUPPO DI 9.000 kWh/g	

PRODUZIONE DI CALORE DA CENTRALE TERMICA INTEGRATIVA
ESSICCAMENTO TERMICO (465 kW utili) 3.600kWh/g

CONSUMO BIOGAS CALDAIA CENTR. TERMICA INTEGR. 465 kW(VOL) :
2.016 Nm³/g

CONSUMO BIOGAS NEL POSTCOMBUSTORE FUMI : 168 Nm³/g

DELTA BIOGAS : (13123 – 9.816 -2.016- 168) = 1.033 Nm³/g per alimentare la centrale termica da 304 kW e lo scambiatore di calore da 300 kW per teleriscaldamento

BILANCIO BIOGAS:

- 13.123 Nm³/g prodotti;
- 9.816 Nm³/g utilizzati in cogenerazione;
- 2.016 Nm³/g utilizzati nella centrale termica da 465 kW per integrazione calore essiccamento termico;
- 168 Nm³/g per integrazione energia nel postcombustore fumi;
- 1.033 Nm³/g utilizzati nelle centrale termica da 304 kW per teleriscaldamento.

SCAMBIATORI DI CALORE PER TELERISCALDAMENTO:

-n° 1 da 300 kW per calore H2O cogeneratore esubero rispetto riscaldamento digestione;

-n° 1 da 300 kW per calore prodotto da centrale termica da 304 kW.

Calore necessario per riscaldare e fornire acqua calda sanitaria alla palazzina Uffici e Servizi in inverno : 30 kW che saranno prelevati dal circuito acqua calda in uscita dallo scambiatore di calore a servizio della centrale termica da 304kW

.

POTENZA CENTRALE DI PRODUZIONE DI E.E. 999 kWe

PRODUZIONE ELETTRICA: 23.976 kWh/g

PRODUZIONE ELETTRICA SU 357 GIORNI/ANNO 8.559.432 kWh/anno

31. CALORE DISPONIBILE PER ULTERIORI UTILIZZI

La produzione di calore del gruppo di cogenerazione a 85 °C dal recupero di calore dal primo stadio intercooler, dal radiatore olio e dall'acqua di raffreddamento supera la domanda per il riscaldamento dei digestori della FORSU anche nel giorno più freddo dell'anno.

Rimane una considerevole quantità di calore (minima 4.248, max 9.642 kWh/giorno) che può essere impiegata per il teleriscaldamento del Comune di Legnano

Rimane quindi ancora calore ulteriormente disponibile che potrà utilmente essere ceduto alle utenze termiche presenti in prossimità dell'impianto.

Si prevede di installare uno scambiatore di calore acqua/acqua da 300 kW per utenze esterne all'impianto.

Anche la produzione di biogas dalla digestione non verrà completamente utilizzata dal gruppo di cogenerazione e dalla centrale termica integrativa dell'essiccatore.

Rimarrà disponibile un quantitativo di biogas pari a 1.033 Nm³/g che sarà utilizzato nella centrale termica da 304 kW , con annesso scambiatore di calore da 300 kW, per teleriscaldamento.

Questa centrale sarà alimentata a biogas/metano e l'acqua calda prodotta sarà utilizzata per il riscaldamento e la fornitura di acqua calda sanitaria alla Palazzina Uffici (30 kW).

Saranno quindi installati due scambiatori da calore da 300 kW/cad per la cessione di calore a terzi.

32. TORCIA DI EMERGENZA PER SMALTIMENTO BIOGAS

Qualora si dovesse verificare un'emergenza tale da dover comportare il blocco del cogeneratore, per manutenzione o default, la produzione di biogas verrebbe rallentata a causa della ridotta capacità di riscaldamento del digestato e del conseguente raffreddamento della biomassa.

Tale processo, tuttavia, specie nei mesi estivi, risulterebbe lento e comunque si avrebbe una produzione di biogas non smaltibile rapidamente.

E' pertanto necessario provvedere all'installazione di una torcia di emergenza di tipo automatico che si attiverà per bruciare il biogas in eccesso non consumato nel cogeneratore e non stoccabile nel gasometro.

Si prevede di installare una torcia di tipo chiuso, che racchiude la fiamma all'interno di una camera di combustione con una temperatura di 900-1.200 °C; in questo modo si ossidano tutte le sostanze inquinanti.

Questo tipo di torcia, rispetto ai tipi aperti o semiaperti, presenta inoltre il vantaggio di non rendere visiva la fiamma e di non far praticamente rumore durante la combustione.

In prossimità della torcia, in corrispondenza del punto di arrivo della condotta di alimentazione, verrà installata una valvola a solenoide di intercettazione generale.

A valle di tale dispositivo saranno realizzati due collegamenti del biogas.

Il primo con diametro 1/2", servirà per alimentare la fiamma pilota, mentre il secondo, con diametro di 3", servirà per alimentare il bruciatore principale.

Il sistema automatico prevede che la valvola solenoide installata sulla linea di accensione del gas si apra quando la pressione del gas nel gasometro supera il limite dimensionale dello stesso.

Contemporaneamente viene attivato l'emettitore di scintilla all'interno dell'accenditore pilota montato sul bruciatore (doppio elettrodo ad alta tensione).

Quando si accende la fiamma dell'accenditore pilota, una termocoppia vicino alla fiamma pilota servirà da consenso alla apertura della valvola principale del gas e il gas brucia nel braciore principale.

Nel caso di mancata accensione della fiamma pilota (rilevabile dalla termocoppia), la logica di funzionamento provvederà a chiudere il flusso di biogas e a rieseguire una sequenza di accensione; al terzo tentativo fallito verrà visualizzato un apposito allarme.

La fiamma pilota è controllata da una guardia automatica.

Quando la pressione del gas nel gasometro scende al livello minimo preimpostato, si chiude automaticamente l'alimentazione del gas al bruciatore.

La torcia ad alta temperatura, o combustore ad alta temperatura, ha quindi il compito di bruciare il biogas prodotto dal processo di digestione che non è possibile utilizzare e/o stoccare nell'impianto. Il biogas che deve essere bruciato giunge alla torcia attraverso un condotto provvisto di una rete ad ugelli.

L'aria comburente primaria è aspirata attraverso un diffusore provvisto di sistema automatico di regolazione della quantità di aria aspirata (elettroserranda).

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 e con dimensioni tali da consentire un tempo di ritenzione della fiamma superiore a 0,3 secondi.

La torcia ad alta temperatura è progettata con lo scopo di ottenere una efficienza di combustione elevata e di conseguenza valori di emissione di CO e NOx molto contenuti, al di sotto dei limiti richiesti da tutte le normative Europee vigenti.

La temperatura di combustione, normalmente superiore a 1.000°C (può arrivare fino a 1.200°C), è regolabile in modo automatico nell'intorno del set-point prefissato.

Il controllo delle emissioni è garantito da un costante monitoraggio e regolazione della temperatura che consente in ogni condizione di marcia il funzionamento ottimale del bruciatore.

Il campo di regolazione della portata è di 5 a 1 ma è possibile operare anche con portate più basse anche se a scapito dell'efficienza di combustione.

I sistemi di sicurezza previsti comprendono un arrestatore di fiamma omologato ATEX ed installato a monte del bruciatore ed una valvola di blocco per alta temperatura e/o per mancanza di fiamma.

Il combustore, che ha una struttura di sostegno autoportante a quattro piedi in acciaio INOX che sarà ubicata su soletta dedicata realizzata in cemento armato, sarà gestito automaticamente da un quadro elettrico di comando dedicato dotato di tutti i controlli necessari ad un corretto funzionamento dell'unità. Il quadro di comando controllo potrà inoltre ricevere un segnale di blocco proveniente dal sistema di controllo centralizzato di impianto per poter intercettare la valvola on-off di alimentazione al bruciatore.

Il sistema di controllo potrà inoltre ricevere segnali (esterni alla torcia) per il consenso di inizio ciclo di accensione e per lo spegnimento della torcia. Il quadro elettrico di comando e controllo sarà realizzato in esecuzione IP-55 da esterno Atex EExd e la logica di funzionamento sarà gestita da PLC. Il quadro consentirà la visualizzazione della temperatura di combustione e sarà dotato di predisposizione per remotizzare i principali allarmi e stati di torcia.

Il quadro elettrico disporrà inoltre di un relè di controllo presenza fiamma, di un interruttore generale, di un pulsante per lo sgancio in emergenza e di un selettore per il funzionamento automatico o manuale.

Vengono di seguito riportate le principali caratteristiche della torcia ad alta temperatura:

- Temperatura di combustione : 900 ÷ 1.200 °C
- Bruciatore principale: multi ugello
- Bruciatore pilota: mono ugello
- Regolazione aria combustione: con elettroserranda
- Potenza bruciatore : 5.000 kW
- Portata di biogas di progetto: 700 Nm³/h (con 60% di CH₄)
- Portata di biogas con 50% di CH₄ : 160÷700 Nm³/h
- Campo di funzionamento: 20%<CH₄<80%
- Tempo di permanenza fumi: > 0,5 secondi (camera combustione)
- Ossigeno residuo nei fumi: > 6% volume
- Pressione di alimentazione : 2-100 mbar
- Tensione di alimentazione: 230 V - 50 Hz
- Potenza elettrica assorbita: max 1500 VA
- Camino interno: in acciaio al carbonio
- Camino esterno: in AISI 304
- Coibentazione interna: in fibrocementa
- Tronchetto campionamento fumi: 3"
- Altezza camera combustione: 4.500 mm
- Diametro interno: 1.600 mm
- Diametro esterno : 2.000 mm
- Altezza totale torcia: 6.500 mm
- Valvola principale: DN-150 con attuatore elettrico
- Apertura e chiusura valvola: apertura lenta – veloce
- Rompifiamma: DN-150 (certificato ATEX)
- Linea pilota: ½" con elettrovalvola
- Accenditore: ad elettrodo ceramico
- Controllo fiamma: con visualizzatore di fiamma UVS-6 (fotocellula)
- Controllo di temperatura: con termocoppia di Tipo K

Il biogas proveniente dal processo di fermentazione anaerobica che sarà alimentato alla torcia ad alta temperatura avrà indicativamente le seguenti caratteristiche:

- Potere calorifico inferiore: 4.5÷6.0 KWh/Nm³
- Temperatura: 20÷40 °C

- | | | |
|------------------------------------|--------------|--------------------|
| • Metano: | 55÷70 % vol. | |
| • CO ₂ : | 30÷35 | % vol. |
| • O ₂ +N ₂ : | 2÷5 | % vol. |
| • COV medi nel biogas: | < 80 | mg/Nm ³ |
| • H ₂ S nel Biogas: | < 5000 | mg/Nm ³ |
| • Umidità: | gas saturo | |

La torcia ad alta temperatura potrà garantire i seguenti parametri:

- | | | |
|--------------------------------------|---------|--------------------|
| • Ossidazione dei CVO: | >99 | % vol. |
| • Ossidazione H ₂ S: | < 99,99 | % vol. |
| • COV residui nei fumi: | < 1 | mg/Nm ³ |
| • H ₂ S residuo nei fumi: | < 1 | mg/Nm ³ |

33. MATERIA IN USCITA DAL TRATTAMENTO DI DIGESTIONE ANAEROBICA (DIGESTATO)

Come detto in precedenza, nel trattamento di digestione anaerobica, dati i tempi di residenza e la temperatura di processo (35°C), si prevede di ottenere la riduzione del 70% dei TVS, con la loro metanizzazione.

Complessivamente, in ingresso al trattamento, su 310 giorni/anno, verranno inviati 25.000 kg/g di SST, con un contenuto di 23.750 di kg/g di TVS e di 1.250 kg/g di solidi non volatili (TNVS).

Il volume complessivo ammonta a 86.800 m³/anno.

Una riduzione del 71,5% dei TVS corrisponde alla demolizione di 23.750 x 0,715 = 17.000 kg/g di materia organica; in uscita dal trattamento resteranno pertanto 6.750 kg/g di TVS e 1.250 kg/g di TNVS, per un totale di 8.000 kg/g di SST.

In uscita dalla digestione risulterà quindi un volume di digestato di 81.220 m³/anno con un contenuto di 2.480 t/anno ed una concentrazione di SS pari al 3,05 %.

IL digestato sara' inviato al postispessitore, assieme ai fanghi da depurazione, da cui uscirà con una concentrazione del 4,5 % SST .

34. POST-ISPESSITORE/ACCUMULO DEL DIGESTATO E DEI FANGHI DA DEPURAZIONE

Come verificato nei punti precedenti, il digestato in uscita dal trattamento anaerobico, a causa della metanizzazione di gran parte della sua componente volatile avrà le seguenti caratteristiche:

- portata in uscita:	81.220 m ³ /anno, pari a 262,00 m ³ /g su 310 gg/anno.
-quantità di SST in uscita:	8,00 t/g, pari a 2.480 t/anno
-quantità di TVS in uscita:	6,75 t/g, pari a 2.093 t/anno
-quantità di TNVS in uscita:	1,25 t/g, pari a 388 t/anno
-concentrazione SST biomassa in uscita:	3,05%.

Oltre al digestato in uscita dal trattamento anaerobico al post-ispezzitore verrà inviata anche la frazione di fango proveniente dai processi di depurazione delle acque stimabile in:

- portata in ingresso: $15 \text{ m}^3/\text{g}$ su $310 \text{ gg} = 4.650 \text{ m}^3/\text{anno}$
- quantità di SST in ingresso: 0.80 t/g , pari a 248 t/anno

Ne risulta che all'unità di post-ispessimento verrà inoltrato:

- portata in ingresso: $262 + 15 = 277 \text{ m}^3/\text{g}$ su $310 \text{ gg} = 85.870 \text{ m}^3/\text{anno}$
- quantità di SST in ingresso: $8,00+0.80= 8.8 \text{ t/g}$, pari a 2.728 t/anno
- quantità di TVS in ingresso: 6.77 t/g , pari a 2.098 t/anno
- quantità di TNVS in ingresso: $1,25 \text{ t/g}$, pari a 388 t/anno
- concentrazione SS biomassa in ingresso: $3,18 \%$

Al fine di creare un volume di accumulo e di migliorare il successivo trattamento di disidratazione meccanica, viene prevista la realizzazione di una unità di accumulo e postispessimento meccanizzato avente lo scopo di portare la concentrazione in SS della biomassa al 4,5%

Viene previsto un comparto di post-ispessimento ed accumulo avente le seguenti caratteristiche unitarie:

- Diametro $18,00 \text{ m}$
- Altezza utile $3,50 \text{ m}$
- Superficie $254,50 \text{ m}^2$
- Volume utile $890,6 \text{ m}^3$

Ne derivano i seguenti parametri operativi caratteristici:

- Carico superficiale $34,6 \text{ kg SST/m}^2/\text{d}$
- Tempo di ritenzione $3,22 \text{ gg}$

Il volume giornaliero di digestato da inviare alla disidratazione meccanica, raggiungendo nel presente comparto una concentrazione in secco pari a 45 kgSS/m^3 , risulta di 2.728 tSST/anno e $60.620 \text{ m}^3/\text{anno}$ ($196,00 \text{ m}^3/\text{giorno}$).

Il volume del surnatante da inviare in testa all'impianto di depurazione sarà pari a $85.870-60.620 = 25.250 \text{ m}^3/\text{anno}$ e $81,5 \text{ m}^3/\text{giorno}$ su 310 giorni /anno .

35. DISIDRATAZIONE MECCANICA DEL DIGESTATO E DEI FANGHI

L'impianto produrrà in uscita dalla fase di ispessimento finale, un quantitativo di 60.620 m³/anno di digestato, con un contenuto di 8.800 KgSS/d ed una concentrazione di 45 KgSS/m³.

Obiettivo del trattamento di disidratazione meccanica del digestato è di rendere palabile il prodotto finale, in modo da ridurre i volumi ed il peso del materiale da conferire allo smaltimento finale (compostaggio) con conseguenti benefici in termini economici ed ambientali.

Pertanto il presente progetto prevede l'installazione di una unità di disidratazione meccanica basata su decanter veloci (centrifughe) che, previo dosaggio di polielettrolita, consentiranno di portare il digestato finale alla concentrazione del 28% in SS.

L'impianto di disidratazione meccanica dei fanghi viene dimensionato in modo da poter trattare l'intero quantitativo di digestato su 6 giorni/settimana.

Oltre al materiale proveniente dall'ispessitore si considera un volume di dosaggio di soluzione acquosa di polielettrolita pari a 30,1 m³/giorno, immesso a monte del trattamento di centrifugazione.

La potenzialità oraria dell'unità di disidratazione viene scelta in modo da consentire il funzionamento su un unico turno giornaliero di 8 ore in 6 giorni lavorativi settimanali e pertanto di capacità pari a:

$$(196,00 + 30,1) = 226,10 \text{ m}^3/\text{d con } 8.800 \text{ kg SS/giorno.}$$

La potenzialità necessaria risulta quindi pari a 28,3 m³/h (1.100 kgSS/h) su 8 ore/giorno di funzionamento.

Tale dimensionamento risulta essere notevolmente cautelativo in quanto le unità scelte sono macchine adatte per il funzionamento in continuo e quindi eventuali eccessi di digestato da smaltire saranno trattati aumentando le ore di lavoro.

Per l'impianto viene prevista l'installazione di n° 2 decanter (centrifuga) ad alte prestazioni, ciascuna avente le seguenti caratteristiche:

- portata alimentazione: 15,0 m³/h
- concentrazione SS in alimentazione: 4,5 %
- concentrazione in SS del disidratato

La quantità di digestato disidratato al 28% di SS in uscita dal trattamento sarà pari a 32,10 m³/giorno per 6 giorni/settimana.

L'alimentazione del digestato alla decanter viene effettuata mediante pompe volumetriche a vite elicoidale con motore elettrico, riduttore e variatore di giri. Vengono installate n. 2 unità (una in S.B.) aventi ciascuna le seguenti caratteristiche:

- portata: 5-25 m³/h
- prevalenza: 2 bar
- potenza installata: 5,5 kW
- potenza assorbita: 3,6 kW

Il digestato prima di essere disidratato viene condizionato con l'aggiunta di polielettrolita cationico che favorisce la separazione dell'acqua di impregnazione e che viene dosato a monte della alimentazione della decanter.

Il dosaggio del polielettrolita verrà stabilito esattamente solo in fase di esercizio in funzione delle caratteristiche di disidratabilità del fango; in linea indicativa sono necessari 0,360-0,450 kg polielettrolita/m³ da trattare (10-12,5 kg poli/tSS in ingresso).

Si ottiene una previsione di consumo pari a 70,2-87,75 kg/g di polielettrolita per 6 giorni/settimana (10,8-13,5 kg/h) e quindi a 421-526,5 kg/settimana.

Per preparare e dosare il polielettrolita viene prevista l'installazione di due centraline automatiche in grado di preparare in modo automatico soluzioni a titolo noto e costante di polielettrolita cationico e dosare a portata variabile, controllata da un PLC.

Il polielettrolita verrà preparato in situ, a partire dal prodotto in polvere, in quanto il polielettrolita viene dosato a bassissima concentrazione (max 1,0 %).

Normalmente viene dosata una soluzione molto diluita (tipicamente 0,1-0,5 %) in quanto già a queste concentrazioni è molto viscosa e presenta problemi di dosaggio alle normali pompe dosatrici (per questo motivo si usano pompe volumetriche).

Il prodotto in polvere si trasporta facilmente e, se ben immagazzinato, si conserva molto più a lungo delle normali soluzioni anche se stabilizzate.

Il costo relativamente elevato del prodotto richiede di limitare al minimo gli eventuali sprechi per dissoluzione e miscelazione non ottimale e la necessità di produrre in continuo una soluzione a concentrazione costante e di dotare l'apparecchio di un sistema di dosaggio polvere/acqua preciso ed automatico.

La necessità di dosare piccole ma precise quantità di sostanza attiva richiede infine che il dosaggio sia effettuato da piccole ma precise pompe del tipo "monovite" che uniscono alla precisione di dosaggio continuo anche la mancanza di organi di ritegno ed un'elevata prevalenza, necessaria per la viscosità della soluzione.

Si prevede di dosare una soluzione di polielettrolita allo 0,3% di diluizione, cioè una portata compresa tra 3.333 l/h e 4.167 l/h.

Viene prevista l'installazione di n. 2 unità di stoccaggio e dosaggio di polielettrolita cationico aventi ciascuna un volume utile di 2.500 l ed una tramoggia di carico del polielettrolita in polvere della capacità di 0,130 m³.

Per la alimentazione del polielettrolita in ingresso alla decanter vengono installate due pompe monovite (1 + 1R) aventi le seguenti caratteristiche:

- portata: 5,0 m³/h
- prevalenza: 2 bar
- potenza: 2,2 kW

Caratteristiche delle 2 decanter ad alte prestazioni:

portata idraulica	15 m ³ /h
concentrazione SS in ingresso:	2 – 6 %
potenza installata motore tamburo:	11,0 kW
potenza installata motore azionamento coclea	4,00 kW
materiale tubazioni	inox 304
lunghezza	≈2.800 mm
peso	≈2.300 kg

Con un contenuto in sostanza secca di 8.730 kg SS/g ed una umidità del 72%, il volume di digestato disidratato da smaltire per ogni giorno lavorativo sarà pari a 30,7 m³/g (9.670 m³/anno) e 32,1 t/giorno (9.951 t/anno).

Dal trattamento di disidratazione effettuato su 6 giorni/settimana residueranno quindi $60.620 - 9.670 \cdot 4 = 50.950$ m³/anno = 164,30 m³/giorno su 310 gg/anno di acque madri che saranno inviate in testa all'impianto di depurazione.

Il digestato disidratato viene scaricato dalla decanter tramite una coclea laterale inclinata che alimenta la tramoggia di carico di una pompa volumetrica che a sua volta invia il materiale disidratato al serbatoio di accumulo da cui sarà inviato al trattamento di essiccamento.

Le tramogge di carico saranno dotate di cassone con doppio albero rotante rompiponti.

Le pompe volumetriche avranno le seguenti caratteristiche:

- portata 2,0-6,0 m³/ora;
- velocità pompa: 70 – 200 giri /min;
- pressione: 15 bar;
- potenza installata: 7,5 kW;
- potenza istallata motore rompicrosta: 1,5 kW.

In caso di fuori servizio del suddetto trattamento, il disidratato potrà essere scaricato in containers posti sotto al serbatoio e portato allo smaltimento finale.

36. SERBATOIO DI STOCCAGGIO IN USCITA DALLA DISIDRATAZIONE

La quantità di digestato disidratato al 28% di SS sarà pari a 30,70 m³/d e 32,1 t/giorno per 6,5 ore/giorno

Si prevede l'installazione di un serbatoio di accumulo in grado di alimentare l'essiccatore nell'arco delle 24 ore.

Il volume del serbatoio di accumulo risulta pari a $30,7/6,5 \cdot 24 =$ circa 114 m³.

Il serbatoio sarà a base quadrata, alimentato dall'alto tramite le pompe volumetriche e avrà le seguenti caratteristiche.

- Base 6,5 m
- Altezza utile 2,7 m
- Altezza bordi laterali: 3,00 m
- Volume utile 114 m³

La parte inferiore avrà una forma conica per facilitare l'alimentazione della coclea di alimentazione dell'essiccatore o lo scarico in cassoni scarrabili.

37. ESSICCAMENTO TERMICO DEL DIGESTATO E DEI FANGHI

Il materiale in uscita dal processo di digestione anaerobica e disidratazione è sostanzialmente costituito dai solidi inviati alla digestione e non metanizzati o solubilizzati e dai fanghi residui dal processo di trattamento liquami.

Si tratta cioè dei TNVS (frazione minerale) e della parte di TVS (frazione organica) non gassificabili o che non sono gassificati nelle condizioni di processo, oltre ai fanghi da depurazione.

Questo materiale verrà essiccato termicamente fino a raggiungere un contenuto di sostanza secca del 50% e quindi inviato al trattamento di compostaggio assieme alla frazione verde per l'ulteriore processo di compostaggio (stabilizzazione e igienizzazione) e post-affinamento.

La destinazione suddetta appare particolarmente indicata per il materiale oggetto del presente progetto, costituito da in parte significativa da FORSU e quindi poco caratterizzato dalla presenza di inerti, metalli e microinquinanti organici.

Infatti, il prodotto in uscita da trattamenti di compostaggio, qualora possieda caratteristiche qualitative corrispondenti a quanto previsto nell'allegato 1.C della tabella 2.1 della legge 748/84, come modificata dal D.M. 27/03/98 e D.M. 03/11/04, il prodotto potrà essere qualificato come Materia Prima Seconda, "Ammendante Compostato di Qualità", cioè un prodotto compostato assimilato agli ammendanti tradizionali e dunque ammesso al libero impiego nelle attività agronomiche e nelle sistemazioni ambientali

37.1 DIMENSIONAMENTO E CARATTERISTICHE DELL'ESSICCATORE TERMICO

Obiettivo del processo di essiccamento termico è quello di ridurre la percentuale di umidità dal 28 % del prodotto in uscita dal trattamento di disidratazione al 50 %.

Si ridurrà in questo modo il volume ed il peso della biomassa da conferire al successivo trattamento di compostaggio.

Operando su 310 giorni/anno, l'impianto deve essere dimensionato per le seguenti caratteristiche:

- digestato disidratato in ingresso: 32,1 t/giorno;
- contenuto in SS del digestato: 9,0 t/giorno;
- contenuto in acqua del digestato: 23,4 t/giorno;
- digestato essiccato in uscita: 18,0 t/giorno;
- contenuto in SS del digestato essiccato: 9,0 t/giorno;
- contenuto in acqua del digestato essiccato: 9,0 t/giorno;
- acqua evaporata nel trattamento: 14,4 t/giorno.

L'impianto è previsto che lavori su 24 ore/giorno per sei giorni/settimana.

Deve quindi poter evaporare $14,4 : 24 = 0,600$ t/ora di acqua.

L'energia termica richiesta per l'essiccamento termico del digestato è composta del calore di evaporazione dell'acqua, pari a 2.260 kJ per kg di acqua evaporata oltre al calore necessario per riscaldare il digestato dalla temperatura di ingresso alla temperatura di funzionamento dell'essiccatore, pari a circa 90 °C.

Si assume che il digestato da FORSU entri nell'essiccatore alla temperatura di 30°C (temperatura inferiore a quella di digestione anaerobica per tenere conto delle perdite termiche nell'ispessitore e nella disidratazione), mentre i fanghi da depurazione disidratati abbiano una temperatura di 15 °C.

Si calcola l'energia termica necessaria per riscaldare la biomassa.

Assumendosi una temperatura media della massa in ingresso all'essiccamento pari a 25 °C, con un delta termico di 65 °C ed una richiesta energetica di 4,1 MJ/t x °C, risulta:

- quantitativo di massa da trattare: 31,2 t/giorno su 24 ore = 1,34 t/ora;
- energia termica necessaria: $1,34 \times 4,1 \times 65 = 357$ MJ = 99 kWh.

Si calcola quindi l'energia termica necessaria per far evaporare la quantità di acqua prevista, cioè 14,4 t/giorno su 24 ore.

La quantità d'acqua da evaporare su 24 ore è pari 0,600 t/ora (600 kg/ora).

L'energia termica necessaria risulta quindi pari a:

$$-600 \times 2,260 = 1.356.000 \text{ kJ} = 377 \text{ kWh.}$$

In totale l'energia termica per essiccare la biomassa fino al 50 % di SS risulta pari a:

$$- 99 + 377 = 476 \text{ kWh.}$$

Stimando perdite termiche nell'essiccatore pari al 5%, il calore totale necessario ammonta a 499,8 cioè 500 kWh.

Viene previsto di installare una unità di essiccamento termico della potenzialità di evaporazione di 400-1000 kg/ora di acqua.

L'energia termica per alimentare il processo di essiccamento proverrà sia dal calore di recupero dei gas di combustione del gruppo di cogenerazione, che da una caldaia alimentata a biogas/metano.

Il calore recuperabile dai gas di combustione del gruppo di cogenerazione , raffreddati a 300 °C, risulta pari a 375 kW; considerate le perdite nei circuiti di scambio di calore, risulteranno disponibili al trattamento di essiccamento 350 kW, con una differenza di 150 kW rispetto al fabbisogno stimato.

Il calore necessario per integrare il fabbisogno sarà fornito da una centrale termica a olio combustibile della potenza al focolare di 534 kW e utile di 465 kW alimentata da un bruciatore bicomustibile modulante biogas/metano, quindi con doppia rampa gas.

Portata termica	534 kW
Potenza termica utile	465 kW
Pressione massima esercizio	3 bar
Rendimento utile a Pn 80/60°C	87,0 %
Bruciatore pressurizzato con potenza termica di 464/1390 kW.	
Funzionamento: modulante pressurizzato con ventilatore ad alta prevalenza, testa di combustione con regolazione ad alto rendimento.	

La medesima centrale termica verrà utilizzata per il riscaldamento dei digestori anaerobici in fase di avviamento/riavviamento di una o più linee.

Nella presente relazione viene illustrato un essiccatore presente sul mercato ed avente le caratteristiche tecniche necessarie per ottenere i risultati di progetto.

Poichè esistono sul mercato unità di essiccamento molto differenti nello schema tecnologico e dimensionale, ma ugualmente efficienti dal punto di vista del processo, all'atto della progettazione esecutiva e della realizzazione potrà essere proposta anche una unità diversa, purchè garantisca i medesimi rendimenti termici ed energetici di progetto.

Il materiale da essiccare proveniente dal trattamento di disidratazione, sarà pari 32,1 t/giorno (su 310 giorni/anno) e sarà accumulato in un apposito serbatoio di stoccaggio (tramoggia polmone), in acciaioINOX AISI 304,della capacità di 114 m³, che fungerà anche da tramoggia di alimentazione dell'essiccatore.

La tramoggia polmone ha il fondo a tronco di piramide e convoglia la massa umida verso il basso.

La tramoggia sarà dotata di aspi rompiponte per assicurare la costanza della alimentazione e impedire la formazione di ponti nel materiale disidratato.

L'estrazione del materiale da essiccare sarà effettuata tramite coclea dosatrice a vite senza fine posizionata sul fondo della tramoggia, dotata di motoriduttore regolato da inverter che provvede all'alimentazione ed al dosaggio controllato in modo variabile in funzione delle condizioni operative impostate dal PLC di comando generale.

Il materiale estratto sarà quindi alimentato al trattamento di essiccamento mediante un dosatore del tipo volumetrico per fanghi della potenzialità massima di 1,50 t/ora.

Detto dosatore è completo di sistema rompiponte onde garantire il completo e costante riempimento del dosatore.

Il dosatore alimenta la bocca di carico dell'essiccatore.

L'essiccatore è previsto del tipo orizzontale, indiretto ed utilizza olio diatermico quale fluido termovettore.

Il riscaldamento e l'essiccazione del prodotto vengono effettuati indirettamente per conduzione attraverso la parte calda del modulo cilindrico e direttamente mediante aria calda in equicorrente al prodotto da essiccare.

Il principio della essiccazione si basa sull'avanzamento in forte turbolenza di un film sottile del materiale da essiccare contro le pareti interne della superficie cilindrica dell'essiccatore.

Un organo meccanico (turbina)interno provvede al riscaldamento del fango ed al suo avanzamento sino alla bocca di uscita.

Attorno al modulo cilindrico, in camicia coassiale, si effettua il riscaldamento mediante olio diatermico.

Dell'aria preriscaldata è immessa in equicorrente con il materiale da trattare per agevolare l'evacuazione dei vapori acquosi che si sviluppano nel processo.

Il processo di essiccamento avviene quindi in un unico passaggio, con tempi di stazionamento molto brevi, dell'ordine di 1-2 minuti.

Questo sistema svolge, oltre all'essiccamento del materiale, un'energica azione riduttiva della carica microbiologica.

L'avviamento e la messa a regime dell'impianto possono essere effettuati in circa 30 minuti; si prevede di far funzionare l'unità su 6 giorni settimana e 24 ore/giorno per ridurre i consumi energetici e le perdite di calore dovuti a continui processi di avviamento e spegnimento.

La tecnologia proposta opera in circuito chiuso, senza emissioni gassose in atmosfera, riducendo così l'impatto ambientale del trattamento.

La tecnologia proposta non richiede miscelazione del fango in ingresso con fango già essiccato; infatti il fango essiccato non si reidrata facilmente e la miscela ottenuta, se alimentata nuovamente all'interno dell'essiccatore, potrebbe portare a un suo surriscaldamento.

Capacità di evaporazione dell'acqua contenuta nella biomassa: 400-1.000 l/h.

Dimensioni indicative dell'essiccatore:

- diametro della turbina: 920 mm;
- dimensioni : 7.500 (lunghezza) x 2.200 (larghezza) x 2.200 (altezza), mm;
- peso: 12,50 t.

All'interno dell'essiccatore opera una turbina a geometria variabile, azionata da un motore trifase, con trasmissione a cinghia .

La macchina è dotata di fori tangenziali e radiali per l'ingresso del gas di processo preriscaldato, del prodotto da essiccare e per l'estrazione del prodotto essiccato.

Le pale della turbina sono rivestite nella parte terminale con materiale antiusura.

La camicia per la circolazione forzata dell'olio diatermico è realizzata in acciaio al carbonio ed è coibentata con lana di roccia.

All'uscita dall'essiccatore la temperatura della massa è dell'ordine di 70-95°C.

All'uscita dall'essiccatore il fango essiccato è trasportato dal gas umido al ciclone separatore e quindi al filtro a maniche ove viene scaricato da rotovalvole e trasferito ad un coclea raffreddata ad acqua allo scarico al sistema di compostaggio.

Il ciclone di separazione del vapore acqueo dal fango essiccato, sarà in acciaio INOX, completo di portello di ispezione, indicatore di livello con allarme e rotovalvola inferiore di estrazione essiccato.

Il gas con le sospensioni solide entra tangenzialmente nella bocca laterale ad invito, viene ciclonato separando le polveri e successivamente viene espulso dalla tubazione posta in testa alla macchina; la polvere separata viene scaricata in basso dalla bocca a sezione circolare.

Il ciclone sarà coibentato.

Dimensioni indicative del ciclone:

- altezza arte cilindrica: 1.700 mm;
- altezza parte conica inferiore: 1.800 mm;

- diametro interno: 900 mm.

Sotto al ciclone viene installato un vaglio separatore dell'essiccato, dal quale il prodotto viene inviato alla tramoggia finale di stoccaggio, dalla quale sarà scaricato al miscelatore per l'immissione al successivo trattamento di compostaggio, unitamente alla frazione verde pretriturata e ai sovvalli legnosi provenienti dalla vagliatura del compost.

Il vaglio è costituito da un vibrovaglio che funziona come selezionatore granulometrico del fango essiccato.

E' essenzialmente costituito da una tela circolare vibrante .

L'aria in uscita dal ciclone perviene quindi al filtro a maniche che ha la funzione di separare le particelle fini ancor presenti nell'aria.

Il filtro è costituito da una parte superiore di distribuzione, una centrale di filtraggio ed una inferiore di raccolta.

All'interno del cassone superiore è posto il sistema di lavaggio maniche.

Nella parte centrale di filtraggio sono poste le maniche filtranti in cotone.

Anche il materiale trattenuto dal filtro a maniche viene estratto da una rotovalvola e immesso nella coclea raffreddata ad acqua, unitamente a quello estratto dal ciclone.

Materiale di costruzione: acciaio AISI 304.

L'aria calda in uscita dal filtro a maniche, viene immessa da un apposito ventilatore nel circuito chiuso di immissione in testa all'essiccatore.

L'aria in ingresso all'essiccatore viene riscaldata in uno scambiatore aria/fluido a pacco alettato che utilizza come fluido termoconvettore l'olio diatermico riscaldato utilizzando sia l'energia termica dei gas di scarico del gruppo di cogenerazione che il calore integrativo proveniente da una caldaia alimentata a metano/biogas.

Il circuito di ricircolo dell'aria calda è di tipo chiuso, con elettroventilatore di tipo centrifugo che ricircola il gas in uscita dalla torre di condensazione.

Il vapore sviluppatosi in eccesso viene estratto dal circuito e inviato ad una colonna di condensazione.

La condensazione del vapore avviene tramite un flusso d'acqua controcorrente alla frazione gassosa da condensare.

La miscelazione tra gas e acqua è favorita dal riempimento della colonna con anelli o sfere in materiale plastico, che assicurano un'elevata superficie di contatto.

Il condensato si raccoglie nella parte inferiore della colonna, mentre la frazione gassosa viene estratta dall'alto; prima dell'uscita le gocce trascinate dal gas sono intercettate da un demister.

Dal fondo della colonna, il condensato viene estratto con un sistema a sifone e viene poi inoltrato all'impianto di depurazione dei reflui.

L'acqua di condensazione viene invece ricircolata da una pompa e rinviata in testa alla colonna previo scambio di calore in uno scambiatore acqua/acqua a piastre, alimentato dall'acqua raffreddata dall'impianto a torre evaporativa, in modo da abbassare la temperatura dell'acqua di ricircolo della colonna di condensazione, migliorando l'efficienza del processo.

Un ventilatore di ricircolo riprende il gas e lo invia alla sezione di riscaldamento prima di essere reimpresso nell'essiccatore.

Un altro ventilatore viene invece utilizzato per l'estrazione degli incondensabili che vengono portati a combustione nel bruciatore della caldaia ad olio diatermico.

La potenza totale installata ammonta a circa 150 kW , quella consumata ammonta a circa 80 kWh per 600 kg H₂O evaporata x ora .

L'impianto sarà dotato di un sistema di autocontrollo delle condizioni operative, gestito da un PLC , con controllo in continuo di tutti i principali parametri di processo (temperature, pressioni, portate) con logiche automatiche di intervento in caso di disfunzione; queste ultime si attivano in tempo reale con l'evento.

Infatti, qualora qualunque parametro di rilievo presentasse valori al di fuori degli intervalli programmati di processo, verrà automaticamente attivata la procedura di stand-by per mettere l'impianto in sicurezza.

L'impianto sarà dotato di un sistema di controllo termostatico che opera l'iniezione di acqua nell'essiccatore ogni qualvolta il dosaggio del fango dovesse essere arrestato con contemporaneo incremento della temperatura dell'olio diatermico.

Viene pertanto richiesta una limitata presenza di operatori durante le fasi operative, limitatamente alla messa in marcia e a saltuarie visite di controllo, in quanto non è richiesta alcuna supervisione per il suo funzionamento.

Il materiale essiccato viene stoccato in una tramoggia finale della capacità di 25,6 m³; da essa verrà inviato al miscelatore del processo di compostaggio o allo smaltimento con cassoni scarrabili.

La tramoggia di stoccaggio del materiale essiccato sarà posta sopra l'alimentazione del miscelatore e avrà le seguenti caratteristiche:

-tramoggia a base quadrata con tramoggia finale tronco conica per facilitare l'alimentazione del miscelatore.

Base 3,20 x 3,20m

Altezza utile 2,50 m

Volume utile 25,6 m³

38. SEZIONE SCARTI VERDI

38.1 AREA DI RICEZIONE SCARTI VERDI

I rifiuti vegetali che costituiscono il materiale strutturante per la miscela di compostaggio (Codice CER 20 02 01) verranno conferiti mediante cassoni scarrabili aperti provenienti dagli specifici centri di raccolta gestiti da AMGA nei Comuni del bacino di utenza.

Sarà cura di AMGA controllare che negli scarti vegetali in ingresso ci sia sempre sufficiente percentuale di materiale legnoso da sottoporre a triturazione al fine di garantire il necessario effetto strutturante alla miscela inviata al compostaggio.

Il conferimento della frazione verde avverrà presso un edificio dedicato nella zona centrale dell'impianto di trattamento. In particolare i mezzi scaricheranno il verde in 4 vasche interrate, pavimentate in cls., all'interno del capannone dell'impianto, ciascuna avente dimensioni pari 5,0 x 5,0 x 2,0 (h) m per un volume totale di 200 m³.

L'area per lo scarico del verde è idonea a garantire la messa in riserva di un quantitativo pari a circa 32,0 t di scarti verdi non triturati, pari a circa 200 m³. Questo dimensionamento consente di avere una capacità polmone pari a 2 giorni di conferimento.

Le vasche di stoccaggio del materiale verde, saranno dotate di apposite rampe di discesa che permetteranno a mezzi gommati dotati di pala di trasferire il materiale al trituttore.

38.2 TRITURATORE

Il sistema di triturazione verrà messo a disposizione da AMGA per il funzionamento dell'impianto.

Il sistema prevede un trituttore mobile monorotore del tipo a martelli a giri veloci.

La potenzialità di trattamento dell'unità sarà di 80 m³/ora (circa 16 t/ora).

Il trituttore è montato su telaio a due assi omologato per la circolazione stradale 80 km/h, dotato di impianto frenante ad aria compressa a due circuiti e provvisto di dispositivo antiblocco. La macchina è alimentata da motore diesel da 150 kW.

L'intera struttura della tramoggia di alimentazione è in robusta lamiera d'acciaio.

Il sistema di triturazione è costituito da.

- nastro di alimentazione;
- rullo alimentatore dosatore;
- rotore di triturazione;

- nastro di evacuazione.

La regolazione della velocità del nastro permette di controllare la quantità di materiale da tritare. Il rotore di triturazione è costituito da dischi d'acciaio di adeguato spessore e da martelli mobili oscillanti. La pezzatura del materiale è mantenuta costante grazie alla griglia di post-frantumazione. Il trituratore è dotato di adeguato sistema di protezione nei confronti di eventuali sovraccarichi.

Il nastro di evacuazione, largo circa 120 cm e di idonea lunghezza, permetterà di alimentare una tramoggia che alimenta un nastro trasportatore utile a veicolare il verde tritato nell'area del capannone destinata alla preparazione della miscela di compostaggio.

38.3 TRASFERIMENTO VERDE TRITURATO AD AREA DI MISCELAZIONE

Il trasferimento del verde tritato al comparto di miscelazione con il digestato essiccato avverrà mediante un sistema a nastro trasportatore con tela in gomma.

39. IMPIANTO DI COMPOSTAGGIO DELLA BIOMASSA ESSICCATA E DEGLI SCARTI VERDI

La biomassa essiccata e gli scarti verdi, preventivamente tritati, saranno conferiti al trattamento di compostaggio al fine di ottenere un ammendante compostato misto conforme alle normative vigenti e in particolare al D.Lgs.217 del 29 Aprile 2006.

Si tratta di Ammendante Compostato Misto le cui caratteristiche dovranno essere conformi ai limiti di cui all'Allegato 2 del suddetto D.lgs.

Il quantitativo da trattare, in base ad una attività lavorativa di 310 giorni/anno, sarà pari a:

- 16 t/giorno di scarti verdi, 18,0 t/giorno di materiale essiccato e 3,2 t/giorno di sovralli legnosi provenienti dal processo di vagliatura finale del compost prima del suo smaltimento.

Si tratta in totale di 37,2 t/giorno che, riferite all'intero arco annuale (365 giorni) risultano pari a 31,60 t/giorno.

Considerando una densità della miscela di questo materiale pari a 0,600 t/m³, risulta un volume medio giornaliero di 52,67 m³.

39.1 MISCELATORE MATERIALE AL COMPOSTAGGIO

Il materiale sarà sottoposto a miscelazione prima dell'avviamento al processo di compostaggio.

Viene prevista la installazione di un miscelatore a coclea.

Dovendosi alimentare un totale di 37,2 t/giorno (su 310 giorni lavorativi), ipotizzando di effettuare il caricamento del materiale su 8 ore, il quantitativo da alimentare al compostaggio ammonta a:

$$- 37,2 \text{ t/giorno} : 8 = 4,65 \text{ t/ora, cioè } 7,75 \text{ m}^3/\text{ora}.$$

Volendosi garantire un tempo di miscelazione di 20 minuti, il volume necessario ammonta a:

$$- 7,75 : 60 \times 20 = 2,58 \text{ m}^3.$$

Verrà installato un miscelatore con capacità utile di 3,00 m³, del tipo orizzontale, con coclea di fondo di miscelazione e avanzamento del tipo a spira con pale in acciaio installate sull'asse con orientamento contrario al verso di avanzamento, in modo da favorire la miscelazione.

L'asse sarà in acciaio al carbonio bonificato montato su cuscinetti a sfera posti alle estremità della coclea.

La motorizzazione avviene mediante motoriduttori con giunto direttamente collegato all'albero della coclea.

Il motore, del tipo trifase 400 V, 50 Hz, avrà potenza di 11 kW.

Il miscelatore sarà completo di tramoggia di carico, nella quale convergeranno i materiali da alimentare e da tramoggia di scarico posta in estremità e costituita da lamiera di acciaio opportunamente sagomata e irrigidita.

Il materiale in uscita dalla miscelazione verrà trasportato tramite nastro trasportatore ai cumuli di stoccaggio e da questi movimentato tramite pala gommata al successivo comparto di compostaggio.

39.2 TRATTAMENTO DI COMPOSTAGGIO

Il trattamento di compostaggio consiste nella fermentazione aerobica delle sostanze putrescibili residue ancora presenti nel digestato e negli scarti vegetali.

Trattandosi di un processo prevalentemente di tipo biologico, esso richiede il mantenimento di specifiche condizioni operative, sia fisiche che chimiche:

- mantenimento di una porosità della biomassa attorno al 35 % per garantire un adeguato passaggio di aria e quindi di ossigeno ed evitare lo sviluppo di popolazioni batteriche anaerobiche, con produzione di cattivi odori causati da acido solfidrico, ammoniaca e altre sostanze odorigene; da questo punto di vista, la giusta miscelazione di parti verdi come sfalci, foglie e parti legnose come ramaglie che lasciano piccoli spazi aperti è ottimale per il controllo della porosità;
- mantenimento di una concentrazione di ossigeno all'interno della massa da compostare compresa tra il 5 ed il 10 % per favorire la proliferazione e l'attività di decomposizione dei batteri aerobi;
- mantenimento, almeno nella fase iniziale, di una umidità compresa tra il 55 ed il 70 % per favorire l'attività batterica;
- controllo del pH, che durante il processo tende ad acidificarsi, a valori superiori a 6 per evitare la produzione di cattivi odori originati dall'ammoniaca.

Esistono diverse modalità di esecuzione del trattamento di compostaggio; nel presente progetto si è previsto un trattamento in cumuli statici aerati, con aerazione forzata, adatto a materiali caratterizzati da significativi impatti olfattivi e/o notevoli concentrazioni di composti azotati.

Questo processo viene comunemente chiamato "Sistema Beltsville" ed è frequentemente utilizzato, specie negli Stati Uniti, in impianti di compostaggio simili.

Il materiale è posto in cumuli non movimentati e l'ossigenazione avviene per mezzo di tubi diffusori in cui circola aria aspirata in forma forzata; gli apparati di tubi, posati dentro a canalette annegate nei basamenti che ospitano i cumuli di materiale, sono dotati di fori che costringono l'aria a passare forzatamente attraverso la matrice in compostaggio per aspirazione.

Le canalette di alloggiamento hanno anche la funzione di raccogliere il percolato che si produce durante il processo di compostaggio.

Il processo di compostaggio è stato dimensionato nel rispetto delle "Linee guida relative alla costruzione ed all'esercizio degli impianti di produzione di compost" ex Deliberazione Giunta Regionale Lombardia 16 Aprile 2003, n°7/12764.

Il processo di compostaggio viene suddiviso in due fasi processistiche in relazione all'intensità dei processi microbici, alla conseguente velocità di consumo di ossigeno e quindi di apporto di aria:

- una prima fase in cui la biomassa si presenta come forte consumatrice di ossigeno e nella quale si sviluppano temperature elevate: fase definita come ACT (Active Composting Time) o anche "Fase attiva";

- una seconda fase di rallentamento dei processi metabolici, con conseguente riduzione della richiesta di ossigeno, quindi di apporto di aria, che richiede minore necessità di controllo del processo: fase definita come CP (Curing Phase) o anche “Fase di maturazione”.

La tecnologia proposta è quella del compostaggio in trincee statiche in aspirazione.

Si tratta di trincee realizzate in calcestruzzo armato (pavimento e pareti laterali) nel cui pavimento viene realizzato un sistema integrato di aspirazione dell'aria di processo.

Il sistema è integrato da uno specifico sistema di controllo del processo biologico, con monitoraggio mediante sensori automatici che rilevano e comunicano l'andamento dei vari parametri di processo al PLC di controllo mediante un sistema di acquisizione dati.

Il sistema di controllo è anche dotato di un sistema di visualizzazione dei dati costituito da un interfaccia di lettura e comando per i gestori dell'impianto.

Il processo di compostaggio avviene in un capannone completamente chiuso, con altezza utile di 6,00 m, con controllo del flusso aeriforme.

Il tempo di processo totale, tra fase ACT e fase di maturazione CP, ai sensi della citata Deliberazione n° 7/12764 deve essere non inferiore ad 80 giorni.

Nel presente progetto il tempo complessivo è stato assunto pari ad 84 giorni, così suddivisi:

- fase ACT: 14 giorni
- fase CP : 70 giorni.

In effetti il trattamento di compostaggio della biomassa in oggetto, data l'elevata percentuale di materiale già digestato anaerobicamente, sarà completato in circa 30- 50 giorni.

Le due fasi di compostaggio vengono dimensionate nel modo seguente:

1) fase ACT.

- numero di trincee: 3
- larghezza unitaria: 6,00 m
- lunghezza cumulo: 15,70 m
- altezza media cumulo: 3,00 m
- volume unitario cumulo: 282,00 m³
- volume totale disponibile: 846,00 m³

- alimentazione del comparto su 365 giorni/anno: 31,60 t/giorno
- densità miscela: 0,600 t/ m³
- volume alimentato: 52,67 m³ /giorno
- volume minimo di processo necessario: 737,38 m³

In uscita dal trattamento ACT la biomassa si ridurrà del 30 % in termini di volume e del 20 % in termini di peso.

Pertanto alla successiva fase di maturazione CP perverranno, su 365 giorni/anno, 36,87 m³/giorno e 25,28 t/giorno di biomassa.

2) fase CP.

- numero di trincee: 7
- larghezza unitaria: 6,00 m
- lunghezza cumulo: 15,70 m
- altezza media cumulo: 4,00 m
- volume unitario cumulo: 370,00 m³
- volume totale disponibile: 2.587,00 m³
- alimentazione del comparto su 365 giorni/anno: 36,87 m³/giorno
- volume minimo di processo necessario: 2.581,00 m³.

In uscita dal comparto di maturazione si prevede che saranno prodotti 18,00 t/giorno e 22,00 m³/giorno di compost.

Questo materiale sarà sottoposto ad un trattamento di vagliatura su vaglio rotante per l'eliminazione del materiale avente dimensioni superiori a 10 mm, costituito prevalentemente da materiale legnoso proveniente dal flusso dei rifiuti verdi.

Il quantitativo di materiale legnoso da ricircolare è stimato in 3,2 t/giorno

Si prevede che dopo vagliatura rimarrà un quantitativo di compost di qualità pari a 14,80 t/giorno, pari a 4.588 t/anno.

39.3 SISTEMA DI MONITORAGGIO DEI PARAMETRI DI PROCESSO

Il processo di compostaggio sarà dotato di un sistema di monitoraggio dei parametri di processo costituito da:

- n° 3 sonde per trincea (30 sonde in totale) per la misura della temperatura, in acciaio INOX con sensori tipo PT 100;
- n° 1 sensore di ossigeno dell'aria aspirata sottocumulo dai ventilatori (10 sensori in totale);
- sistema di misurazione della portata aspirata da ogni ventilatore, basato sulla velocità e/o sulla potenza assorbita;
- tutti i motori dei ventilatori di aspirazione aria dalle 10 trincee saranno regolati da inverter per il controllo delle portate aspirate in modo da garantire l'uniformità e la continuità di aerazione della biomassa da ottimizzare i consumi energetici,
- sarà fornito un software di gestione dei segnali provenienti dai sensori e dal quadro elettrico , per la memorizzazione dei parametri misurati e la gestione automatizzata del sistema di ventilazione, tale da garantire la indipendenza di ogni trincea dalle altre e la maggior flessibilità operativa.
- sarà installato un PLC completo di monitor per il comando e il controllo del sistema.

39.4 SISTEMA DI ASPIRAZIONE ARIA DI PROCESSO

Il processo di compostaggio sarà dotato di un sistema di aspirazione aria sottocumuli necessaria per garantire le condizioni aerobiche di decomposizione della materia organica putrescibile residua.

Il sistema di aspirazione dovrà garantire:

- l'estrazione dalle trincee ACT di una portata d'aria non inferiore a 30 Nmc/h di aria per tonnellata di biomassa accumulata ;
- l'estrazione dalle trincee CP di una portata d'aria non inferiore a 10 Nmc/h di aria per tonnellata di biomassa accumulata .

Ciò verrà ottenuto realizzando sotto alle trincee delle canalette drenanti in materiale (PEAD) resistente all'attacco di liquami acidi, quali il percolato , coperte da grigliati con foratura atta a impedire la caduta della biomassa ma a consentire la percolazione del colaticcio e il passaggio dell'aria in aspirazione.

Dette canalette avranno quindi la funzione sia di convogliare il percolato liquido al trattamento che l'aria ai ventilatori di processo.

Si prevede di installare due canalette parallele per ogni trincea, aventi dimensioni di 300 x 300 mm, dotate di:

- flangia al collettore di aspirazione aria esausta sottocumuli;
- raccordo a T sulla parte terminale, con valvola a farfalla di intercettazione sul tronchetto di innesto nelle condotte di aspirazione aria ai ventilatori;

- innesto nella canaletta principale di raccolta dei drenaggi del comparto di compostaggio per l'invio all'impianto di trattamento dei liquami.

39.5 VENTILATORI DI ASPIRAZIONE

I ventilatori di aspirazione hanno lo scopo di convogliare l'aria esausta estratta dai cumuli di compostaggio al sistema di trattamento arie esauste.

I ventilatori saranno del tipo centrifugo, a semplice aspirazione, realizzati con cassa e girante in lamiera d'acciaio INOX e basamento in acciaio al carbonio zincato a caldo.

Saranno dotati di cassonatura insonorizzante e alloggiati in due vani chiusi all'interno del capannone di alloggiamento del sistema di miscelazione/compostaggio.

Saranno del tipo ad azionamento diretto, completi di giunti antivibranti in aspirazione e mandata, supporti antivibranti, portina di ispezione, girante bilanciata staticamente e dinamicamente, tappo di scarico condensato, filtro in aspirazione.

Come detto in precedenza, i motori dei ventilatori saranno regolati da variatori di fase (inverters) per consentire il controllo e la regolazione della velocità e della portata, il tutto gestito da un PLC generale.

Saranno installati 3 ventilatori a servizio delle trincee ACT e 7 ventilatori a servizio delle trincee CP.

I ventilatori a servizio delle trincee ACT dovranno garantire una portata minima di aspirazione di 30 Nmc/h per tonnellata accumulata e cioè:

- $30 \times 442,4 = 13.272$ Nmc/h totali, pari a 4.424 Nmc/h per ventilatore.

Si prevede di installare tre unità aventi le seguenti caratteristiche:

- portata: 5.500 Nmc/h;
- prevalenza: 6.000 Pa;
- potenza installata: 15 kW;
- giri minuto: 3.000;
- potenza massima assorbita: 13,2 kW
- regolazione motore tramite inverter.

tata, il tutto gestito da un PLC generale.

I ventilatori a servizio delle trincee CP dovranno garantire una portata minima di aspirazione di 10 Nmc/h per tonnellata accumulata e cioè:

- $10 \times 1.775,1 = 17.551$ Nmc/h totali, pari a 2.507 Nmc/h per ventilatore.

Si prevede di insellare sette unità aventi le seguenti caratteristiche:

- portata: 3.000 Nmc/h;
- prevalenza: 6.000 Pa;
- potenza istallata: 7,5 kW;
- giri minuto: 3.000;
- potenza massima assorbita: 6,6 kW
- regolazione motore tramite inverter.

39.6 CONDOTTE DI ASPIRAZIONE ARIA SOTTOCUMULI

Le condotte di aspirazione aria hanno lo scopo di convogliare l'aria esausta estratta dai cumuli di compostaggio ai ventilatori.

Vengono dimensionate avendo cura che la massima velocità di transito delle arie esauste sia inferiore a 15 m/s, in modo da ridurre le perdite di carico e il rumore.

Le condotte di aspirazione aria delle trincee ACT vengono dimensionate nel modo seguente:

- massima portata : 4.896 mc/h, cioè 1,36 mc/s;
- diametro condotta: DN 400 (PVC SN4),
- velocità di transito: 10,82 m/s

Le condotte di aspirazione aria delle trincee CP vengono dimensionate nel modo seguente:

- massima portata : 2.775 mc/h, cioè 0,77mc/s;
- diametro condotta: DN 315 (PVC SN4),
- velocità di transito: 10,00 m/s.

La condotta di mandata generale delle arie esauste al trattamento sarà DN 900.

39.7 IMPIANTO UMIDIFICAZIONE BIOMASSA.

L'impianto di compostaggio prevederà uno specifico sistema di umidificazione della biomassa, in grado di far controllare il grado di umidità presente in ogni trincea.

Sarà realizzato con ugelli/spruzzatori in PE/PVC dotati di elettrovalvole disposti in modo da garantire una corretta e uniforme umidificazione della biomassa accumulata nelle trincee.

L'apertura/chiusura delle elettrovalvole sarà regolata in automatico dal PLC di gestione complessiva del processo.

L'impianto di umidificazione sarà alimentato dal liquame in uscita dall'impianto di depurazione e pertanto sarà dotato di specifici filtri antintasamento.

39.8 VAGLIO ROTANTE DI SELEZIONE DEL COMPOST

la biomassa compostata sarà trattata presso un vaglio rotante per la eliminazione della frazione con dimensioni maggiori di 1 cm, che sarà inviata in testa al trattamento di compostaggio.

La frazione restante, costituita da compost di qualità, sarà accumulata entro il capannone e quindi inviata alla destinazione finale.

Il vaglio sarà del tipo a tamburo rotante orizzontale, dotato di tramoggia di carico, tamburo di vagliatura con velocità di circa 23 giri/min, nastro trasportatore materiale sopravaglio, nastro trasportatore materiale sottovaglio.

Potenzialità di trattamento: 35 m³/h

Potenza installata: 10 kW.

40. IMPIANTO DI DEODORIZZAZIONE

L'impianto sarà dotato di un sistema di deodorizzazione dei composti odorigeni, in quanto tratta rifiuti organici fermentescibili ed inoltre prevede la messa in riserva della frazione vetro/lattine/terre di spazzamento, con prevedibile significativo impatto odorigeno.

Si prevede pertanto l'installazione di uno specifico trattamento di aspirazione aria potenzialmente odorigena e di abbattimento dei composti con tecnica di umidificazione a scrubber e successiva biofiltrazione.

L'aria contenuta all'interno dei locali della tabella sotto riportata conterrà significative componenti odorigene e pertanto verrà aspirata ed inviata allo

specifico trattamento di deodorizzazione prima di essere immessa in atmosfera, in particolare:

Tabella 1- locali con aspirazione aria

Edifici	Superficie [m ²]	Altezza [m]	Volume [m ³]	N° di ricambi d'aria	Portata [m ³ /h]
1. Edificio ricezione e pretrattamenti FORSU	1.240	7,5	9.300	4	37.200
2. Essiccazione digestato	304	7,,5	2.280	4	9.120
3. Miscelazione verde e digestato, vagliatura compost	1.360	7,5	10.200	4	40.800
4. Compostaggio	1.460	6	8.760	4	35.040
5. Ricezione verde	620	6	3.720	2	7.440
6. Ricezione vetro, RSU e terre spazzamento	880	6	5.280	2	10.560
7. Impianto dep. liquami	/	/	/	/	5.000

A questi volumi di aggiunge una stima di 1.600 m³/h di eventuali incondensabili non riciclati nell'impianto di essiccamento termico.

L'aria odorigena di alcuni edifici sarà immessa in altri edifici prima di essere inviata al trattamento di deodorizzazione ed in particolare il sistema prevede il convogliamento dell'aria aspirata dai locali di ricezione vetro, terre di spazzamento e RSU e dell'edificio ricezione verde verso il locale di miscelazione verde e essiccato, mentre l'aria proveniente dal locale di essiccazione del digestato sarà inviata all'edificio di compostaggio.

Il flusso complessivo da trattare in deodorizzazione risulterà pertanto quello proveniente dai locali 1, 3, 4 e 7 oltre all'eventuale quantitativo di incondensabili

dal trattamento di essiccazione e quindi : $37.200,00 + 40.800,00 + 35.040,00 + 5.000,00 + 1.600 = 119.640,00 \text{ m}^3/\text{h}$.

Nel presente progetto si prevede di dimensionare il trattamento di aspirazione aria e di deodorizzazione per un volume totale di $130.000 \text{ m}^3/\text{h}$, in modo da disporre di un franco di sicurezza per eventuali necessità di incremento dei volumi da trattare.

Le componenti odorigene sono dovute essenzialmente alla presenza di sostanze osmogene (composti solforati-mercaptani, ammoniacali-amminici, ecc..) e la tecnica prevista per il loro abbattimento è la biofiltrazione.

Questa fase di trattamento sarà costituita da un sistema combinato scrubber/biofiltro specificamente adatto alla rimozione delle componenti odorigene derivanti dalla movimentazione e trattamento di sostanza organica putrescibile.

Lo scrubber, del tipo monostadio, è costituito da una colonna verticale di lavaggio dell'aria estratta dal capannone, alimentata con acqua.

L'installazione dello scrubber a monte del trattamento con biofiltro è determinante per il corretto funzionamento dello stesso, in quanto permette di abbattere le eventuali polveri presenti in sospensione nell'aria, evitando che queste vadano ad intasare rapidamente il materiale del letto biofiltrante con riduzione degli eventuali acidi organici ed inoltre consente la saturazione dell'aria, evitando l'essiccazione del materiale biofiltrante stesso.

Nel biofiltro, le sostanze odorigene vengono assorbite da uno strato di 1,50 m di materiale poroso di origine vegetale, dove in condizioni controllate di umidità, pH, tempo di contatto e di nutrienti organici ed inorganici, si verifica la metabolizzazione delle sostanze odorigene contenute nel flusso gassoso.

Il processo è autosufficiente e non necessita di apporto esterno di energia o di agenti chimici.

I biofiltri sono inoltre dotati di un impianto di irrigazione a pioggia in grado di umidificare il letto in caso di necessità.

40.1 SCRUBBER DI LAVAGGIO/UMIDIFICAZIONE DELL'ARIA ASPIRATA

L'aria aspirata dalle varie unità riportate per un totale massimo di $130.000 \text{ m}^3/\text{h}$ viene convogliata tramite relative condotte aeree di aspirazione fino ad un cunicolo centrale delle dimensioni di 1,6 m x 1,6 m per poi confluire verso due scrubber di lavaggio/umidificazione.

Lo scopo del trattamento è il seguente:

- elevare il livello di umidità relativa dell'aria fino a valori prossimi alla saturazione, per evitare l'essiccamento del biofiltro e la conseguente perdita di efficacia filtrante; infatti le componenti odorigene vengono

assorbite dall'umidità superficiale del materiale filtrante prima di essere digerite biologicamente;

- abbattimento di eventuali poveri trascinate dall'aria aspirata;
- ridurre le sostanze chimico/fisiche contenute nell'aria aspirata che vengono a contatto con le parti esposte del ventilatore (girante, pale,,) aumentandone la durata e riducendo gli oneri di manutenzione.

Per i motivi suddetti, il ventilatore di aspirazione/mandata al biofiltro viene posto a valle dello scrubber.

Prima dell'uscita, l'aria attraversa appositi demisters (pacchi alveolari separatori di gocce) che eliminano gli effetti di trascinamento del liquido.

Per ridurre le dimensioni delle unità da installare e disporre di adeguata flessibilità gestionale in caso di manutenzione, saranno installati due scrubbers della potenzialità di 65.000 m³/h cadauno.

Ogni scrubber, del tipo verticale a torre in materiale plastico (PVC o PEAD), è dimensionato per trattare fino a 65.000 mc/h ed ha le seguenti caratteristiche:

- diametro interno utile: 4.000 mm;
- altezza: 7.700 mm;
- altezza dei corpi di riempimento: 3.000 mm
- volume dei corpi di riempimento: 37,68 m³;
- velocità di passaggio aria: 1,50 m/s,
- tempo di contatto: 2,08 s;

Ai piedi dello scrubber è ubicata la vasca contenente l'acqua di ricircolo del lavaggio, con volumetria utile di 10,00 m³.

Le vasche sono dotate di due elettropompe centrifughe (1 + 1R) per il ricircolo continuo dell'acqua di lavaggio, della potenza di 15,0 kW, in grado di sollevare 30 l/s di acqua.

Le condotte di alimentazione e scarico dello scrubber sono in PVC, con un diametro utile di 1200 mm.

40.2 ASPIRAZIONE E VENTILAZIONE DELL'ARIA DA DEODORIZZARE

Oltre ai ventilatori a servizio dell'aspirazione aria dai singoli edifici, gli scrubber ed i biofiltri saranno dotati di uno specifico sistema di aspirazione aria.

Il sistema di aspirazione/invio alla biofiltrazione sarà dimensionato per una portata d'aria di 65.000 m³/h per due unità.

Il ventilatore dovrà garantire la prevalenza necessaria per l'aspirazione dell'aria, il passaggio nello scrubber di umidificazione e la perdita di carico nel biofiltro.

Con le velocità dimensionali assunte per il dimensionamento delle condotte di aspirazione dell'aria e dello scrubber, le perdite di carico del sistema risultano:

- perdite nello scrubber: 800 Pa
- perdite nella mandata alla biofiltrazione: 300 Pa
- perdite in biofiltrazione: 2.000 Pa

TOTALE PERDITE: 3.000 Pa (30 mbar).

L'aspirazione aria viene effettuata tramite un ventilatore centrifugo per linea (2 in totale), posto a valle dello scrubber, che rilancia ai biofiltri, avente le seguenti caratteristiche:

- ventilatore cassonato;
- cassone in profilati in lega di alluminio estruso e pannelli in acciaio zincato;
- rivestimento interno fonoassorbente, Classe 1, spessore 5 mm;
- ventilatore centrifugo a pale rovesce con motore accoppiato direttamente alla girante ;
- basamento in acciaio con verniciatura epossidica;
- corpo: polipropilene;
- girante: acciaio INOX 304
- motore con potenza di 75 kW, trifase 400 V/50 Hz;
- velocità rotazione: 1.100 giri/min
- gruppo motore/ventola montato su pannelli antivibranti;
- giunto antivibrante montato sulla bocca premente;
- flangia aspirazione: DN 1.200;
- in grado di erogare 65.000 m³/h con $\Delta p = 3.000$ Pa;
- regolazione motore mediante variatore di frequenza (inverter).

40.3 BIOFILTRAZIONE

Il sistema di biofiltrazione previsto ha lo scopo di completare la rimozione delle sostanze odorigene ancora contenute nell'aria in uscita dallo scrubber, riducendo quelle componenti (COV) che non sono state solubilizzate nel fluido di lavaggio e/o trattenute con le polveri.

I principi su cui si basa la azione del biofiltro sono analoghi a quelli utilizzati nei processi di trattamento biologico della acque reflue, in quanto dipendono dalla azione di un ampio spettro di microorganismi (batteri, funghi, muffe e lieviti) in grado di metabolizzare, mediante reazioni biochimiche di ossidazione ed idrolisi, i composti organici ed inorganici volatili presenti negli effluenti gassosi.

Questi vengono trasformati in vapore d'acqua, anidride carbonica e biomassa.

La colonia microbica necessaria per la biofiltrazione si sviluppa sulla superficie di un opportuno supporto naturale attraverso il quale viene fatta circolare la corrente d'aria da trattare.

La tecnica prevista mostra in generale un'elevata efficienza di abbattimento delle sostanze organiche volatili, maggiore del 90%.

L'impianto previsto costituisce una soluzione ottimale per il trattamento di effluenti gassosi derivanti da aspirazione dell'aria estratta da edifici chiusi addetti allo stoccaggio/trattamento preliminare di sostanze organiche da raccolta differenziata dei rifiuti.

Inoltre l'aria da trattare, in uscita dallo scrubber ad umido ed immessa nel biofiltro, in condizioni di saturazione svolge una azione di controllo del grado di umidificazione della parti più interne del letto filtrante, nella quali la temperatura viene ad essere mantenuta tra 10 e 45 °C e l'umidità tra il 40 ed il 70%.

L'attività biologica raddoppia ad ogni intervallo di incremento della temperatura di 10°C.

Un biofiltro è costituito da:

- sistema di distribuzione dell'aria nel biofiltro;
- sistema di supporto del letto filtrante;
- materiale di riempimento del biofiltro;
- sistema di umidificazione per mantenere l'umidità relativa ottimale tra il 55 ed il 70%.

Nel presente progetto si prevede di installare una serie di biofiltri paralleli ed affiancati, delimitati da muri perimetrali in c.a.; l'aria proveniente dai due scrubber tramite le rispettive condotte in PVC DN 1200 correrà all'interno di un cunicolo centrale dal quale sarà immessa nel fondo dei biofiltri tramite condotte laterali e successive bocche di alimentazione laterali regolate da serrande.

Il materiale filtrante sarà sostenuto da elementi portanti (ad esempio da grigliato in vetroresina) che consente di creare una intercapedine di base utile per distribuire l'aria in modo uniforme su tutta la superficie inferiore del letto filtrante.

Gli elementi portanti saranno a loro volta sostenuti da piedini di supporto che consentiranno di creare un'intercapedine inferiore di distribuzione dell'aria al materiale filtrante.

Il materiale vegetale, collocato al disopra della struttura di supporto, ha uno spessore di 1,50 m ed è costituito da una miscela di corteccia macinata miscelata a residui di legno e cellulosa.

La porosità del materiale di riempimento deve essere compresa tra l'80 e il 90%; l'elevata porosità permette il passaggio e la distribuzione della corrente gassosa in ingresso (e quindi anche dell'ossigeno) ed inoltre riduce le perdite di carico per l'insufflazione dell'aria.

Il fondo del biofiltro è realizzato in leggera pendenza per raccogliere e convogliare i percolati che si formeranno durante il trattamento.

Lungo il bordo superficiale dei muri di contenimento corrono condotte con ugelli sprinkler, che in caso di necessità possono garantire una irrigazione a pioggia supplementare.

La verifica della attività della popolazione microbica può essere effettuata controllando la temperatura della massa; infatti l'attività di degradazione dei composti gassosi comporta lo sviluppo di un notevole quantitativo di energia, con conseguente aumento di temperatura della massa filtrante.

La flora batterica che permette l'abbattimento delle sostanze odorigene è di tipo mesofilo-termofilo, per cui le condizioni di temperatura che si sviluppano devono essere mantenute.

Si riportano le concentrazioni medie residue attese in uscita dall'impianto di deodorizzazione.

- C.O.V.: $\leq 10 \text{ mg/Nm}^3$
- H_2S : $\leq 0,1 \text{ mg/Nm}^3$
- Mercaptani: $\leq 0,18 \text{ mg/Nm}^3$
- Acido Acetico.: $\leq 0,1 \text{ mg/Nm}^3$
- Azoto ammoniacale (NH_3): $\leq 0,5 \text{ mg/Nm}^3$
- Sostanze odorose : $\leq 150 \text{ OU}_e/\text{m}^3$

Per il dimensionamento dei biofiltri si è fatto riferimento alle specifiche tecniche della D.G.R. 30 maggio 2012 – n. IX/3552 (Caratteristiche tecniche minime degli impianti di abbattimento per la riduzione dell'inquinamento atmosferico derivante dagli impianti produttivi e di pubblica utilità, soggetti alle procedure autorizzative

di cui al D.lgs. 152/06 e s.m.i. – Modifica e aggiornamento della d.g.r. 1 agosto 2003 – n.7/13943) ed in particolare alla - Scheda BF 01-impianto a biofiltrazione.

La scheda indica questa tecnologia come adatta all'abbattimento di odori, C.O.V. e C.I.V. proveniente dal trattamento di rifiuti urbani che possono generare emissioni di C.O.V. o C.I.V. odorigeni o non.

La massima portata da trattare è pari a 130.000 m³/h.

Lo spessore del materiale filtrante deve essere compreso tra 1,0 e 2,0 m: è stato previsto uno spessore di 1,50 m (0,5-1,5 secondo le BAT europee)

Il Carico Specifico Superficiale (C_s) che esprime il flusso di gas che attraversa l'unità di superficie (sezione) del biofiltro è stato tenuto \leq a 110 Nm³/m² per ora.

Adottandosi una superficie utile totale di 1.200,00 m², il C_s risulta pari a 108,33 Nm³/m² per ora.

Il carico Specifico Volumetrico (C_v) che esprime il flusso di gas che attraversa l'unità di volume del biofiltro secondo le norme regionali deve essere \leq a 100 Nm³/m³ aria per ora.

Adottandosi una volume utile di 1.200,00 x 1,50 = 1.800,00 m³, il C_v risulta pari a 72,22 Nm³/m³ per ora.

La velocità di attraversamento del biofiltro risulta pari a 0,03 m/s.

Il tempo di contatto T esprime il tempo di residenza del flusso gassoso nel biofiltro.

Un valore adeguato del tempo di contatto è necessario per permettere la degradazione delle sostanze organiche volatili.

Secondo le B.A.T.europee tale tempo non deve essere inferiore a 30-45 secondi; nel caso in esame il tempo di contatto risulta pari a 50 s.

Dal punto di vista costruttivo, il biofiltro sarà realizzato da 48 moduli funzionalmente separati con dimensioni unitarie di 5,00 x 5,00 m (25,00 m²/cad).

Il biofiltro sarà corredato da:

- sonde di temperatura ed umidità
- manometro sulla condotta di alimentazione aria odorigena per il controllo del grado di intasamento del materiale filtrante

41. IMPIANTO ANTINCENDIO E APPROVVIGIONAMENTO IDRICO

L'impianto sarà dotato di un autonomo impianto antincendio.

La classificazione del livello di pericolosità in base ai criteri di cui alla norma UNI EN 12845, consente di definire che nell'impianto sono presenti attività a Pericolo Ordinario (OH) ascrivibili alle classi OH2, OH3 e OH4 della citata norma.

Si può quindi ritenere che l'impianto sia classificabile come area di livello 2.

Per aree di questo genere è da prevedersi un sistema di protezione esterna in grado di garantire la contemporanea attività di N° 4 idranti DN 70 con erogazione unitaria di 300 l/s cadauno per almeno 60 minuti e con pressione residua non minore di 0,3 Mpa.

Viene pertanto previsto un sistema antincendio costituito da un serbatoio di accumulo dedicato, un gruppo di pressurizzazione e una rete idrica dedicata costituita da un anello chiuso e da 8 idranti soprasuolo DN80 con due sbocchi UNI 70.

Il volume minimo richiesto dalla normativa per il funzionamento contemporaneo di 4 idranti per 60 minuti è pari a 72 m³.

A fianco della palazzina Uffici/Servizi verrà realizzato un serbatoio in cemento armato con dimensioni utili interne di base 4,50 x 6,00m e 3,00 m di altezza utile, per un volume complessivo di 81,00 m³.

Il serbatoio sarà alimentato dalla rete acqua potabile e successivamente dal pozzo per acqua industriale da realizzare all'interno dell'impianto.

Per quanto concerne la rete antincendio, il serbatoio alimenta un gruppo di pressurizzazione antincendio conforme alle norme UNI EN 12845 e UNI 10779 avente le seguenti caratteristiche:

- 1 elettropompa da 1.200 l/s con 0,45 Mpa (4,5 bar) di prevalenza (15 kW)
- 1 elettropompa pilota di pressurizzazione da 0,75 kW
- 1 motopompa di riserva per motore diesel da 15 kW in grado di erogare 1.200 l/s con 0,45 Mpa (4,5 bar) di prevalenza.

Il gruppo installato sarà ampiamente sufficiente a garantire anche le prescrizioni previste dal D.M. 24 Novembre 1984 relativamente agli impianti antincendio a servizio di accumulatori di gas pressostatici (come il gasometro in oggetto) che al punto 2.14 stabilisce che possa essere installato un solo idrante UNI 45 in grado di erogare ad una pressione di un bar una portata al bocchello di 110 l/min.

Il gruppo sarà dotato di motori elettrici ad alta efficienza; motopompa ed elettropompa centrifuga di servizio orizzontali, elettropompa pilota centrifuga verticale.

Il gruppo di pressurizzazione antincendio sarà installato in un apposito vano coperto realizzato a fianco del serbatoio di stoccaggio, con elementi di tamponamento verticali e orizzontale REI 120.

L'installazione è del tipo sottobattente.

La rete antincendio, del tipo a maglie chiuse interconnesse, è in PEAD PE100 Ø160, PN16, con Øi = 131 mm.

La velocità massima in condotta è di 1,48 m/s con $Q = 20$ l/s e la rete è in grado di garantire 0,3 Mpa di pressione all'idrante più lontano nelle condizioni operative più critiche.

L'impianto antincendio è dotato di:

- n. 8 idranti a colonna UNI 70 con due sbocchi UNI 70.
- N° 1 gruppo attacco motopompa VV FF UNI 70 conforme a UNI 10779

Gli idranti saranno posizionati ad una distanza reciproca non superiore a 50 m.

Ogni idrante sarà munito di cassetta completa di tubazione lunga almeno 20 m, dotata di lancia erogatrice.

L'alimentazione dell'impianto avverrà dalla rete idrica interna al Centro. Nelle fasi iniziali dell'attività si utilizzerà l'acqua della rete idrica del Comune di Legnano.

Successivamente si prevede di realizzare all'interno del Centro un pozzo ad uso industriale, antincendio e per irrigazione del verde, che fornirà acqua per gli usi non potabili.

La realizzazione di questo pozzo era già stata prevista da AMGA Legnano nel 2011 e ne era stata presentata richiesta autorizzazione alla Provincia di Milano al Prot. N° 131563 in data 04/08/2011.

L'autorizzazione alla escavazione del pozzo era stata concessa dalla Provincia di Milano con atto Dirigenziale n° 3212/2012 in data 17/04/2012.

Poichè tuttavia AMGA Legnano comunicava alla Provincia di Milano, con nota protocollata alla stessa al n° 245459 in data 18/12/2012, di non essere in grado di stabilire una data di possibile inizio dei lavori per la esecuzione del pozzo, la Provincia, con Decreto Dirigenziale n° 6537 in data 19/06/2013, rigettava l'autorizzazione alla domanda.

Nell'ambito del presente progetto si prevede di realizzare il pozzo già a suo tempo previsto per l'approvvigionamento ad uso industriale, antincendio e irrigazione del verde.

Le caratteristiche della suddetta unità, conformemente a quanto già a suo tempo autorizzato, sono:

- Portata media di concessione: 5 l/s
- Prelievo massimo : 157.680 m³/anno
- Profondità di progetto: 60,0 m
- Colonna di produzione: De 219 mm
- Posizione dei filtri(indicativa): da 40 a 58 m dal p.c.
- Pompa sommergibile con portata massima di 10 l/s.

42. RETE ACQUA INDUSTRIALE

L'impianto sarà alimentato inizialmente dall'acquedotto pubblico; prevedendo però che in futuro esso potrà anche essere alimentato dal pozzo per uso industriale di cui al capitolo precedente, sarà dotato fin dall'inizio di una rete di acqua industriale per il lavaggio delle macchine e dei vani di servizio e per tutti gli usi non potabili, compresa l'alimentazione della rete antincendio, di umidificazione dei biofiltri e l'alimentazione del sistema di irrigazione delle aree a verde separato dalla rete potabile

La rete acqua industriale si alimenterà a partire da un serbatoio di accumulo di acqua della capacità di 75,00 m³.

Il serbatoio sarà alimentato inizialmente dalla rete potabile; in essi sarà installata una valvola a livello che attiva l'immissione d'acqua negli stessi quando il livello nei bacini si abbassa sotto la quota di massimo livello; in questo modo il bacino sarà sempre pieno di acqua.

Il bacino ha dimensioni utili in pianta di 5,00 m x 5,00 m ed un'altezza utile media di 3,00m.

Pertanto la volumetria utile disponibile è pari a 75,00 m³.

La rete acqua industriale sarà costituita da un gruppo di presa e pressurizzazione sottobattente e da una rete di distribuzione D_e 50 in PEAD PE 100 PN 16, con diametro utile interno di 40,8 mm.

Il gruppo di pressurizzazione sarà alloggiato all'interno di un locale apposito

Il gruppo di pressurizzazione sarà costituito da uno skid con due pompe autoadescanti orizzontali parallele, dotate di serbatoi a membrana da 24 l/cad con valvole di intercettazione a sfera.

Il gruppo è in grado, operando con entrambe le pompe, di erogare 200 l/min con una prevalenza di 400 kPa.

Considerando che opera sottoattente, il gruppo garantirà alla rete acqua industriale una pressione di 3,0-3,5 bar, più che sufficiente per le usuali attività di esercizio.

Sulla condotta di mandata sarà installato un pressostato di massima e minima che regolerà la partenza e la sequenza di avviamento delle due pompe; il pressostato sarà tarato tipicamente sul valore 3,0-5,0 bar.

Sulla condotta di aspirazione (DN 2") sarà installato un filtro per prevenire l'ingresso di corpi grossolani.

Sarà inoltre installato un interruttore di livello a galleggiante in vasca per proteggere le pompe dalla marcia a secco in caso di abbassamento eccessivo del livello idrico.

Il gruppo di pressurizzazione sarà dotato di quadro elettrico in grado di:

- scambiare l'ordine di partenza delle due pompe ad ogni avviamento;
- impedire il funzionamento del gruppo in caso di baso livello in vasca
- gestire le sequenze di avviamento/fermo pompe in base ai segnali del pressostato

Il gruppo sarà dotato di basamento con tappi antivibranti, valvole di intercettazione e non ritorno sia in aspirazione che in mandata, manometro sulla mandata.

Potenza installata: 2 x 1,85 kW, 400 V, 50 Hz.

Sulla condotta di mandata sarà installato un misuratore di portata che consentirà di quantificare la portata di acqua consumata dall'impianto di digestione FORSU.

43. RETE ACQUA POTABILE

Il consumo di acqua potabile dell'impianto di trattamento FORSU sarà molto modesto, limitandosi ai consumi per servizi igienici e docce del personale di impianto.

Stimando una presenza di massima 36 persone /giorno ed un consumo pro/capite di 100 l/g, di tratta di circa 3.600 l/giorno, arrotondato a 4.000 l/giorno.

Questo servizio sarà sempre alimentato dalla pubblica rete di acquedotto.

44 RETE DI DRENAGGIO ACQUE METEORICHE E ACQUE DI SERVIZIO

L'impianto sarà dotato di reti di drenaggio separate per le acque nere, le acque meteoriche raccolte sui piazzali e sulla viabilità e le acque meteoriche raccolte dalle coperture degli edifici e manufatti.

Il sistema di smaltimento delle acque meteoriche è stato concepito quindi in modo da gestire separatamente le acque provenienti dai tetti e coperture da quelle provenienti dai piazzali e dalla viabilità.

In questo modo le acque di drenaggio dei piazzali e delle strade, potenzialmente contaminate, non verranno mescolate con quelle provenienti dalle coperture. Le acque di prima pioggia, raccolte dalle strade e dai piazzali, separate da appositi manufatti, saranno inviate direttamente alla rete fognaria del Comune di Legnano.

Le acque meteoriche raccolte dalla coperture e le acque meteoriche di seconda pioggia drenate dai piazzali e dalla viabilità saranno smaltite negli strati superficiali del suolo.

Le acque nere (scarichi di processo, percolati, acque di lavaggio delle pavimentazioni interne, scarichi idrici di origine civile) saranno inviate all'impianto di depurazione liquami e, successivamente, alla rete fognaria del Comune di Legnano.

Le acque reflue provenienti dall'impianto di lavaggio automezzi, dopo pretrattamento, saranno inviate alla rete fognaria di Legnano assieme alle acque di prima pioggia e a quelle in uscita dall'impianto di depurazione

Di seguito vengono descritte le modalità di collettamento e smaltimento delle acque meteoriche provenienti dalle due tipologie di reti di raccolta.

44.1 RETE DI DRENAGGIO ACQUE METEORICHE DEI TETTI DEGLI EDIFICI E DELLE ACQUE DI SECONDA PIOGGIA DRENATE DAI PIAZZALI E DALLE STRADE

Le acque meteoriche raccolte dai pluviali dei tetti degli edifici e dei capannoni saranno collettate dalle rispettive reti di drenaggio, costituite da una serie di pozzetti e tubazioni in pvc collocate sul perimetro degli edifici, verso appositi campi drenanti costituiti da file di moduli drenanti.

Un modulo drenante è un dispositivo realizzato in materiale plastico che viene posizionato sotto la superficie del terreno e, una volta posato in opera, ha come scopo il fatto di garantire un volume che può essere sfruttato per immagazzinare acqua e favorire l'infiltrazione nel terreno sottostante non ponendo barriere impermeabili sul fondo. L'unione e la disposizione per file di un certo numero di moduli drenanti viene chiamato campo drenante. Questo tipo di soluzione, una volta collegato al sistema di raccolta delle acque meteoriche, permette di immagazzinare nei primi strati del sottosuolo una determinata quantità d'acqua e di rilasciarla gradualmente nel terreno rispettando più fedelmente possibile le condizioni che avvengono in natura per quanto riguarda la diffusione dell'infiltrazione, la distanza tra punto di raccolta e punto di rilascio nel terreno e la gestione delle portate di punta.

La posa in opera avviene disponendo in file e collegando i singoli moduli al sistema di smaltimento delle acque meteoriche da gestire, avendo cura di posarli

su un opportuno letto ghiaioso e di ricoprirli con un ulteriore strato di ghiaia. Il sistema moduli-ghiaia viene ricoperto con del terreno naturale fino al ripristino della topografia preesistente in modo da rendere riutilizzabile per gli scopi originari la superficie soprastante. La realizzazione dei campi drenanti prevede la stesura di un geotessuto nell'interfaccia tra le due diverse granulometrie di terreno sopra al campo drenante per evitare la penetrazione della frazione più fine in quella più grossolana posta inferiormente.

Anche le acque di seconda pioggia drenate dai piazzali e dalle strade, dopo la separazione delle acque di prima pioggia che saranno inviate alla depurazione, verranno disperse tramite campi drenanti negli strati superficiali del suolo.

44.2 RETE DI COLLETTAMENTO ACQUE REFLUE:RETE NERA

La rete di collettamento delle acque nere è dimensionata per i seguenti allacci:

- acque madri di troppo pieno derivanti dai diversi cicli di trattamento;
- sistemi di raccolta acque derivanti dal lavaggio e dalla pulizia dei locali interni degli edifici;
- sistemi di raccolta dei colaticci e dei percolati dai cicli di trattamento;;
- acque reflue provenienti dalle docce e dai sanitari degli spogliatoi nel locale pretrattamenti.

Tale rete, costituita da tubazioni in pvc e pozzetti disposti lungo le strade dell'impianto sarà collettata alla stazione di sollevamento posta all'ingresso dell'impianto di depurazione.

Successivamente, le acque ivi accumulate,attraverso la stazione di sollevamento, saranno inviate ai cicli relativi di trattamento.

Le acque in uscita dai cicli di trattamento, accumulate in un bacino interrato di bilanciamento, saranno inviate allo scarico finale nella rete fognaria esistente del Comune di Legnano, assieme alle acque di prima pioggia drenate dai piazzali e dalla viabilità interna.

Dal bacino interrato di bilanciamento in uscita dall'impianto di trattamento si alimenterà il gruppo di pressurizzazione che fornirà liquame alle fasi di idrolisi della FORSU e fase liquida ai gruppi di preparazione del polielettrolita necessario per il trattamento di disidratazione.

44.3 SOLLEVAMENTO ACQUE REFLUE E DI PRIMA PIOGGIA ALLA RETE FOGNARIA DI COMUNE DI LEGNANO

Le acque di prima pioggia drenate dalla viabilità e dai piazzali, le acque reflue provenienti dall'impianto di lavaggio automezzi e le acque reflue in uscita dall'impianto di depurazione saranno inviate alla rete fognaria del Comune di Legnano, assieme alle acque provenienti dalla limitrofa esistente piattaforma di raccolta differenziata.

L'allacciamento avverrà tramite una apposita stazione di sollevamento liquami con condotta di mandata in pressione.

Tale unità non è oggetto del presente progetto e verrà realizzata separatamente.

45 RETE DI TERRA

L'impianto sarà dotato di una rete di terra che soddisferà le prescrizioni delle vigenti Norme CEI 64-8 Fasc. 1000.

La maglia principale sarà realizzata mediante conduttore nudo interrato in rame, di sezione pari a 50 mm², posato in contatto con il terreno, ad una profondità non inferiore a 50 cm, integrato da dispersori con picchetti.

L'anello primetrale sarà collegato a 4 dispersori di terra, in acciaio dolce zincato, diametro 20 mm, spessore minimo del tubo 2mm, della lunghezza di 1.500 mm, con bandiera per l'allacciamento dei conduttori, alloggiati in pozzetti in cls delle dimensioni interne di 40 x 40 x 40 cm.

Alla rete di terra sarà collegata quella della cabina elettrica di ricezione, le armature metalliche degli edifici e dei manufatti, i collettori di terra dei quadri elettrici.

46 IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE ESTERNA

L'impianto sarà dotato di un impianto di illuminazione esterna, costituito da n° 10 apparecchi illuminanti.

Gli apparecchi illuminanti saranno costituiti da armature stradali montate su palo in acciaio zincato a sbraccio, altezza 8,00m.

I corpi illuminanti avranno corpo in alluminio, schermo in policarbonato antiurto, grado di protezione IP 557.

Le lampade saranno a vapori di sodio ad alta pressione con potenza di 250 W.

- a) palo in acciaio trafilato a caldo alto m 8 + 1,20 di braccio, zincato a caldo per immersione secondo UNI -EN 40/4-4.1
- b) armatura stradale con corpo in alluminio pressofuso, riflettore in alluminio ossidato anodicamente e brillantato e diffusore in policarbonato trasparente infrangibile ed autoestinguente V2, stabilizzato ai raggi UV, grado di protezione IP 437
- c) plafoniera a vapori di sodio ad alta pressione da 250 W, efficienza luminosa ≥ 100 lm/W e condensatore di rifasamento;
- d) fusibile di protezione da 4A del tipo rapido 5X20 ceramico.
- e) apparecchio illuminante e cavo alimentatore in Classe II

- f) cavo elettrico interno al palo per collegamento tra la derivazione e armatura in cavo flessibile in guaina tipo FG7R 0,6/1 kV
 - h) fessura con passacavo gomma per infilaggio cavo
 - i) basamento in calcestruzzo con dimensioni minime 80 x 80 x 100 cm.
- Cavi di alimentazione della dorsale principale tipo FG70R 0,6/1KV con tubo guaina di protezione in cavidotto flessibile a doppia parete Ø 100 mm.
 - Pozzetti in cemento prefabbricato 40x40x70cm, con fondo drenante, con coperchi in ghisa classe B 250

I corpi illuminanti saranno realizzati in Classe II e pertanto non sarà realizzata la relativa rete di terra.

Normativa: conformi alle vigenti norme IEC 598 – CEI 34-21, sono protetti con grado di protezione IP 557 per quanto riguarda il vano lampada e IP437 per il vano accessori secondo le EN 60529.

L'accensione dei corpi illuminanti sarà eseguita in modo automatico con l'ausilio combinato di orologio programmatore e sonda relè crepuscolare

47 IMPIANTO DI ALIMENTAZIONE ACQUE REFLUE AL TRATTAMENTO FORSU

L'impianto di trattamento FORSU utilizzerà, presso i mulini a martelli di triturazione delle materia grezza e presso i bacini di miscelazione e idrolisi una certa quantità di liquame di diluizione/idrolisi della sostanza secca sminuzzata.

Nei calcoli dimensionali si è stimato un quantitativo pari a totali 169 m³/giorno lavorativo, di cui 109 m³/giorno al trattamento nel mulino a martelli e 60 m³/h nei serbatoi di miscelazione/idrolisi.

Considerato che il ciclo lavorativo sarà di circa 7 ore giorno e considerando un franco di sicurezza dimensionale del 50%, il sistema di alimentazione del liquame di diluizione/idrolisi dovrà poter fornire circa 35 m³/h di liquame (9,80 l/s).

Si prevede di prelevare il liquame dal manufatto interrato di stoccaggio dei liquami depurati prima dell'uscita allo scarico finale, sulla cui soletta saranno alloggiati i quattro filtri (due su sabbia e due su carbone attivo), della capacità di staccaggio di 78 m³.

Si tratta di un manufatto in c.a. coperto, con dimensioni utili interne di 2,00 x 13,00 x 3,00(h) m.

Si prevede di realizzare una stazione di sollevamento posta in fianco al suddetto manufatto, con pompe in esecuzione asciutta, costituita da un gruppo di pressurizzazione.

Verrà installata una unità dotata di due elettropompe (1+1R) aventi ciascuna le seguenti caratteristiche:

centrifuga ad asse orizzontale, monoblocco

girante a vortice arretrata

portata : 35 m³/h

prevalenza : 10,00 m

potenza installata: 3,00 kW

potenza assorbita: 2,50 kW

La condotta di mandata sarà realizzata mediante tubazione DN 150 in polietilene alta densità, interrata, PN 10

48. SISTEMA DI SUPERVISIONE E CONTROLLO

L'impianto sarà dotato di un sistema di supervisione e controllo.

Il sistema di supervisione e controllo sarà costituito da:

- postazione centrale;
- quattro centraline periferiche (gruppo di cogenerazione, centralina Capannone ricezione, centralina Compostaggio, centralina Essiccamento termico).

Postazione centrale

L' Hardware al servizio della postazione di supervisione e controllo centrale per la gestione e la conduzione dell'impianto costituito da una unità avente la seguenti caratteristiche minime:

- personal computer con processore 3 GHz, 6 MB di Cache;
- memoria RAM 8 GB;
- Hard Disk 1 TB;
- controller
- lettore DVD;
- scheda di rete
- scheda grafica integrata 8 MB;
- scheda audio integrata;

- Floppy Disk da 1,44
- dispositivo per back up interno:
- tastiera italiana;
- mouse ottico;
- sistema operativo Windows 7 Professional;
- 4 slots per ampliamenti RAM;
- 3 slots PCI;
- 2 porte USB 3,0;
- 4 porte USB 2,0,
- modem esterno 56 K USB
- monitor LED 21,5" risoluzione 1920 x 10800;
- stampante ink jet ad alta risoluzione 5760 x 1440, stampante in escromia High Quality formato A4,A3,A5,B5.
- stampante ad aghi con 9 aghi,80 colonne, velocità fino a 375 cps,interfaccia parallela, trattore di spinta per modulo continuo;
- gruppo di continuità 1.500 VA a doppio trasformatore, isolamento galvanico.

IL Software al servizio della postazione di supervisione e controllo centrale per la gestione e la conduzione dell'impianto costituito da:

- software di gestione per centraline periferiche tipo SCADA;
- personalizzazione , configurazione ed attivazione del software tipo SCADA;
- configurazione centraline periferiche (n°3) nella postazione di supervisione;
- configurazione moduli I/O di espansione nella postazione di supervisione;

Sarà in grado di realizzare pagine video per sistemi di telecontrollo di impianti complessi, configurazione in campo e programmazione di centralina periferica, configurazione e programmazione in campo moduli di espansione I/O di una centralina.

Visualizzazione ore di funzionamento delle macchine installate.

Lettura dei dati in memoria nelle centraline periferiche .

Analisi dei dati, gestione degli archivi storici e degli eventi con possibilità di stampa.

Gestione degli allarmi da inviare con vari gradi di priorità.

Invio degli allarmi stabiliti a cellulari o telefoni fissi con messaggi vocali o SMS.

Trend delle variabili analogiche presenti nell'impianto(ore di funzionamento macchine, produzione di biogas, produzione di energia elettrica, ecc.).

Centraline periferiche

Tre unità costituite almeno da:

- N° 1 unità centrale a microprocessore programmata per il controllo ed il comando delle unità alimentate dai quadri locali di B.T.

- N° 3 schede da 32 ingressi digitali da 24 Vcc

- N° 2 schede da 32 uscite digitali da 24 Vcc

- N°1 scheda da 16 ingressi analogici da 24 Vcc

- N° 2 schede da 8 uscite analogiche da 24 Vcc

Alimentazione: 24 Vcc

Interruttori automatici di protezione

Relè ausiliari

Morsetteria e materiali complementari

Materiali di collegamento dei cavi e documentazione a corredo prevista dalla norma CEI 17-13/1

Centralina periferica costituita dal quadro di controllo del cogeneratore (QCCG) che comprende la fornitura di un PLC, installato nel quadro stesso, che effettua la supervisione del sistema, visualizzando ed archiviando i parametri più importanti del sistema.

Software centraline, manuali d'uso e corsi di formazione

Sarà fornito e installato il software per le unità periferiche di acquisizione e trattamento dati, fornito, installato, provato e messo in servizio.

E' prevista la fornitura di quattro manuali specifici per la configurazione particolare del sistema di supervisione e controllo.

Inoltre saranno effettuati corsi di formazione del personale di gestione curati da docenti per almeno dieci partecipanti con la fornitura della documentazione specifica dedicata.

49. ATTIVITA' SOGGETTE AI CONTROLLI DI PREVENZIONE INCENDI

In relazione ai disposti del D.P.R. 1 Agosto 2011, n° 151, concernente la prevenzione incendi, le attività previste nel presente progetto e che ricadono tra quelle soggette ai controlli di prevenzione incendi di cui all'Allegato I del suddetto regolamento sono :

- Attività n° 1, Categoria C: " Stabilimenti ed impianti dove si producono e/o impiegano gas infiammabili e/o combustibili con quantità globali in ciclo superiori a 25 Nm³/h".
- Attività n° 12, Categoria A: " Depositi e/o rivendite di liquidi infiammabili e/o combustibili e/o oli lubrificanti, diatermici , di qualsiasi derivazione, di capacità geometrica complessiva superiore ad 1 m³" .Liquidi con punto di infiammabilità superiore a 65°C per capacità geometrica complessiva compresa da 1 a 9 m³.
- Attività n° 49, Categoria C: " Gruppi per la produzione di energia elettrica sussidiaria con motori endotermici ed impianti di cogenerazione di potenza complessiva superiore a 25 kW. Potenza oltre 700 kW.
- Attività n° 74, Categoria B: " Impianti per la produzione di calore alimentati a combustibile solido,liquido o gassoso con potenzialità superiore a 116 kW". Oltre 350 kW, fino a 700 kW.

Per quanto riguarda il gruppo di cogenerazione, con potenza nominale di 1.026 kW, ad esso si applicano i disposti di cui al D.M. Interno 13 Luglio 2011 "Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la installazione di motori a combustione interna accoppiati a macchina generatrice elettrica o ad altra macchina operatrice e di unità di cogenerazione".

In particolare all'impianto in oggetto si applicano le disposizioni di cui ai TITOLI I e II dell'allegato al Decreto.

50. SEZIONE DI TRASFERENZA VETRO, TERRE DI SPAZZAMENTO E RSU

Questa sezione, "vetro e terre", è interamente realizzata in un capannone dedicato ubicato nel lato sud ovest dell'area dell'impianto. La rete di raccolta dei

percolati a servizio di quest'area sarà dotata di idonee griglie e di un pozzetto di decantazione per la separazione delle impurezze pesanti.

50.1 AREA VETRO E LATTINE

Il conferimento della frazione vetro e lattine avverrà direttamente mediante ribaltamento in apposita platea pavimentata dotata di muretti di contenimento in cls e rivestimento in metallo anti-usura; la platea sarà dotata di idonea pendenza e griglia di raccolta dei colaticci eventualmente generati, inviati alla depurazione.

L'area destinata alla messa in riserva misura complessivamente 200 m².

Tale superficie è idonea allo stoccaggio (messa in riserva) di un quantitativo pari a circa 224 ton di vetro e lattine, pari a circa 800 m³. Questo dimensionamento consente di avere una capacità polmone pari a 8/9 giorni di conferimento.

50.2 AREA TERRE DI SPAZZAMENTO

Le terre di spazzamento saranno scaricate direttamente a mezzo di ribaltamento delle macchine spazzatrici in cassoni scarrabili adeguatamente posizionati all'interno dell'impianto in capannone. I cassoni per il contenimento delle terre da spazzamento strade saranno posizionati nella zona mediana dell'impianto; data la loro ridotta altezza e i volumi richiesti, si è optato per due unità scarrabili a sponda bassa. Essi sono collocati in maniera da poter permettere il ribaltamento dei veicoli satellite su un lato lungo per entrambi i cassoni e agevolare comunque le operazioni di scarico. Tali cassoni (superficie totale occupata = 29 m²) sono idonei allo stoccaggio (messa in riserva o deposito preliminare) di un quantitativo pari a circa 11,2 t di terre di spazzamento, pari a circa 28 m³.

50.3 AREA RSU INDIFFERENZIATI DA CESTINI STRADALI

Gli RSU indifferenziati raccolti dai cestini gettacarta saranno scaricati direttamente a mezzo di ribaltamento in un press-container posizionato all'interno dell'impianto in capannone. Il press-container sarà posizionato nella zona mediana dell'impianto. Esso è collocato in maniera da poter permettere il ribaltamento dei veicoli e agevolare comunque le operazioni di scarico.

Tale cassone (superficie occupata = 14 m²) è idoneo allo stoccaggio (deposito preliminare) di un quantitativo pari a circa 10 t di rifiuti indifferenziati, pari a circa 30 m³.

51. IMPIANTO LAVAGGIO AUTOMEZZI

Nell'area del Centro è prevista la realizzazione di un impianto per il lavaggio mezzi, dedicata esclusivamente ai mezzi che AMGA Legnano impiega per la

raccolta rifiuti nei Comuni serviti e per la pulizia delle spazzatrici meccaniche. E' previsto che le operazioni di lavaggio saranno effettuate manualmente.

Il lavaggio mezzi sarà effettuato su una apposita platea in c.a. battuto dotata di canale grigliato centrale per la raccolta delle acque di lavaggio. Il sistema di lavaggio sarà di tipo manuale con lancia a pressione (idropluttrice) azionata direttamente dall'operatore addetto al lavaggio del mezzo.

Il lavaggio mezzi sarà dotato di autonomo sistema di pretrattamento delle acque di tipo fisico, prima dell'avviamento al depuratore centralizzato.

Il carico di reflui da trattare sarà indicativamente il seguente: Portata oraria media: $0,2 \text{ m}^3/\text{h}$.

Portata oraria massima: $0,4 \text{ m}^3/\text{h}$.

Portata oraria massima : $4,8 \text{ m}^3/\text{h}$.

Portata annua: 1.500 m^3 .

L'impianto sarà formato dalle seguenti componenti:

- Platea in cls. dotata di idonee pendenze e sistema di canaline per la raccolta delle acque di lavaggio;
- Sistema di lancia in pressione idonea al lavaggio di grandi mezzi e dotata di sistema di riscaldamento dell'acqua, regolazione della pressione e possibilità di addizione di detergenti;
- Griglia (per raccolta parti indesiderate leggere) e sistema di vasche per la raccolta delle acque di lavaggio;
- Tettoia struttura in metallo e copertura con materiale similare alle coperture degli edifici adiacenti (h utile 6,00 m).
- Impianto di trattamento acque di lavaggio conforme alle norme UNI-EN-858-1 per impianti di separazione di liquidi leggeri, composto da: sedimentatore, disoleatore, filtro a coalescenza.
- L'impianto di trattamento acque sarà realizzato con una struttura prefabbricata in c.a.e dimensionato per una portata massima di punta di $2,0 \text{ l/s}$.

Sarà diviso in due scomparti, di cui uno preliminare di sedimentazione ed uno secondario di disoleatura con filtro a coalescenza.

La volumetria utile sarà di $3,4 \text{ m}^3$, divisa nei due scomparti.

Il comparto di disoleatura sarà dotato di dispositivo di chiusura automatica con otturatore a galleggiante e dispositivo di avvertimento automatico ottico/acustico di eccessivo livello oleoso in vasca

Il separatore oli minerali dovrà essere del tipo compatto realizzato in CLS, monolitico completamente verniciato, suddiviso in 2 camere:

- camera di sedimentazione con deflettori in acciaio inox,
- camera di separazione e filtrazione completa di galleggiante sicurezza automatico, chiusura bloccaggio flusso, filtro a coalescenza con cartuccia filtro estraibile

La copertura del pozzetto dovrà essere tipo carrabile, con portata 400 KN, realizzata in cls monolitico, con doppia maglia d'armatura. I chiusini dovranno essere del tipo in ghisa sicurezza con portata D 400 KN.

52. PALAZZINA UFFICI E SERVIZI

L'edificio uffici sarà ad un piano con spazi interni a diversa altezza ma con la copertura posta comunque alla medesima quota.

Un corridoio con accesso dal portico esterno distribuisce:

- gli spogliatoi a servizio dell'intero impianto;
- servizio igienico per disabili;
- gli uffici,
- una sala riunioni;
- il locale per addetto pesa;
- locale tecnico per il sistema di riscaldamento.

L'edificio contiene inoltre:

- officina;
- magazzino /archivio;
- vasca accumulo acque industriali;
- locale pressurizzazione rete idrica interna.

L'edificio sarà realizzato parte con struttura portante in muratura, parte con struttura portante in travi e pilastri di cemento armato. L'intero edificio è esternamente rivestito con doghe di alluminio verticali preverniciate colore grigio antracite. I serramenti sono in alluminio verniciato del medesimo colore.

Tutti i trattamenti sono contenuti in edifici, l'esterno è rivestito in doghe metalliche colore grigio chiaro ed i serramenti sono in colore grigio antracite.

La viabilità interna sviluppa un anello che distribuisce gli edifici ed i manufatti, la pavimentazione sarà in asfalto, i marciapiedi ed i parcheggi saranno in blocchi di calcestruzzo tipo autobloccante 10 x 10 cm colore testa di moro.

L'area è già recintata con pannelli di tipo prefabbricato in cemento, in corrispondenza dell'ingresso sarà realizzato un cancello in ferro a disegno semplice. Le aiuole saranno sistemate a prato e verranno messe a dimora le specie arboree individuate nell'elaborato di progetto: "PR 3.1 Progetto: planimetria di dettaglio e sistemazioni esterne".

Il pavimento dei locali di lavoro è isolato dal terreno allo scopo di evitare la presenza di umidità, il piano di calpestio è più alto rispetto al piano di campagna circostante ogni ingresso. Sotto il pavimento è realizzato idoneo vespaio, regolarmente aerato, di altezza non inferiore a cm. 50.

Il pavimento dei locali di lavoro è realizzato in materiale resistente, di facile pulizia e tale da evitare in ogni caso polverosità.

I locali sono regolarmente aerilluminati.

Gli altri edifici sono dotati di impianti di trattamento d'aria che garantiscono i necessari ricambi d'aria.

Nella zona magazzino non si prevede l'installazione di impianto di riscaldamento poiché non vi è la permanenza continuativa di personale.

Gli uffici, gli spogliatoi e l'officina sono dotati di impianto centralizzato di riscaldamento con centrale termica in locale dedicato. Si prevede l'installazione di termoconvettori (fancoil) nella zona uffici e spogliatoi e di termoventilatori a soffitto nella zona officina.

I termostati ambiente saranno installati in ogni unità funzionale. La centrale termica installata garantirà anche la produzione di acqua calda sanitaria.

Gli uffici saranno raffrescati con un sistema di condizionamento centralizzato.

Si prevede la presenza massima di 8 lavoratori contemporanei.

Si realizza un'area servizi con le seguenti dotazioni:

- n. 1 blocco servizi uomini collegato ad uno spogliatoio di 14,44 m² dotato di due vani latrina, di due docce e di due lavabi;
- n. 1 blocco servizi donne collegato ad uno spogliatoio di m² 8,00 dotato di un vano latrina, una doccia ed un lavabo.

Allo spogliatoio donne si accede da disimpegno che distribuisce un servizio igienico adatto all'uso di persone con ridotte od impedita capacità motorie.

Il vano latrina ha superficie minima di m² 1,0; l'antibagno è usato come spogliatoio ed ha superficie superiore a m² 3,00.

Gli spogliatoi hanno superficie complessiva pari a mq 22,44 (8 mq spogliatoi donne e 14,44 m² spogliatoi uomini) a fronte della presenza di un numero contemporaneo di lavoratori massimo pari a 8.

Avranno pareti rivestite di materiale impermeabile e facilmente lavabile fino ad un'altezza di m. 2 dal pavimento; avranno regolamentare aero-illuminazione naturale.

Nei locali spogliatoi, che sono adeguatamente e regolarmente termoregolati, sono previsti lavatoi e punti per l'erogazione di acqua potabile, docce e spazio adeguato per armadietti.

53. IMPIANTO DI DEPURAZIONE ACQUE REFLUE

Le acque reflue in eccesso rispetto ai sistemi di ricircolo e riuso saranno soggette ad un trattamento depurativo in grado di garantire i limiti di accettabilità allo scarico nella rete fognaria del Comune di Legnano.

Pertanto le acque reflue, dopo trattamento, dovranno essere conformi ai limiti di cui al D.Lgs 152 /2006 per lo scarico in pubblica fognatura, di cui si riportano i parametri più significativi:

- COD \leq 500 mg/l;
- BOD5 \leq 250 mg/l;
- Solidi sospesi totali \leq 200 mg/l;
- Azoto ammoniacale (come NH_4) \leq 30 mg/l;
- Azoto nitrico \leq 30 mg/l.

Le portate da trattare varieranno in base a vari fattori, sia stagionali che operativi.

Alla base del presente progetto vengono assunti i seguenti valori:

- Percolato da fossa FORSU: 6,5 m³/giorno (su 310 gg/anno);
- Acque madri da ispessimento digestato: 81,5 m³/giorno (su 310 gg/anno);
- Acque madri da disidratazione digestato: 194,0 m³/giorno (su 310 gg/anno);
- Percolato da compostaggio: 8,5 m³/giorno (su 365 gg/anno);
- Percolato da scrubber/biofiltrazione aria odorigena: 30,0 m³/giorno (su 365 gg/anno);
- Acque reflue da servizi igienici e docce: 3-4,0 m³/giorno (su 310 gg/anno).

Complessivamente l'impianto riceverà circa 324,5 m³/giorno di liquame in tempo asciutto, oltre alle acque di prima pioggia dal sistema di drenaggio delle acque bianche.

L'impianto viene pertanto dimensionato per una portata media giornaliera di 330,00 m³/giorno , con una portata media oraria di 13,75 m³/h e di punta di 20,65 m³/h.

Le concentrazioni dei principali parametri inquinanti varieranno sensibilmente; vengono attese in ingresso all'impianto le seguenti concentrazioni medie:

- SST: 1.000 mg/l;
- COD: 2.570 - 3.000 mg/l;
- BOD₅: 950 – 1100 mg/l;
- N tot: 1.000- 1.170 mg/l;
- NH₄: 875 – 1000 mg/l.

Occorre pertanto effettuare un trattamento depurativo che garantisca le seguenti percentuali di rimozione dei carichi inquinanti:

- COD : 84%;
- BOD₅: 78 %
- NH₄: 97%.

Nella scelta del tipo di trattamento occorre considerare che i liquami da trattare provengono per la maggior parte già da una filiera di trattamento biologico (anaerobico) e che pertanto le componenti inquinanti costituiscono già la parte meno biodegradabile.

Inoltre l'abbattimento e/o la trasformazione di concentrazioni ammoniacali così elevate rende molto problematica l'attivazione delle specie batteriche, in particolare quelle denitrificanti.

A causa della variabilità e della complessità delle caratteristiche chimico-fisiche di questo refluo, non è possibile utilizzare un unico processo ed in un unico stadio per raggiungere i limiti richiesti allo scarico.

I trattamenti biologici ossidativi non garantiscono l'attivazione completa del processo a causa della possibile presenza di sostanze inibitrici o addirittura tossiche per i microorganismi, con particolare riferimento ai batteri facoltativi denitrificanti.

Si è prevista pertanto l'adozione di uno schema di trattamento del tipo fisico-chimico che non viene influenzato dalla biodegradabilità delle sostanze organiche presenti nel refluo.

Lo strippaggio con aria è uno dei metodi più economici e semplici per per la rimozione dell'azoto ammoniacale (che costituisce il parametro più impegnativo da abbattere) da un refluo preventivamente basificato.

La scelta si è quindi indirizzata verso una sequenza di processi che viene schematizza nelle sue fasi principali:

- Grigliatura fine dei liquami;
- Omogeneizzazione aerata;
- Trattamento chimico (correzione del pH);
- Strappaggio dell'ammoniaca;
- Trattamento chimico (coagulazione/flocculazione);
- Chiariflocculazione/sedimentazione;
- Filtrazione/coagulazione (su sabbia e carbone attivo);
- Ozonizzazione per eliminazione residui ossidabili.

Tutto l'impianto, escluso il parco serbatoi reagenti che sarà posizionato all'esterno (anche se coperto da una tettoia), sarà alloggiato all'interno di un capannone chiuso. Le unità contenenti aria odorigena (omogeneizzazione aerata, correzione del pH, sedimentazione) saranno coperte e l'aria aspirata sarà inviata al trattamento di deodorizzazione.

Il capannone sarà dotato di un sistema di leggera ventilazione per garantire un ricambio d'aria ogni 2 ore.

53.1 TRATTAMENTI PRELIMINARI

Il liquame in ingresso dalla rete fognaria perviene ad un impianto di sollevamento iniziale dotato di tre elettropompe sommergibili (2 + 1R) con girante arretrata alloggiate in una vsaca con volume di 40 m³, in grado di garantire lo stoccaggio di 3 ore di portata media.

Ogni pompa sarà in grado di sollevare 4,0 l/s.

Sulla condotta di mandata viene installato un misuratore magnetico di portata per la misura e registrazione dei volumi trattati.

Dal sollevamento le acque reflue pervengono alla sezione di grigliatura fine, dotata di una unità del tipo automatizzato a gradini, con luce interbarre di 3 mm; il materiale grigliato viene asportato tramite coclea ad un compattatore oleodinamico del grigliato e quindi ad un cassone di raccolta per l'invio a scarica.

Una seconda unità, del tipo a pulizia manuale, con interbarre di 3 cm, viene installata in parallelo alla prima e verrà utilizzata in caso di fuori servizio di quella automatizzata.

53.2 VASCHE DI ACCUMULO AERATE

Il liquame grigliato perviene a gravità ai due bacini di accumulo aerato.

Il volume complessivo dei due bacini è pari a 250 m^3 , in grado cioè di contenere un volume pari a 18 ore di portata media.

I due bacini, affiancati, hanno dimensioni unitarie di $8,00 \times 4,00 \text{ m}$ e profondità utile di $4,00 \text{ m}$.

La realizzazione delle vasche di accumulo è molto importante perchè consente di miscelare liquami con diverse caratteristiche, limitando le punte inquinanti di alcuni flussi di processo e consentendo di gestire in modo migliore l'intero ciclo di trattamento.

Sul fondo dei bacini sarà realizzato un tappeto di diffusori a bolle fini, alimentati da una centrale di produzione di aria compressa con soffiante a lobi insonorizzata.

Per la completa miscelazione del volume di liquame la fornitura di aria sarà pari a $1,2 \text{ Nm}^3 \text{ ora/m}^3$ di reattore e quindi in totale pari a $300 \text{ Nm}^3/\text{ora}$.

Sulle pareti laterali dei due bacini saranno realizzate due soglie di sfioro a stramazzo che alimenteranno il comparto di dosaggio del prodotto basificante e conterranno le pompe di sollevamento al trattamento di strippaggio dell'ammoniaca.

53.3 TRATTAMENTO CHIMICO (CORREZIONE DEL PH)

Il liquame in uscita dalle vasche di omogeneizzazione aerata perverrà al comparto di correzione del pH, per destabilizzare gli inquinanti nelle successive fasi di strippaggio e di chiariflocculazione.

Per le due fasi suddette è infatti necessario elevare il pH del liquame a valori di 11-12.

Si prevede di utilizzare soda (Na OH) in concentrazione al 25-32% che verrà dosata in ragione di 7 kg di reagente per kg di N da abbattere.

La soda sarà stoccata in due serbatoi in acciaio INOX muniti di scaldiglia, della capacità unitaria di $20,0 \text{ m}^3$, ubicati nel comparto serbatoi posti all'esterno dell'edificio di alloggiamento del depuratore e coperti da tettoia.

La soda sarà dosata nel comparto di correzione pH e il suo dosaggio sarà regolato da pompe dosatrici comandate da due misuratori di pH, di cui uno in ingresso al bacino e uno sulla condotta di mandata allo strippaggio.

Il comparto di correzione pH avrà dimensioni in pianta di $4,00 \times 5,00 \text{ m}$ e una profondità utile di $3,50 \text{ m}$, per un volume utile di $70,00 \text{ m}^3$.

Anche questo comparto sarà dotato di un tappeto di diffusori a bolle fini, per la miscelazione delle acque, alimentato dalla stessa centrale soffiante dei bacini di omogeneizzazione.

Per la completa miscelazione del volume di liquame la fornitura di aria sarà pari a $1,2 \text{ Nm}^3 \text{ ora/m}^3$ di reattore e quindi in totale pari a $84 \text{ Nm}^3/\text{ora}$.

Su un lato del comparto saranno alloggiate tre elettropompe sommergibili che solleveranno il liquame al trattamento di strippaggio dell'ammoniaca.

53.4 STRIPPAGGIO DELL'AMMONIACA

Il liquame proveniente dalla vasca di correzione pH viene sollevato alla torre di strippaggio.

Tale unità è costituita da un manufatto cilindrico in PP /PEAD, riempito con un corpo di riempimento alveolare.

Il liquame fluisce dall'alto in controcorrente con un flusso d'aria ricircolato da due ventilatori.

Tale contatto consente il gorgogliamento dell'azoto destabilizzato a pH 11-12, in forma gassosa.

Tramite una apposita pompa di ricircolo è possibile circolare più volte il liquame nella torre fino a raggiungere il grado di abbattimento voluto.

Il liquame sottoposto al trattamento di strippaggio viene quindi inviato a gravità al successivo trattamento di chiariflocculazione.

La corrente aerea arricchita di composti azotati viene inviata ad un'altra torre di contatto (scrubber), ove viene sottoposta a miscelazione con una soluzione diluita di acido solforico.

Il prodotto liquido ottenuto nello scrubber è costituito da una soluzione di solfato di ammonio e viene stoccato in due serbatoi da $5,00 \text{ m}^3/\text{cad}$, sempre ubicati nel bacino esterno di alloggiamento dei serbatoi di processo.

Questo prodotto potrà essere riutilizzato come fertilizzante o smaltito a norma di legge come rifiuto.

L'acido solforico per il trattamento della corrente gassosa sarà stoccato in due serbatoi da $10,00 \text{ m}^3/\text{cad}$, sempre ubicati nel bacino esterno di alloggiamento dei serbatoi di processo.

La torre di strippaggio viene dimensionata per una portata di $40,0 \text{ m}^3/\text{ora}$ di liquame (sono previsti più passaggi successivi per frazioni ammoniacali alte).

La torre avrà diametro di circa $2,00 \text{ m}$ e altezza di $6,00 \text{ m}$.

53.5 TRATTAMENTO CHIMICO (COAGULAZIONE/FLOCCULAZIONE)

Il liquame in uscita dal trattamento di strippaggio perviene alla fase di condizionamento chimico di coagulazione, mentre la fase di flocculazione/sedimentazione avviene successivamente in bacini separati.

Il pH del liquame da trattare perviene già con valori di 11-12 , utili per la fase di flocculazione e sedimentazione.

Per questa fase si prevede di utilizzare come coagulante il cloruro ferrico.

Il cloruro ferrico per il trattamento del liquame sarà stoccato in due serbatoi da 10,00 m³/cad, sempre ubicati nel bacino esterno di alloggiamento dei serbatoi di processo.

Il manufatto di contatto avrà capacità utile di 6,00 m³, con dimensioni in pianta di 3,00 x 1,00 m e altezza utile di 2,00 m.

Sul pozzetto sarà installato un elettromiscelatore lento a pale per la fase di miscelazione del liquame con il prodotto flocculante.

Dal bacino si origineranno le due condotte che andranno ad alimentare i due bacini circolari di flocculazione/sedimentazione.

53.6 TRATTAMENTO CHIMICO FISICO (FLOCCULAZIONE/SEDIMENTAZIONE)

La fase di flocculazione/sedimentazione verrà effettuata in due bacini affiancati a pianta circolare, con alimentazione centrale e uscita con flusso radiale centrifugo ascensionale.

Ogni bacino avrà diametro utile di 8,00 m, superficie utile di 36,00 m² e volume utile di 72,0 m³.

L'effluente in uscita, raccolto dalla canaletta circolare esterna, perviene al pozzetto di sollevamento liquami alla filtrazione, ubicato tra le due vasche.

Il fango precipitato sul fondo, raccolto dal carroponete rotante a trazione periferica, viene inviato ad un secondo pozzetto centrale, affiancato a quello di raccolta delle acque sedimentate; in questo pozzetto poveranno anche le acque di controlavaggio dei filtri a sabbia e carbone.

I fanghi e le acque di controlavaggio saranno quindi sollevati in testa al postispessitore del digestato, per essere poi inviati alla successiva fase di disidratazione.

Nel pozzetto di sollevamento alla filtrazione saranno installate due elettropompe sommerse che alimenteranno questo comparto.

I due bacini circolari saranno coperti con copertura rotante in vetroresina, collegata ai carriponte.

L'aria contenuta all'interno della copertura, pari a circa 108 m^3 , sarà aspirata e inviata al trattamento di deodorizzazione.

Calcolando un ricambio di aria di 2 volte/ora, il volume da aspirare sarà pari a $216 \text{ m}^3/\text{h}$.

53.7 TRATTAMENTO DI FILTRAZIONE/ADSORBIMENTO

Il liquame in uscita dal trattamento di chiariflocculazione sarà inviato al successivo trattamento di filtrazione/adsorbimento.

Il trattamento di filtrazione avverrà inizialmente su filtri a sabbia alimentati in pressione.

Si prevede di installare n° 2 unità con diametro di circa 2,00 m.

Le acque in uscita da tali unità verrà sollevato da due pompe verticali che alimenteranno il successivo trattamento di filtrazione/adsorbimento su letto di carbone attivo.

Questo processo è ottimo per ridurre le concentrazioni di COD e degli Alogenati tramite l'adsorbimento

Ancge in questo caso si prevede di installare n° due unità con diametro di circa 2,00 m.

Le unità saranno dotate di sistema di valvole pneumatiche di alimentazione/controlavaggio automatizzato a differenza di pressione o timerizzato, comandato da PLC.

L'aria compressa per il funzionamento della valvole pneumatiche sarà fornita dallo stesso compressore che alimenterà il circuito di ozonizzazione.

Le acque di controlavaggio saranno prelevate dal serbatoio da 78 m^3 sottostante alla soletta di appoggio dei filtri, nel quale verranno immessi i liquami in uscita dal trattamento di ozonizzazione, prima dello scarico alla fognatura comunale.

Le pompe di controlavaggio saranno del tipo sommergibile, immerse nella vasca di accumulo finale.

Le acque di controlavaggio saranno inviate al pozzetto di raccolta fanghi dei due sedimentatori finali e da questo inviate al postispessitore digestato.

53.8 TRATTAMENTO DI OZONIZZAZIONE

Il trattamento di ozonizzazione ha l'obiettivo di effettuare il finissaggio delle residue concentrazioni di azoto ammoniacale e di sostanze organiche eventualmente ancora presente dopo i trattamenti citati; infatti il contatto con la miscela aria/ozono comporta un energico trattamento ossidativo, riducendo soprattutto la frazione biorefrattaria.

Inoltre esso decolorerà l'acqua che potrebbe assumere colorazione rossastra a seguito del dosaggio di cloruro ferrico.

Esso avverrà all'interno di un bacino chiuso in c.a. e sezionato da diaframmi all'ingresso ed uscita per evitare che l'ozono immesso dal basso con i diffusori, dopo avere attraversato il liquame, possa raggiungere direttamente l'atmosfera: il gas esausto verrà inviato ad un termocatalizzatore prima dell'uscita in atmosfera.

Si prevede di realizzare una vasca di contatto con capacità utile di 27,00 m³, con dimensioni in pianta di 5,00 x 2,00 m ed altezza utile di 2,70 m.

Il generatore di ozono sarà del tipo ad alimentazione atmosferica.

La capacità di produzione di O₃ sarà di massimi 340 g/ora, corrispondenti ad un dosaggio di 16-24 ppm O₃ alla portata media giornaliera (13,75 m³/h) e quindi a 220/330 g/h.

L'ozonizzatore sarà dotato di compressore aria di alimentazione con essiccatore, sistema di raffreddamento ad acqua, sistema di distruzione termocatalitica dell'ozono residuo in uscita dalla vasca di contatto con il liquame.

Anche il sistema di ozonizzazione sarà gestito in modo automatico tramite PLC.

53.9 IMPIANTO DI ALIMENTAZIONE ACQUE REFLUE AL TRATTAMENTO FORSU

L'impianto di trattamento FORSU utilizzerà, presso il mulino a martelli di triturazione delle materia grezza e presso i serbatoi di miscelazione e idrolisi FORSU una certa quantità di liquame di diluizione/idrolisi della sostanza secca sminuzzata.

Nei calcoli dimensionali si è stimato un quantitativo pari a totali 169 m³/giorno lavorativo, di cui 109 m³/giorno al trattamento nel mulino a martelli e 60 m³/h nei serbatoi di miscelazione/idrolisi.

Considerato che il ciclo lavorativo sarà di circa 7 ore giorno e considerando un franco di sicurezza dimensionale del 50%, il sistema di alimentazione del liquame di diluizione/idrolisi dovrà poter fornire circa 35 m³/h di liquame (9,80 l/s).

Si prevede di prelevare il liquame dal manufatto interrato di stoccaggio dei liquami depurati prima dell'uscita allo scarico finale, sulla cui soletta saranno alloggiati i quattro filtri (due su sabbia e due su carbone attivo), della capacità di staccaggio di 78,0 m³.

