

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA
FACOLTA' DI INGEGNERIA

CORSO DI LAUREA SPECIALISTICA IN
INGEGNERIA ELETTROROTECNICA

TESI

*Analisi dei servizi ausiliari e autoconsumi effettivi degli impianti
di cogenerazione elettro-termica da biogas MT-ENERGIE*

RELATORE UNIVERSITARIO: Ing. Arturo Lorenzoni

RELATORE AZIENDALE: Ing. Andrea Brunello

AZIENDA OSPITANTE: MT-Energie Italia s.r.l. di Conselve (PD)

LAUREANDO: Eugenio Scricco

Anno accademico 2010/11

INDICE

INDICE	1
INTRODUZIONE	4
PREMESSA	6
MT Energie GmbH & Co.KG – Biogas Technologie	6
MT-ENERGIE Italia s.r.l.....	7
CAPITOLO 1: Principio di funzionamento di un impianto di cogenerazione elettro-termica da biogas MT-ENERGIE	8
1.1 Dati generali dell'impianto di processo.....	8
1.2 Normativa di riferimento	9
1.3 Quadro progettuale	10
1.3.1 L'impianto di processo.....	11
1.3.2 Gruppo di cogenerazione	19
1.3.3 Vano Pompe	20
1.3.4 Torcia di emergenza.....	21
1.3.5 Opere di allacciamento tra gruppo cogeneratore e cabina elettrica BT/MT	22
1.3.6 Opere di allacciamento alla rete elettrica pubblica	22
1.3.7 Locale tecnico e opere accessorie	22
1.3.8 Caratteristiche e tempistica di realizzazione delle opere	23
1.4 Descrizione del processo	23
1.4.1 Premessa.....	23
1.4.2 Materie prime utilizzate	24
1.4.3 Modalità gestionali dell'impianto	25
1.5 Piano di manutenzione.....	26
1.5.1 Procedure e obblighi per il personale addetto alla gestione dell'impianto	26
1.6 Quadro ambientale.....	28
1.6.1 Atmosfera (qualità dell'aria) e salute pubblica	28
1.6.2 Suolo, sottosuolo e ambiente idrico	36
1.6.3 Produzione rifiuti.....	39
1.6.4 Fonti elettromagnetiche.....	39
1.6.5 Flora, fauna, ecosistemi e paesaggio	40
1.6.6 Fattore socio-economico	40
CAPITOLO 2: Classificazione delle aree e piano di valutazione rischi	41
2.1 Oggetto e scopo	41
2.2 Definizione dei termini	42
2.3 Procedura di classificazione dei luoghi pericolosi	44
2.3.1 Normativa.....	44
2.3.2 Fonti di informazione	44
2.3.3 Considerazioni.....	44
2.4 Valutazione delle zone pericolose	45
2.4.1 Descrizione sintetica del processo nelle diverse sezioni dell'impianto	45
2.4.2 Sostanze pericolose	46
2.4.3 Sorgenti di emissione	46

2.4.4 Aperture	47
2.4.5 Ventilazione	48
2.4.6 Determinazione ed estensione delle zone AD	48
2.5 Considerazioni e conclusioni	50
2.6 Riepilogo condizioni operative, formule, iter calcoli e risultati.....	55
2.6.1 Caso 1: sistema di tenuta pneumatica della copertura vasche.	55
2.6.2 Caso 2: Tenuta dell'accoppiamento flangiato, tubazione di convoglio del biogas...	57
2.6.3 Caso 3: sistema di sicurezza contro sovrappressione e depressione.....	59
2.7 Scelta tipi di costruzioni a sicurezza secondo il tipo di zona AD	61
2.7.1 Costruzioni elettriche	61
2.7.2 Scelta dei tipi di costruzioni a sicurezza in relazione alla temperatura di accensione del gas o vapore.....	61
2.7.3 Scelta dei tipi di costruzione a sicurezza secondo il gruppo delle costruzioni	61
2.7.4 Costruzioni elettriche e non	62
CAPITOLO 3: P&Id - Process (o piping) and instrumentation diagram.....	63
3.1 Contenuto e finalità dello schema di processo	63
3.1.1 Simbologia per schemi di processo.....	63
3.2 Indicazioni di massima per l'esecuzione dei disegni	66
3.2.1 Simboli.....	66
3.2.2 Sigle	66
3.2.3 Legenda e allegati	68
3.3 Progetti realizzati.....	69
3.3.1 TENUTA DI BAGNOLI	69
3.3.2 Soc.Coop.MEZZANA	71
3.3.3 Az.Agr.CANOVA ENERGIA	76
3.3.4 Cooperativa Agroenergetica Territoriale – C.A.T	78
3.3.5 Az.Agr. ARIBERTI SOFFIANTINI.....	80
CAPITOLO 4: I servizi ausiliari degli impianti MT-ENERGIE	101
4.1 Normativa di riferimento.....	101
4.2 Classificazione degli ausiliari fornita dal GSE	104
4.3 Classificazione dei servizi ausiliari degli impianti MT-ENERGIE	105
4.3.1 Servizi ausiliari elettrici	106
4.3.2 Servizi antincendio.....	107
4.3.3 Ciclo acqua servizi	108
4.3.4 Ciclo aria compressa	108
4.3.5 Impianto acque reflue e residui liquidi di processo	108
4.4 Modalità di collegamento: schemi unifilari di alcuni impianti	109
CAPITOLO 5: Autoconsumi e previsioni effettuate in fase di progetto per alcuni impianti	112
5.1 Richieste da parte dei clienti	112
5.2 Relazione sui tempi di funzionamento ai fini di progetto	114
5.2.1 Alimentatore di biomassa solida.....	115
5.2.2 Miscelatori sommersi dei fermentatori	115
5.2.3 Miscelatori sommersi del post-fermentatore principale	115
5.2.4 Miscelatori sommersi del post-fementatore secondario	116
5.2.5 Miscelatori sommersi della vasca residui principale	116
5.2.6 Miscelatori sommersi della vasca residui secondaria	116

5.2.7 Miscelatori sommersi della pre-vasca liquami.....	117
5.2.8 Pompa per il caricamento dei liquami.....	117
5.2.9 Pompa a coclea eccentrica per la movimentazione dei substrati	118
5.3 Tabelle di calcolo degli autoconsumi/lista utenze redatte	118
5.3.1 Soc. Agr. AGRENERGIA PEGOGNAGA	119
5.3.2 Soc. Agr. CARMAGNOLA BIOGAS	121
5.3.3 Soc. Coop. BIOIDEA.....	123
5.3.4 Az. Agr. GALASTENA ENERGY	125
5.3.5 Az. Agr. PASQUALI	127
5.3.6 Az. Agr. CANOVA ENERGIA	129
CAPITOLO 6: Autoconsumi realmente misurati e calcoli della redditività di alcuni impianti.....	131
6.1 Report mensili.....	134
6.1.1 Azienda Agricola FERRARIO FRANCESCO ed ERNESTO di Calcinato (BS) ...	134
6.1.2 Cooperativa Agroenergetica Territoriale CAT di Correggio (RE)	138
6.2 Redditività dell'impianto: caso di sola alimentazione in autoconsumo	146
6.3 Redditività dell'impianto: caso con distinzione delle alimentazioni.....	148
CONCLUSIONI.....	152
GLOSSARIO.....	153
BIBLIOGRAFIA.....	155
RINGRAZIAMENTI	156

INTRODUZIONE

La tesina che ho presentato per il conseguimento della laurea triennale era una sorta di descrizione generale degli impianti di cogenerazione alimentati a biogas; a distanza di qualche anno mi sono invece prefissato di poter svolgere un'attività formativa che potesse inserirmi poi nel mondo del lavoro. Il mio desiderio più grande era quello di poter "toccare con mano" gli impianti di biogas che prima avevo solamente studiato: per il conseguimento della laurea specialistica è nata dunque l'idea di effettuare il tirocinio presso la ditta MT-ENERGIE ITALIA s.r.l. di Conselve, un'azienda che progetta e realizza impianti con questo tipo di tecnologia. L'obiettivo primario del tirocinio era incentrato dunque a conoscere appieno la tecnologia della produzione di energia elettrica dal biogas oltre a poter apprendere insegnamenti e formazione tali che potessero inserirmi agevolmente nel mondo del lavoro una volta conseguita la laurea. Durante l'esperienza di tirocinio, dal dicembre 2009 a marzo 2010, sono stato affiancato al tutor aziendale Ing. Andrea Brunello e mi sono cimentato principalmente nelle seguenti applicazioni:

- Stage formativo presso l'impianto AGRIGREEN a Rivarolo del Re (CR) con il gestore dell'impianto Umberto Caldarese;
- Progettazione e disegno CAD per la stesura del P&Id degli impianti in costruzione dal gennaio 2010 ad oggi;
- Revisione e aggiornamenti dei manuali di funzionamento forniti ai clienti MTE;
- Compilazione delle liste delle utenze elettriche comprensive di calcolo degli autoconsumi ipotizzati, ai fini delle pratiche ENEL-GSE per i nuovi clienti MTE in fase di autorizzazione;
- Visite ai cantieri degli impianti italiani in costruzione MTE: rapporti con il cliente, installatori, progettisti e direzione lavori;
- Incontri, dibattiti, discussioni e soluzioni possibili per le problematiche di gestione degli impianti in esercizio MTE;
- Progettazione di nuove soluzioni tecnologiche per gli impianti futuri MTE;
- Partecipazione alla conferenza servizi mirata all'assegnazione dell'autorizzazione unica per la costruzione di un nuovo impianto MTE, cliente Az. Agr. TOMASONI di Cinto Caomaggiore (VE);
- Inaugurazione con taglio del nastro degli impianti dei clienti MTE: STALLA SOCIALE di Monastier (TV), Az.Agr.FERRARIO di Calcinato (BS), Cooperativa Agroenergetica Territoriale CAT di Correggio (RE).

In quest'elaborato parlerò dei servizi ausiliari degli impianti di cogenerazione elettro-termica da biogas con tecnologia MTE, con tutte le problematiche che ne derivano per la progettazione, realizzazione e funzionamento degli stessi. Partirò con una descrizione generale di un impianto standard e andrò poi a parlare delle valutazioni del rischio e la classificazione delle zone ATEX, tale classificazione è d'obbligo, poiché pone delle regole per l'installazione delle utenze elettriche in zone a rischio di esplosione. Mi soffermerò poi sulla fase di progettazione del P&Id che descrive schematicamente ogni singola parte dell'impianto e quindi approfondirò l'argomento principale ovvero i servizi ausiliari degli impianti MTE con la valutazione finale sugli autoconsumi ipotizzati e realmente misurati.

PREMESSA

MT Energie GmbH & Co.KG – Biogas Technologie

Da 15 anni MT-ENERGIE offre le soluzioni tecnologiche più efficienti nel settore del biogas volte ad ottenere il massimo ricavo energetico. Nel 1995 quando le energie rinnovabili cominciavano a muovere i primi passi, Christoph Martens, figlio di un contadino e ingegnere appena laureato, lavorava già attivamente allo sviluppo di impianti di biogas a Rockstedt in Bassa Sassonia, nella Germania del Nord. Il primo impianto sorge nelle immediate vicinanze dell'azienda agricola paterna ed è ancora oggi perfettamente funzionante.

Da questa passione per l'innovazione nasce il gruppo MT-ENERGIE, che ad oggi ha realizzato in tutta Europa oltre 250 progetti di biogas, da 100 kWel fino a 2,4 MWel.

Con 350 dipendenti presenti in Europa e negli Stati Uniti, MTE cura non solo la progettazione e la costruzione degli impianti di biogas, ma accompagna il cliente durante la gestione dell'impianto offrendo un'assistenza biologica e tecnica all'avanguardia.

Nell'anno finanziario 2009 il gruppo MTE è riuscito ad incrementare notevolmente il suo fatturato rispetto all'anno precedente. Il ricavato complessivo supera gli 80 milioni di euro. Sul mercato tedesco l'emendamento della legge sulle energie rinnovabili (EEG) del 1 gennaio 2009 ha provveduto ad un sensibile incremento delle richieste. A questo si aggiungono gli ottimi affari di MTE all'estero. La grande richiesta di un'efficiente tecnologia per il biogas continua anche nell'anno finanziario 2010, così che si può contare su un ulteriore aumento del fatturato.

Di seguito le tappe principali dello sviluppo aziendale:

1995) Creazione dello studio di progettazione IdEA da Christoph Martens

Progettazione dei primi impianti di biogas

1997) Sviluppo copertura pressostatica MT a doppia membrana. L'invenzione della copertura pressostatica a doppia membrana nel 1997, contribuì a fare di Christoph Martens una delle figure chiave e più rinomate nello sviluppo della tecnologia del biogas in Germania.

2000) Sviluppo alimentatore di biomassa solida MT-FORTIS

2001) Costituzione MT-Energie GmbH & Co. KG

2002) Inaugurazione laboratorio MT per l'assistenza biologica MT-GENIUS

2004) Promozione del settore del biogas dalla nuova Legge tedesca sulle energie rinnovabili (EEG)
15 collaboratori (all'inizio del 2004)

2006) Inizio dell'espansione internazionale: MT-Energie entra nel mercato italiano
1000 coperture pressostatiche in funzionamento

2007) Produzione degli impianti di purificazione del biogas MT-Biomethan
Costituzione MT-ENERGIE Italia S.r.l.

2008) Costituzione MT-BioMethan GmbH
Inaugurazione della nuova sede centrale a Zeven

Apertura nuova filiale negli Stati Uniti

2009) Apertura nuove filiali in Inghilterra, Lettonia, Polonia e Slovacchia
300 collaboratori (fine 2009)

MT-ENERGIE Italia s.r.l.

Dopo essersi fatta un nome in Germania come partner affidabile nella realizzazione di impianti di biogas, nel 2006 l'azienda si è lanciata alla conquista dei mercati internazionali. Fondata nel 2007 a Conselve in provincia di Padova, MT-ENERGIE Italia S.r.l. è la prima filiale estera del gruppo. Nel 2008 è iniziata la costruzione dei primi impianti di biogas in Italia nelle provincie di Cremona, Piacenza, Mantova, Padova e Treviso con potenze comprese tra i 100 kWel e 999 kWel. Nello stesso anno diventano operativi presso la sede di Conselve l'ampio magazzino per la gestione del servizio di assistenza tecnica e il laboratorio microbiologico.

Dal 2008 ad oggi gli impianti con tecnologia MTE in funzione in Italia sono:

- Az. Agr. AGRIGREEN di Rivarolo del Re (CR) [999 kWel]
- Az. Agr. TADINI di Piacenza [100 kWel]
- Az. Agr. COMINELLO-BONDI di Volta Mantovana (MN) [999 kWel]
- STALLA SOCIALE di Monastier (TV) [999 kWel]
- TENUTA DI BAGNOLI di Bagnoli di Sopra (PD) [999 kWel]
- Az. Agr. PIZZAMIGLIO F.LLI di (CR) [999 kWel]
- Soc. Coop. MEZZANA di San Rocco al Porto (LO) [999 kWel]
- Az. Agr. FERRARIO di Calcinato (BS) [327 kWel]
- Cooperativa Agroenergetica Territoriale C.A.T. di Correggio (RE) [999 kWel]
- Az. Agr. CANOVA ENERGIA di Poggio Rusco (MN) [703 kWel]

quelli in fase di avviamento:

- Società Agricola ENERGY TRE di Bondeno (FE) [999 kWel]
- Società Agricola ENERGY QUATTRO di Bondeno (FE) [999 kWel]
- Az. Agr. ARIBERTI SOFFIANTINI di Grumello Cremonese (CR) [740 kWel]

e quelli in costruzione:

- Az. Agr. PASQUALI di Torre de Picenardi (CR) [625 kWel]
- Az. Agr. BORCIANI di Correggio (RE) [625 kWel]
- Società Agricola AGRIENERGIA di Pegognaga (MN) [999 kWel]
- Az. Agr. ZINI di Novellara (RE) [500 kWel]
- Società Agricola BELLATI di Arluno (MI) [999 kWel]

Attualmente nella sede italiana di Conselve lavorano più di 20 dipendenti suddivisi nei reparti amministrativo, commerciale, tecnico, cantiere e service.

CAPITOLO 1: Principio di funzionamento di un impianto di cogenerazione elettro-termica da biogas MT-ENERGIE

Gli impianti per la produzione di biogas con tecnologia MT-Energie (MTE) presenti in Italia sono sostanzialmente diversi gli uni dagli altri, in particolare ogni singolo impianto tiene conto di molti aspetti tecnici, impiantistici nonché economici che andranno poi a caratterizzarlo nel proprio funzionamento, in particolare:

- tipologia di materie prime per l'alimentazione (insilati, liquami, scarti agroindustriali, ecc...);
- strutture preesistenti (vasche, platee, ecc..);
- m² di terreno destinato alla costruzione;
- potenza elettrica installata del cogeneratore;
- richieste delle autorità in fase di autorizzazione (vigili del fuoco, regione, provincia, ecc...);
- disponibilità finanziarie del cliente.

Tenendo conto di tutti questi fattori ne escono degli impianti molto diversi tra loro per struttura e caratteristiche tecniche, fermo restando la tecnologia MTE di produzione del biogas e l'utilizzo diretto dello stesso nel cogeneratore che sono sempre gli stessi.

Fatta questa breve premessa, nel capitolo in esame andrò a descrivere un impianto della potenza nominale pari a 625 kWel: in particolare ho voluto riportare il caso reale dell'impianto in fase di avviamento dell'*Azienda Agricola Pasquali di Torre de Picenardi (CR)* facendo mia la relazione tecnica progettuale presentata in sede di conferenza dei servizi.

1.1 Dati generali dell'impianto di processo

L'impianto che viene descritto, basato su tecnologia MTE, si riferisce ad una configurazione in grado di consentire al gruppo di cogenerazione di erogare una potenza elettrica pari a 625 kW. Ciò significa una capacità di produzione annua lorda di energia elettrica pari a circa 5187500 kWh. Il piano di alimentazione ai fini del processo dell'impianto prevede l'utilizzo di biomasse di origine agricola, in particolare insilato di mais, letame bovino e liquame bovino. Si precisa che il biogas che si sviluppa dal processo di fermentazione anaerobica contiene, oltre al metano, anche biossido di carbonio e tracce di acido solfidrico. Tali caratteristiche non lo rendono quindi idoneo al trasporto a distanza mediante una rete di distribuzione di gas naturale e pertanto il suo impiego è funzionale all'utilizzo nel sito di produzione per l'utilizzazione in un gruppo di cogenerazione per la produzione di energia elettrica. Quest'ultima, essendo facilmente trasportabile, viene elevata a 20 KV e vettorializzata in rete di distribuzione pubblica. Dal punto di vista impiantistico l'impianto di digestione anaerobica viene realizzato dalla ditta MT- Energie Italia srl la quale adotterà le tecnologie e le soluzioni impiantistiche sviluppate in anni di ricerca e sperimentazione dalla casa madre MT Energie GmbH & Co.KG, Biogas-Technologie, le quali hanno provveduto a fornire le informazioni ed i parametri tecnici e dimensionali

descritti ai paragrafi successivi. Il cogeneratore verrà invece fornito da altra casa costruttrice in subappalto ad MT-Energie Italia srl.

1.2 Normativa di riferimento

Di seguito si riportano degli estratti d'interesse, da leggi Nazionali e della Regione Lombardia, utili per un giusto inquadramento legislativo applicabile agli impianti di cogenerazione da fonti rinnovabili.

Decreto Legislativo 29 dicembre 2003, n. 387 "Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità"

Art. 12. Razionalizzazione e semplificazione delle procedure autorizzative

1. Le opere per la realizzazione degli impianti alimentati da fonti rinnovabili, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli stessi impianti, autorizzate ai sensi del comma 3, sono di pubblica utilità ed indifferibili ed urgenti.

3. La costruzione e l'esercizio degli impianti di produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili, gli interventi di modifica, potenziamento, rifacimento totale o parziale e riattivazione, come definiti dalla normativa vigente, nonché le opere connesse e le infrastrutture indispensabili alla costruzione e all'esercizio degli impianti stessi, sono soggetti ad una autorizzazione unica, rilasciata dalla regione o altro soggetto istituzionale delegato dalla regione, nel rispetto delle normative vigenti in materia di tutela dell'ambiente, di tutela del paesaggio e del patrimonio storico-artistico. A tal fine la Conferenza dei servizi e' convocata dalla regione entro trenta giorni dal ricevimento della domanda di autorizzazione.

4. L'autorizzazione di cui al comma 3 e' rilasciata a seguito di un procedimento unico, al quale partecipano tutte le Amministrazioni interessate, svolto nel rispetto dei principi di semplificazione e con le modalità stabilite dalla legge 7 agosto 1990, n. 241, e successive modificazioni e integrazioni. Il rilascio dell'autorizzazione costituisce titolo a costruire ed esercire l'impianto in conformità al progetto approvato.

7. Gli impianti di produzione di energia elettrica, di cui all'articolo 2, comma 1, lettere b) e c), possono essere ubicati anche in zone classificate agricole dai vigenti piani urbanistici.

Legge regionale n. 26 del 12-12-2003 "Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche", come modificata dalla legge regionale n. 18 del 08-08-2006 "Conferimento di funzioni agli enti locali in materia di servizi locali di interesse economico generale. Modifiche alla legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26 Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sotto suolo e di risorse idriche", che all'art. 28 (Funzioni delle province) della legge 26/2003, inserisce il comma e) bis, il quale recita:

1. Le province provvedono, in particolare:

a rilasciare l'autorizzazione unica di cui all'articolo 12 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387

(Attuazione della direttiva 2001/77/CE relativa alla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità), ad esclusione degli impianti autorizzati dalla Regione ai sensi dell'articolo 17, comma 1, lettera c) e dell'articolo 44, comma 1, lettera h).

1.3 Quadro progettuale

L'impianto di cogenerazione per produzione finale di energia elettrica ($P_n=625\text{kW}$), si basa sull'utilizzo di biogas ottenuto da fermentazione anaerobica che avviene all'interno di un impianto di processo i cui componenti fondamentali risultano essere:

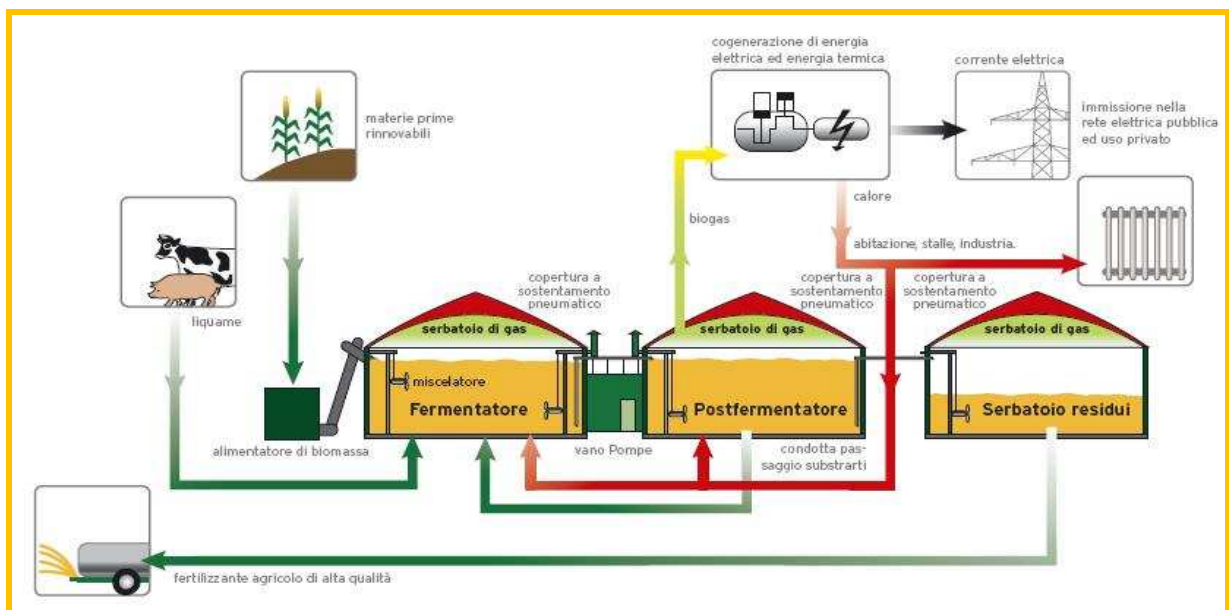
N°	Componente	Valore
		complessivo
1	Platee per lo stoccaggio degli insilati	5400 m ²
1	Prevasca liquami	153 m ³
1	Alimentatore di biomassa	57 m ³
1	Fermentatore	2.493 m ³
1	Postfermentatore	2.493 m ³
1	Vasca residui	3.186 m ³
1	Vano pompe	40 m ²
1	Cogeneratore	625 kW _{el}
1	Trasformatore	---
1	Torcia	---
	Accessori vari	

L'impianto di processo è destinato ad operare a ciclo continuo ed ininterrotto per circa 8300 ore/anno per produrre energia elettrica da immettere nella rete nazionale attraverso una cabina di interfaccia MT, che riceve e vettorializza l'energia elettrica in uscita dalla cabina BT/MT dell'utente. L'impianto MTE può prevedere lo sfruttamento dell'energia termica disponibile oltre quella utilizzata direttamente nel processo di fermentazione. L'impianto è concepito per utilizzare sostanze organiche vegetali quali, per esempio, mais, triticale oltre a reflui zootecnici, che di volta in volta dovranno essere concordati con il tecnologo di processo MTE. La potenza elettrica effettiva generata dall'impianto dipende dal tipo di gruppo di cogenerazione elettrica che sarà installato, nel caso in esame sarà impiegato un motore fornito dalla ditta AB ENERGY di potenza pari a 625 kW.

La potenza elettrica effettiva immessa in media tensione nella rete di distribuzione del gestore elettrico nazionale (GSE) sarà leggermente inferiore a causa degli autoconsumi dell'impianto (alimentazione dei motori e apparecchiature necessari al funzionamento dell'impianto di processo) e delle perdite di

trasformazione BT/MT. Tipicamente la potenza impiegata per gli autoconsumi ammonta a circa il 6% della potenza disponibile ai morsetti del gruppo.

Si assume, anche sulla base delle caratteristiche aziendali, che l'impianto sia alimentato con insilati di mais nelle proporzioni dettate dalle rese agronomiche. Con tali dati di riferimento il consumo orario di sostanza vegetale è circa 1.250 kg che, nell'ipotesi di esercizio di circa 8300 ore/anno a pieno carico, comporta un fabbisogno annuo di sostanza vegetale di circa 10.375 t con un consumo medio giornaliero di 30,00 t. La sostanza fermentata (digestato o residuo) è prevalentemente costituita da acqua e solidi nella misura tipica di 6÷8% in peso. La produzione media giornaliera di residuo è circa 21,78 t. Il refluo finale è un ottimo fertilizzante da utilizzare nelle pratiche agroculturali; l'impianto consente una capacità di accumulo (in volume chiuso) del digestato per oltre 389 giorni.



<Foto 1.1> Schema semplificato dell'impianto di processo

1.3.1 L'impianto di processo

L'impianto di processo per la fermentazione anaerobica della biomassa è l'insieme delle strutture che sono funzionali alla produzione del biogas, il quale verrà poi utilizzato per alimentare il gruppo di cogenerazione elettrica.

1.3.1.1 Descrizione Funzionale

L'impianto di processo utilizza un sistema di fermentazione anaerobica mesofila (temperatura di fermentazione 40 - 42 °C) a due stadi, che prevede un FERMENTATORE principale, un POSTFERMENTATORE (fermentatore secondario) che completa la fermentazione avvenuta nel primo stadio e una VASCA RESIDUI a captazione di biogas che consente lo sfruttamento ottimale dell'energia residua contenuta nella biomassa e funge da stadio di stoccaggio.

Il processo a due stadi si differenzia dalla configurazione classica utilizzata da altri fornitori nella misura in cui sia il primo stadio che il secondo offrono le stesse condizioni ambientali per i batteri. Non si

verifica dunque la rigida separazione tra l'idrolisi e l'acidogenesi da una parte, e tra l'acetogenesi e la metanogenesi dall'altra, bensì i due stadi agendo sequenzialmente consentono di raggiungere la massima resa in termini di produzione di biogas.

Nel secondo stadio si ricava ancora il 20% di resa di gas aggiuntiva sul totale di biogas prodotto. In questo modo viene assicurato un più rapido ammortamento dei costi, leggermente maggiori, dovuti alla presenza del secondo stadio.

In linea di principio, tutte le sostanze organiche sono adatte ad essere utilizzate come biomassa dei substrati di fermentazione. Si possono quindi utilizzare rifiuti dell'industria alimentare, effluenti di allevamento, materie prime rinnovabili derivate da attività agricole o sostanze analoghe. Il materiale all'uscita del secondo stadio passa nelle vasche residui che assolvono la funzione di stoccaggio del digestato.

Tutti i componenti dell'impianto di processo (fermentatore, postfermentatore e vasca residui) sono muniti di copertura a cono a doppia membrana (accumulatori pressostatici). Questa caratteristica, non strettamente necessaria nella vasca residui, consente di recuperare anche da quest'ultimo una piccola percentuale di biogas (2-3%) e inoltre consente di dotare il sistema di un volume di stoccaggio del biogas supplementare sufficiente a compensare una fermata del gruppo di cogenerazione di ca.16 ore. Si migliora inoltre l'efficienza di desolfurazione del sistema biologico.

1.3.1.2 Materiali e dimensioni degli accumulatori pressostatici

Gli accumulatori pressostatici che costituiscono la configurazione portante dell'impianto di processo sono costituiti da vasche in calcestruzzo armato con platea adeguata alla portanza del terreno nel sito di costruzione e pareti di spessore commisurato ai diametri adottati.

Gli accumulatori pressostatici dell'impianto dell'Az. Agr. Pasquali possiedono le seguenti caratteristiche di volume netto:

Descrizione	Quantità n°	Dimensioni Ø x h	Volume netto m ³
Fermentatore	1	23m x 6m	2493
Postfermentatore	1	23m x 6m	2493
Vasca residui	1	26m x 6m	3186

- ✓ Volume totale netto: 8.172 m³
- ✓ Permanenza del substrato: 78,4 giorni
- ✓ Tempo di ritenzione teorico: HRT 114,23 giorni

1.3.1.3 Allestimenti impiantistici degli accumulatori pressostatici

Ciascun accumulatore pressostatico sarà dotato di idonei agitatori sommersi alimentati da motore elettrico, che potranno essere posizionati ad altezza ed inclinazione variabile.

Il corredo di ciascun accumulatore, a seconda della sua funzione di processo, sarà:

- ✓ tre agitatori nel fermentatore primario
- ✓ due agitatori nel fermentatore secondario (postfermentatore)
- ✓ due agitatori nella vasca residui

I fermentatori del 1° e 2° stadio sono riscaldati alla temperatura di esercizio stabilita dal tecnologo di processo (40°C), mediante un sistema scambiatore a fascio tubiero predisposto sulle pareti interne delle vasche di calcestruzzo, che utilizza il calore recuperato dall'acqua di raffreddamento del gruppo di cogenerazione. Allo scopo di massimizzare l'efficienza della reazione di fermentazione che si instaura all'interno delle vasche, ciascun fermentatore e post-fermentatore viene esternamente coibentato con materiale isolante dello spessore di 10 cm.



<Foto 1.2> Sezione della parete del fermentatore

1.3.1.4 Prestazioni

Il riempimento iniziale previsto è a base di liquame. L'alimentazione con biomassa è costituita da insilati di mais e triticale, di letame bovino e di liquame. Tipicamente gli impianti MT-Energie lavorano al 93-96% del pieno carico con punte del 97%. Si assume in questo caso un fattore di carico nominale del 89% equivalente a 7.800 ore annue di funzionamento. La resa giornaliera dell'impianto intesa come sviluppo di biometano accumulato nella sacca degli accumulatori pressostatici è pari a 3.241 m³/giorno, che sarà utilizzato per alimentare il gruppo di cogenerazione collegato all'impianto di processo.

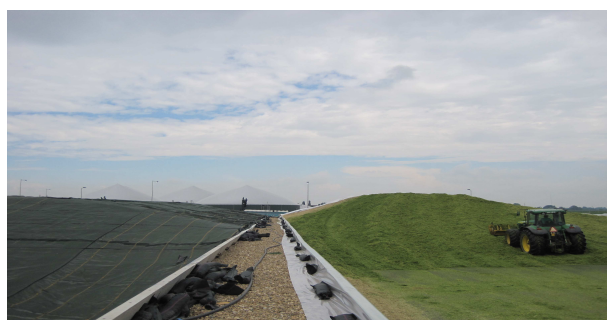
Alla pagina seguente si veda la tabella relativa ai bilanci di massa del processo:

MATERIA VEGETALE	MAIS II racc.	Triticale	MAIS I racc.	Letame bovino
Portata (t/g)	7,50	4,50	15,50	4,00
Concentrazione materia secca (%)	33	32	33	22
Concentrazione materia secca organica (%)	92	92	92	83
Portata materia secca organica (kg/giorno)	2.277	1.325	4.706	730
Concentrazione azoto in relazione a materia secca (%)	1,4	1,6	1,4	0,2
Resa in biogas (m ³ /t)	720	600	720	380
Resa in biogas in Nm ³ per tonn. di materia organica tal quale	218,6	176,6	218,6	69,4
Resa di biogas (m ³ /giorno)	1.639	795	3.388	278
Concentrazione di metano (%)	53%	54%	53%	53%
Resa giornaliera in metano (m ³)	869	429	1.796	147

Valori medi giornalieri in riferimento a un fattore di carico del 89 % annuo

1.3.1.5 Sezione di stoccaggio e alimentazione materie prime

Il sistema è costituito dalle trincee di stoccaggio degli insilati e risulta quindi funzionale alla corretta conservazione degli alimenti di origine vegetale per l'alimentazione dell'impianto di processo. Lo stoccaggio delle biomasse di origine vegetale sarà gestito mediante la realizzazione di trincee orizzontali con pareti in calcestruzzo di tipo classico. Le trincee sono libere sui lati corti, la pavimentazione avrà una pendenza pari all'1%. Le trincee sono dimensionate per consentire uno stoccaggio pari al fabbisogno annuo.



<Foto 1.3> Momento dello stoccaggio dell'insilato di mais nelle platee

Le pareti saranno realizzate con pannelli prefabbricati in calcestruzzo armato, il fondo sarà realizzato in calcestruzzo armato gettato in opera previa posa di rete metallica, avendo cura alla formazione di adeguata pendenza per drenaggio e recupero del percolato liquido eventualmente formatosi. Verrà realizzato un sistema di griglie e di condutture per la raccolta ed il convogliamento del percolato in un pozzetto grigliato con mandata verso l'impianto di processo (vasca residui).

1.3.1.6 Pre-vasca liquami

Lo stoccaggio del liquame sarà effettuato in una pre-vasca con copertura anti-odore non a captazione di gas, allestita all'uopo. La pre-vasca avrà forma di parallelepipedo/circolare e sarà posizionata in un'area prossima al digestore primario. Sarà dotata di una pompa con mandata al fermentatore e in previsione futura al post-fermentatore. Oltre alla pompa la pre-vasca sarà dotata di un miscelatore sommerso per la movimentazione del liquame onde evitare la solidificazione dello stesso.



<Foto1.4> In primo piano la pre-vasca liquami circolare. La freccia indica il punto di scarico del carro-botte nella vasca interrata

1.3.1.7 Sistema di alimentazione dei fermentatori

Il fermentatore primario è corredato di un sistema di alimentazione della materia solida proveniente dai silos trincea (insilati) costituito da una tramoggia di pre-carico e pesatura e da coclee di trasporto della materia prima all'interno del fermentatore. Il sistema di alimentazione è stato concepito per il rifornimento degli impianti a biogas con biomassa non pompabile, come ad esempio foraggio insilato e letame solido, ecc. I solidi presenti, caricati con pala meccanica nella tramoggia, vengono indirizzati alle coclee attraverso un impianto idraulico a fondo mobile. A questo punto le coclee sollevano gli insilati e li trasferiscono all'interno dei fermentatori. Il sistema di alimentazione presenta un container che funge da tramoggia/dosatore realizzata in acciaio verniciato con una capienza massima variabile a seconda delle taglie, che può essere facilmente riempita, secondo il bisogno, con un adeguato mezzo meccanico munito di apposita pala.



<Foto 1.5> Momento di caricamento della materia solida

Il container dosatore è montato a livello del suolo su 4 celle di carico, collegate ad un controllore di pesatura. Le diverse quantità dei componenti ed il loro dosaggio vengono registrate in modo preciso e memorizzate in una banca dati di esercizio.



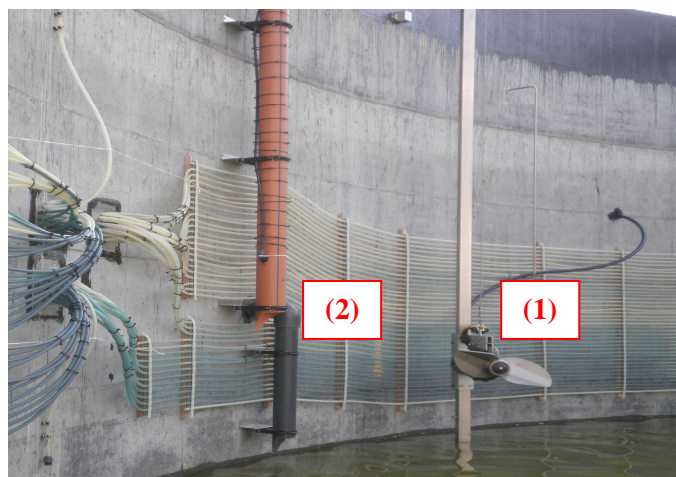
<Foto 1.6> Visualizzazione della pesata nello schermo

Le caratteristiche standard sono:

- ✓ Container a fondo mobile per trascinamento delle materie prime insilate
- ✓ Sistema di trasporto per solidi silenzioso e robusto
- ✓ Sistema a coclee estremamente robusto con struttura in acciaio inossidabile
- ✓ La dosatura automatica del peso garantisce un rifornimento costante ed affidabile del fermentatore
- ✓ Grazie al sistema di pesatura di MT-Energie le singole quantità dei vari substrati vengono registrate nel sistema di controllo dell'impianto
- ✓ Durante il riempimento dell'alimentatore l'operatore può selezionare i vari componenti tramite un telecomando.

1.3.1.8 Il sistema di miscelazione e travaso (MITRA)

Il sistema di miscelazione e travaso è funzionale al mantenimento della giusta omogeneità della concentrazione dei solidi ai valori ottimali nelle varie fasi di processo all'interno dei fermentatori e post-fermentatori. Fanno parte del sistema MITRA gli agitatori, la pompa di circolazione della biomassa e le tubazioni di collegamento tra le varie unità del sistema. Gli agitatori hanno la funzione di spostare e omogeneizzare il materiale organico all'interno dei fermentatori mentre la pompa e il circuito che alimenta consentono di mantenere la concentrazione dei solidi nelle varie unità ai valori ottimali per il processo di fermentazione.



<Foto 1.7> Particolari interni alle vasche: (1) miscelatori, (2) tubazioni per la movimentazione del digestato, prelievo e overflow

1.3.1.9 Sistema di sostentamento pneumatico delle coperture

Le coperture MT – Energie con accumulo integrato del biogas prodotto dal processo di fermentazione costituiscono un efficiente sistema “a tenuta” per la chiusura delle vasche in calcestruzzo armato che contengono il digestato in fermentazione.

Sono costituite da due membrane impermeabili di sagomatura conica, che vengono rastremate in corrispondenza dell’estremità superiore delle vasche mediante un anello idraulico mantenuto in pressione con aria in una speciale barra di fissaggio, determinando così la loro sigillatura perimetrale. Fra le due membrane coniche viene prodotta una piccola sovrappressione di 0.2 mbar circa, attraverso una soffiante d’aria esterna. Grazie alla struttura delle membrane, che consente l’assunzione della classica forma a cono sagomato, lo spazio sottostante all’intercapedine di protezione dalle intemperie meteorologiche viene utilizzata come sacca naturale di accumulo del biogas in grado di adattarsi con leggeri abbassamenti o innalzamenti a seconda della produzione di biogas e del consumo del cogeneratore. Le due membrane di copertura sono realizzate in materiali plastici appositamente testati per contenere la tipologia dei gas prodotti dai digestori. Le dimensioni variano in ragione delle dimensioni della vasca da coprire.



<Foto 1.8> Esempio di copertura di colore verde

Ciascun sistema di copertura pressostatica MTE è rappresentato da un sistema di accumulo a tenuta completo dei relativi dispositivi di sicurezza funzionale che si compone di:

- ✓ membrana esterna di protezione dalle intemperie;
- ✓ membrana interna di contenimento e accumulo del biogas;
- ✓ indicatore di livello della quantità di biogas accumulato nella sacca;
- ✓ dispositivo di sicurezza e protezione contro fenomeni di sovrappressione e depressione che si determinassero all’interno di ciascun accumulatore pressostatico.

Le coperture pressostatiche MTE presentano le seguenti caratteristiche:

- ✓ rapidamente installabili;
- ✓ colori diversi a seconda delle esigenze del cliente e al grado di esposizione solare del sito dove verranno installate;
- ✓ resistenza collaudata a condizioni climatiche severe del Nord Europa;

- ✓ facilità di apertura da ogni posizione per interventi di manutenzione;
- ✓ mantenimento di una visuale sempre libera sulla superficie del substrato in fermentazione grazie alla presenza della sottostruttura di sicurezza;
- ✓ qualità migliore del biogas accumulato grazie a un ampio volume di desolfurazione;
- ✓ attrezzabile su quasi tutti i contenitori circolari.



(1)



(2)

<Foto 1.9> Particolari delle coperture: (1) installazione, (2) copertura montata e funzionante

1.3.1.10 Trattamento di desolfurazione biogas

Ciascun accumulatore pressostatico viene dotato di un dispositivo per la pulizia e l'abbattimento dello zolfo contenuto nel biogas generato da processo di fermentazione anaerobica. La desolfurazione avviene mediante l'azione di batteri, che si annidano in colonie su una rete di plastica posta sotto la membrana di copertura a livello dell'orditura lignea a raggiera che costituisce il sistema anti-implosione e supporto delle membrane di copertura durante l'allestimento degli accumulatori pressostatici. Le colonie batteriche aerobiche vengono alimentate con l'immissione controllata di aria fornita da soffiante esterna. La struttura di supporto delle colonie di batteri desolforanti è realizzata da una rete plastica sostenuta dall'orditura lignea a raggiera evidenziata nella foto sottostante.



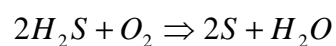
(1)



(2)

<Foto 1.10> Particolari della struttura lignea a raggiera (1) e della rete per il deposito dei batteri desolforanti (2)

Le dimensioni sono variabili in ragione del diametro delle vasche. L'immissione controllata di aria all'interno del fermentatore avviene in modo da soddisfare la reazione chimica:



L'acido solfidrico viene così convertito in zolfo elementare che si deposita sulle maglie della rete. Questo deposito cresce nel tempo in forma di protuberanze simili a stalattiti. Quando il peso della protuberanza eccede la forza di coesione della formazione sulfurea, lo zolfo cade all'interno del fermentatore senza che ciò determini un'alterazione al processo in corso.

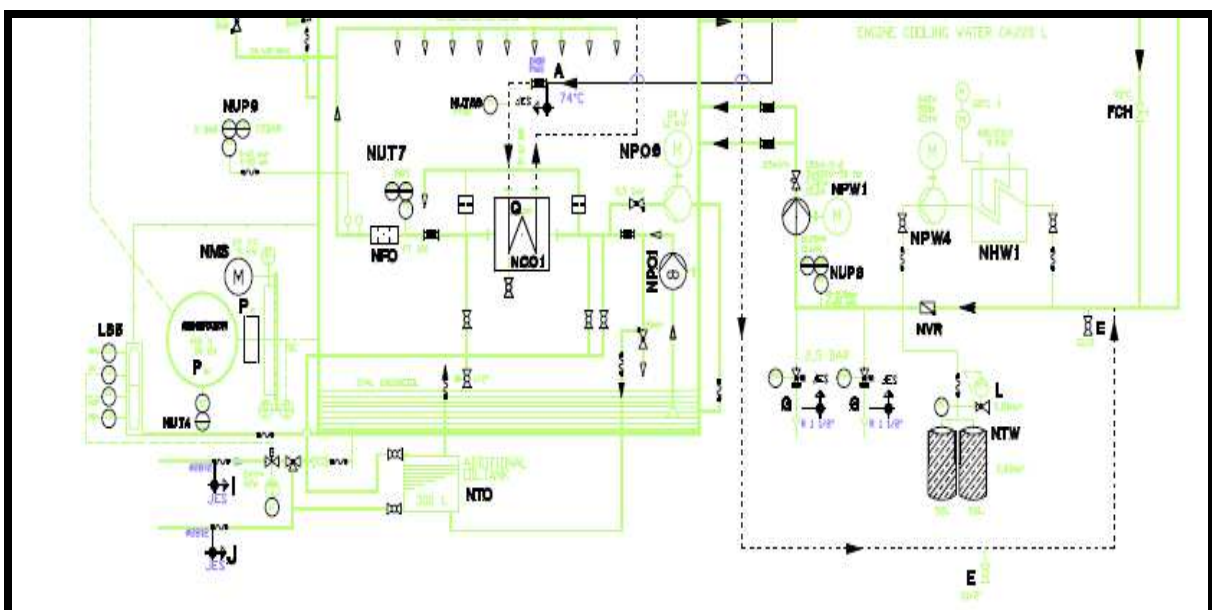


<Foto 1.11> Le protuberanze di zolfo simili a stalattiti attaccate alla rete plastica

1.3.2 Gruppo di cogenerazione

1.3.2.1 Descrizione funzionale

Il gruppo di cogenerazione CTEB è costituito da un motore primo a ciclo Otto modificato per poter essere alimentato con biogas, accoppiato ad un generatore sincrono. Il gruppo, oltre a generare energia elettrica, rende disponibile anche energia termica a bassa ed alta temperatura. L'energia termica a bassa temperatura (90°C) è resa disponibile con scambio termico dal liquido di raffreddamento del corpo motore, mentre quella ad alta temperatura (450°C) è resa disponibile da uno scambiatore a fasci tubieri nei fumi di scarico del motore.



<Disegno 1.12> Particolare del P&Id di un cogeneratore, tarato a 999 kWel, della ditta AB-Energy

1.3.2.2 Materiali e dimensioni

Il gruppo di cogenerazione, nella configurazione impiantistica tipica, viene alloggiato in un container di metallo (dimensioni standard, insonorizzato) ancorato su platea in calcestruzzo in posizione limitrofa agli accumulatori pressostatici con le dovute distanze di sicurezza (6 metri). All'interno del container, in apposito scomparto separato, sono alloggiati anche i quadri elettrici BT che dall'uscita dal generatore sincrono consentono sia la distribuzione primaria BT per alimentare le apparecchiature di processo dell'impianto biogas, sia il collegamento verso la cabina di trasformazione BT/MT (400V/20.000V) per la successiva immissione in rete dell'energia prodotta.

1.3.2.3 Caratteristiche tecniche

La taglia nominale massima di un cogeneratore consente di ottenere una potenza elettrica di circa 1MW. Nella pratica, con l'adozione del motore tipico, la potenza elettrica disponibile risulterebbe leggermente superiore e pari a circa 1.063 kWh. Di fatto operando una specifica taratura limitante dell'eccitazione del G.S. la potenza elettrica nominale generata risulta pari a 999 kW, ottemperando in tal modo alle prescrizioni normative vigenti. Nel caso in esame il motore sarà tarato per produrre una potenza di 625 kW ma è già predisposto per funzionare alla potenza di 999 kW.

1.3.2.4 Accessori, impianti in corredo al cogeneratore

Il gruppo di cogenerazione sarà corredato con le seguenti apparecchiature esterne:

- ✓ Unità chiller per deumidificazione finale del biogas;
- ✓ Rampa biogas di alimentazione cogeneratore per regolarizzare la pressione di ignizione del gruppo;
- ✓ Torcia di emergenza per consentire la combustione del biogas in caso di avaria prolungata del gruppo di cogenerazione, manutenzione o altra condizione di emergenza.

1.3.3 Vano Pompe

1.3.3.1 Descrizione funzionale

Si tratta di un vano posto tra il fermentatore e il post-fermentatore che risulta ricovero per: la pompa centrale di smistamento biomassa tra le vasche, il compressore, la soffiante di desolfurazione e le pompe di circolazione dell'acqua calda che alimentano i fasci tubieri di riscaldamento interno dei digestori. Il volume residuo risulta funzionalmente utile per tenervi alcuni pezzi di ricambio, tubature metalliche, valvole, ecc.

1.3.3.2 Materiali e dimensioni

Struttura del vano:

- ✓ Tetto: struttura a travi/traverse isolate
- ✓ Pareti: pannelli isolanti
- ✓ Materiali utilizzati:
- ✓ Legno: conifera S10 (classe II)

- ✓ Calcestruzzo: C25/30, C8/10
- ✓ Tondini per calcestruzzo armato: BSt 500 S, BSt 500M
- ✓ Acciaio: St 37-2

La struttura avrà le seguenti dimensioni: lunghezza 7,72 m, larghezza 6,00 + 5,00 m e svilupperà una superficie utile totale pari a circa 40 m².

1.3.3 Caratteristiche tecniche

Il vano pompe è costituito da un vano fuori terra ad un piano, addossato tra le pareti delle due vasche di fermentazione. La copertura calpestabile è realizzata con una struttura a travi e traverse impermeabilizzate e protette con pannelli isolanti. All'interno il pavimento è costituito da pavimentazione lastricata posata su terreno ben compattato.

1.3.4 Torcia di emergenza

Le caratteristiche tecniche della torcia di emergenza sono così riassumibili:

- ✓ Portata: ca. 520 m³/h di biogas
- ✓ Temperatura di esercizio: >1000°C
- ✓ Tempo di residenza: 0.3 sec.
- ✓ Altezza totale torcia: 10 m
- ✓ Potenza termica: 2600 kW

La torcia a terra sarà progettata in modo da garantire la massima sicurezza durante le normali condizioni operative e durante gli interventi di normale manutenzione. Sarà completa di:

- ✓ Carpenteria interamente in acciaio inox, camera di combustione in acciaio inox AISI 304 laminato a caldo;
- ✓ Sistema di accensione costituito da linea pilota completa di elettrovalvola ON-OFF, manometro e bruciatore pilota con coppia di elettrodi;
- ✓ Fotocellula di visione della fiamma pilota;
- ✓ Termocoppia di misura della temperatura di combustione;
- ✓ Quadro di comando dedicato, contenente la strumentazione di controllo di fiamma.



(1)



(2)

<Foto 1.13> Due tipologie diverse di torcia di emergenza (1) impianto Az. Agr. CANOVA ENERGIA (2) impianto F.lli FERRARIO

1.3.5 Opere di allacciamento tra gruppo cogeneratore e cabina elettrica BT/MT

Il gruppo di cogenerazione dovrà essere elettricamente allacciato ad una cabina elettrica ubicata in prossimità dell'impianto e contenente il trasformatore elevatore che trasforma l'energia prodotta dalla tensione di 400Vac a 20 kV. La connessione fisica tra i morsetti del generatore sincrono ed il trasformatore (400-20.000)Vac avverrà mediante cavo interrato terminato a quadro elettrico contenente i dispositivi di protezione per la linea in uscita verso il quadro generale dell'impianto di processo MTE (autoconsumi) ed inoltre i dispositivi di protezione a monte e a valle del trasformatore elevatore (400-20.000V). Di norma la fornitura MTE termina ai morsetti del generatore sincrono del gruppo elettrogeno. Solo a seguito di accordi contrattuali particolari si estenderà a comprendere anche la cabina con il trasformatore elevatore.

1.3.6 Opere di allacciamento alla rete elettrica pubblica

La produzione di energia elettrica ottenuta dal cogeneratore alimentato dal biogas dell'impianto di processo MTE verrà integralmente ceduta alla rete elettrica pubblica al netto dei consumi per i servizi ausiliari (autoconsumi dell'impianto di processo). Come previsto dai documenti Enel DK 5310, DK 5740 e DK 5600 il punto di connessione e le modalità di allacciamento sono valutate di volta in volta direttamente da Enel, così come i sistemi di protezione.

La soluzione prospettata, terrà in debito conto:

- ✓ caratteristiche del sistema di produzione di energia elettrica;
- ✓ distanza del punto di allacciamento più vicino;
- ✓ interferenze con mezzi di telecomunicazione, ecc..;
- ✓ aree asservibili dalle linee elettriche.

Di prassi la fornitura impiantistica di MTE esula da queste problematiche e termina con limite di interfaccia stabilito ai morsetti di uscita del cogeneratore, potendosi a volte estendere fino al quadro di distribuzione primaria posto entro la cabina di trasformazione BT/MT. Compito del cliente (attraverso suo professionista di fiducia) è quindi quello di definire i protocolli tecnici che consentano l'immissione in rete pubblica (20 KV) dell'energia prodotta.

1.3.7 Locale tecnico e opere accessorie

Oltre a quanto descritto nei capitoli precedenti, l'impianto di cogenerazione da biogas comprenderà un locale tecnico e alcune opere accessorie funzionali a rendere completa l'opera e a garantirne una corretta operatività. Il locale tecnico è una struttura prefabbricata posta a debita distanza dagli accumulatori pressostatici di biogas suddivisa in due settori per contenere il quadro elettrico generale di distribuzione forza motrice MTE ed il sistema di controllo dell'impianto di processo.

Le opere accessorie sono rappresentate da:

- ✓ Piazzali operativi antistanti le trincee per movimentazione dei mezzi di carico delle trincee;
- ✓ Sistema di raccolta delle acque di prima pioggia e percolati dalle trincee e piazzali operativi;
- ✓ Pesa a bilico;
- ✓ Viabilità interna.

1.3.8 Caratteristiche e tempistica di realizzazione delle opere

ATTIVITA'	MESI						
	1	2	3	4	5	6	7
Allestimento del cantiere							
Lavori di sbancamento e movimento terra							
Costruzione fermentatori							
Montaggio componenti e linea di fermentazione							
Posa container							
Allacciamento tecnologici							
Esercizio provvisorio (pre-collaud)							
Esercizio definitivo (post-collaud)							

Cronoprogramma generale (progetto preliminare)

1.4 Descrizione del processo

1.4.1 Premessa

L'energia elettrica prodotta dall'impianto di cogenerazione dell'Azienda Agricola Pasquali deriva dall'utilizzazione di biogas risultante dal processo di fermentazione di substrati organici, sottoposti a "digestione anaerobica". Essa consiste in un processo biologico di fermentazione operato da microrganismi (batteri metanigeni), che trasformano in luogo anaerobico i carboidrati, le proteine e i lipidi, presenti nella biomassa introdotta nell'impianto, essenzialmente in metano ed anidride carbonica. Il biogas così ottenuto è costituito per circa il 50-55% da metano che può essere utilizzato per alimentare in modo efficiente sistemi di produzione combinata di energia termica ed elettrica come il motore a combustione interna che equipaggia l'impianto in questione calettato ad un generatore sincrono. È utile ricordare che lo sfruttamento energetico del biogas ha un bilancio nullo di CO₂, in quanto l'anidride carbonica emessa con i gas di scarico eguaglia la quantità di CO₂ assorbita dalla coltura energetica durante il suo accrescimento.

1.4.2 Materie prime utilizzate

1.4.2.1 Tipologia

L'impianto tipo MTE per funzionare in modo corretto dovrà essere alimentato da biomasse solide e liquide. La tabella seguente rappresenta un esempio di alimentazione tipica ed è inserita a puro titolo esemplificativo, riportando anche il contenuto in sostanza secca delle stesse al fine di definire un bilancio di massima.

Biomasse	Quantità (t/a)	Materia secca (%)	Conc. mat. secca organica (% S.S.)	Resa biogas (m3/t S.S.)	Resa biogas (m3/t substrato)	Resa Biogas (m3/g)	Resa biogas (m3/a)
Mais II racc. (insilato)	2.737	33%	92%	720	218,6	1.639	598.235
Triticale	1.643	32%	92%	600	176,6	795	290.175
Mais I racc. (insilato)	5.658	33%	92%	720	218,6	3.388	1.236.620
Reflui zootecnici Letame bov.	1.460	22%	83%	380	69,4	278	101.470
Reflui zootecnici Liqu. bov.	6.205	8%	85%	400	27,2	462	168.630
TOTALE	17.703					6.562	2.395.130

1.4.2.2 Rendimento energetico delle materie prime

Considerando il piano di alimentazione precedente e le informazioni sulle caratteristiche di fermentazione dei vari substrati, desunte dalla banca dati delle prove di fermentazione eseguite da MT-ENERGIE, è possibile valutare preventivamente la quantità di biogas che sarà prodotta annualmente dall'impianto.

Lo schema di calcolo utilizzato è riportato nella seguente tabella:

Biomassa	Quantità (t/a)	Sostanza Secca (%)
Insilato di mais – II racc.	2.737	33%
Triticale	1.643	32%
Insilato di mais – I racc.	5.658	33%
Reflui zootecnici (letame bovino)	1.460	22%
Reflui zootecnici (liquame bovino)	6.205	8%
TOTALE (t)	17.703	

1.4.3 Modalità gestionali dell'impianto

La biomassa vegetale che arriva all'impianto tramite automezzi (autoarticolati o trattrici agricole con carro), viene deposta nelle trincee, compattata e coperta con teli plastici. I liquami giungono tramite tubazione interrata direttamente dall'allevamento del Committente e stoccati nella pre-vasca dimensionata per garantire l'immissione di liquame sufficientemente fresco. Tramite l'utilizzo di una pala meccanica, la biomassa solida insilata viene prelevata dalle trincee nella dose giornaliera stabilita e caricata nel dosatore di alimentazione, dal quale viene poi convogliata nel fermentatore attraverso un sistema di coclee che la introduce al di sotto del livello di riempimento. Il sistema di pesatura e di controllo dell'alimentazione funziona sotto controllo automatico di PLC programmato, che registra e trasmette all'unità di supervisione i relativi dati. I liquami vengono prelevati dalla pre-vasca, che consente un'autonomia di contenimento pari a circa 5 volte la dose giornaliera che viene prelevata e pompata direttamente nel fermentatore. L'alimentazione dell'impianto viene guidata attraverso un *Sistema di controllo* ubicato nel locale tecnico che, attraverso un programma di gestione del carico in automatico attivato tramite apposite pompe, invia le biomasse introdotte nella tramoggia di alimentazione con dosatura automatica del peso. Ciò garantisce un rifornimento costante ed affidabile, visualizzato su PC, con registrazioni dei dati, delle analisi del gas e dei consumi elettrici, oltre che avere a disposizione un quadro costantemente aggiornato sull'andamento dell'impianto. Grazie all'azione degli agitatori, della pompa di circolazione e alle tubazioni di collegamento tra le varie unità del sistema, il materiale organico entro i fermentatori viene mantenuto omogeneo, come pure la concentrazione dei solidi nelle varie unità ai valori ottimali di processo. Il processo di fermentazione delle biomasse avviene in ambiente anaerobico e riscaldato alla temperatura di circa 38-42°C per consentire l'instaurarsi delle migliori condizioni di digestione della biomassa. Il biogas prodotto viene raccolto negli accumulatori pressostatici, posti a copertura dei digestori e successivamente, dopo desolfurazione, inviato al cogeneratore. La desolfurazione del biogas è di fondamentale importanza al fine di proteggere il motore e le condotte di trasferimento del biogas ed avviene mediante immissione controllata di ossigeno (ossidazione) negli accumulatori pressostatici in corrispondenza della rete di supporto delle colonie di batteri desolforanti. Infatti, tramite l'ossigenazione si insediano sulla rete in menzione dei batteri in grado di "estrarre" lo zolfo dall'acido solfidrico presente nel biogas, il quale si accumula sulle travi e sulla rete, cadendo, successivamente, sotto forma di grumi nel substrato. Dalla combustione del biogas si producono energia termica, parzialmente utilizzata per il funzionamento dell'impianto stesso (termostatazione in automatico delle fasi di fermentazione) ed energia elettrica che sarà immessa in rete, al netto dell'autoconsumo. Tutti i fermentatori sono gestiti dal sistema di controllo centrale, posto nel vano pompe, in modo che il substrato possa essere pompato da ciascun fermentatore in qualsiasi altro componente dell'impianto, permettendo un'elevata stabilità del processo nonché un maggior rendimento dei processi di fermentazione e, conseguentemente, un'elevata disponibilità di funzionamento annua dell'impianto. Il digestato esausto, viene infine stoccato in apposite vasche residui già predisposte dal committente fino al suo utilizzo finale quale fertilizzante organico da spargere sui terreni agricoli

convenzionati. Per le attività sopra descritte, data l'estrema automazione applicata, si prevede la presenza di un addetto per circa 2-4 ore/giorno per la normale gestione dell'impianto (carico materie prime, manutenzioni ordinarie e verifiche quotidiane). Durante la stagione di arrivo delle materie prime, si prevede la presenza di un addetto per almeno 8 ore/giorno e comunque per il tempo necessario a ritirare i prodotti prenotati per la giornata.

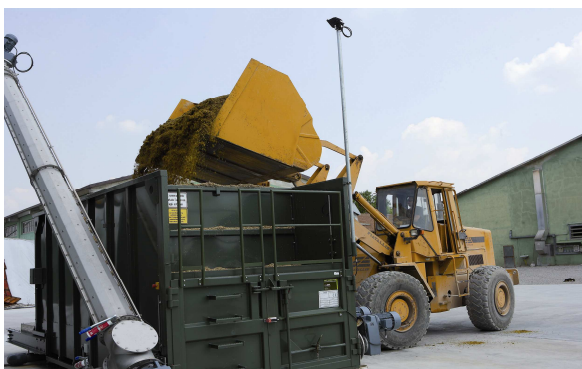
1.5 Piano di manutenzione

1.5.1 Procedure e obblighi per il personale addetto alla gestione dell'impianto

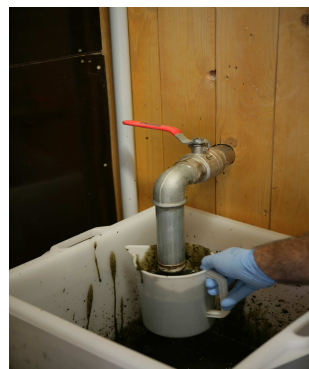
Il personale addetto alla gestione dell'impianto deve essere composto da almeno due persone esperte. E' obbligatoria la frequenza di un corso da parte del personale addetto alla gestione e costituisce titolo preferenziale una precedente esperienza nel settore agricolo: il corso è tenuto da tecnici MT-Energie per quanto riguarda la parte di gestione e controllo del processo di produzione biogas e da tecnici AB-ENERGY per quanto riguarda la gestione e manutenzione del cogeneratore. Una presenza assidua in cantiere durante le fasi di costruzione fornisce al gestore un quadro generale sui principi/meccanismi di funzionamento dell'impianto. Va chiaramente aggiunta anche la motivazione personale dell'addetto per una buona gestione dell'impianto, in quanto deve rendersi reperibile per tutto l'anno.

Di seguito vengono riportate le procedure giornaliere più importanti:

- ✓ riempire l'alimentatore con substrato (pala caricatrice, trattore e/o attrezzature analoghe);
- ✓ tenere sotto controllo il vano pompe e il quadro comandi, verificando dal PC il protocollo automatizzato;
- ✓ tenere sotto controllo il contenuto delle vasche tramite gli oblò;
- ✓ controllare l'indicatore di riempimento di ogni vasca (indicatore manuale);
- ✓ controllare i dispositivi di misurazione e sicurezza del gruppo di cogenerazione;
- ✓ registrare ogni giorno manualmente le fasi di funzionamento, oltre alla registrazione automatica da PC (per acquisire dimestichezza con le fasi di funzionamento dell'impianto e annotare le esigenze fondamentali della gestione giornaliera);
- ✓ raccogliere 2 campioni di materiale alla settimana dai digestori e spedirli al laboratorio analisi della MT-Energie.



(1)



(2)

<Foto 1.14> Alcune fasi delle procedure di gestione dell'impianto: (1) caricamento biomassa solida e (2) prelievo campioni di digestato

Vengono di seguito riportate la frequenza e le caratteristiche delle manutenzioni previste nell'impianto.

1.5.1.1 Frequenza giornaliera

Tipo di manutenzione e controllo:

- ✓ Annotazione dello stato del contatore del gas e delle ore di esercizio del motore;
- ✓ Controllo del livello dell'olio del motore;
- ✓ Controllo delle spie di allarme per guasto del quadro comandi;
- ✓ Controllo della pressione dell'acqua dell'impianto di riscaldamento;
- ✓ Controllo del funzionamento della pompa di dosaggio dell'aria dell'impianto di desolfurazione;
- ✓ Adeguamento della pompa di dosaggio dell'aria all'attuale produzione di gas;
- ✓ Controllo della temperatura di fermentazione
- ✓ Controllo degli intervalli di miscelatura (verifica della eventuale presenza di croste/sedimenti);
- ✓ Controllo dei passaggi di afflusso e di deflusso;
- ✓ Controllo del livello di riempimento dei fermentatori e dei serbatoi dei residui;
- ✓ Controllo dei punti di fissaggio delle membrane (per es. il tubo flessibile).

1.5.1.2 Frequenza settimanale

Tipo di manutenzione e controllo:

- ✓ Controllo dei livelli di liquido/antigelo nelle sonde sommerse dei sistemi di sicurezza contro sovrappressione e depressione;
- ✓ Controllo dei livelli di riempimento nelle sonde sommerse dei separatori della condensa;
- ✓ Controllo della funzionalità dei miscelatori sommersi, accertamento della mancanza di vibrazioni;
- ✓ Controllo visivo del motore e delle condutture;
- ✓ Accertamento dell'assenza di fonti di accensione nelle zone a pericolo di esplosione;
- ✓ Verifica della funzionalità di tutte le saracinesche;
- ✓ Lubrificazione dei rubinetti a 5 vie del distributore delle pompe;
- ✓ Controllo del pozzo della condensa con pompa sommersa.

1.5.1.3 Frequenza semestrale

Tipo di manutenzione e controllo:

- ✓ Controllo del sistema di aerazione nel vano macchine del cogeneratore;
- ✓ Controllo visivo di eventuali guasti all'impianto elettrico;
- ✓ Controllo della funzionalità del rivelatore di depressione dell'impianto del gas;
- ✓ Controllo della funzionalità dei sensori del gas e antincendio;
- ✓ Controllo della funzionalità (e visivo) dei miscelatori;
- ✓ Controllo dell'impianto di allarme;
- ✓ Controllo di eventuali danni, perdite e corrosione alle condutture del gas;

- ✓ Controllo della funzionalità (e visivo) del sistema di cogenerazione;
- ✓ Controllo della funzionalità (e visivo) delle coperture a sostentamento pneumatico;
- ✓ Controllo della funzionalità (e visivo) del compressore del gas.

1.5.1.4 Frequenza Annuale

Tipo di manutenzione e controllo:

- ✓ Controllo della funzionalità (e visivo) della torcia;
- ✓ Controllo visivo degli estintori;
- ✓ Controllo dell'antigelo nei liquidi di blocco;
- ✓ Controllo della funzionalità e visivo della pompa del substrato;
- ✓ Controllo dell'impianto elettrico da parte di uno specialista;
- ✓ Controllo della funzionalità (e visivo) dell'alimentatore MT-Fortis;
- ✓ Controllo della funzionalità dei circuiti di emergenza;
- ✓ Controllo da parte di una persona qualificata delle parti dell'impianto rilevanti per la sicurezza;
- ✓ Controllo da parte di un organismo d'ispezione autorizzato degli impianti con fonte di accensione propria nelle zone a pericolo di esplosione;
- ✓ Controllo da parte di un perito di un eventuale inquinamento delle acque (se previsto dalla legislazione locale);
- ✓ Controllo della sicurezza dell'impianto da parte di un perito esterno (se previsto dalla legislazione locale);
- ✓ Misurazione delle emissioni da parte di un laboratorio di misurazione riconosciuto ufficialmente (se previsto dalla legislazione locale).

1.6 Quadro ambientale

In seguito si riportano le componenti ambientali che potrebbero essere oggetto di impatti potenziali, dovuti al funzionamento dell'impianto. Le componenti elencate sono estrapolate dalla normativa riguardante i progetti sottoposti a studio di impatto ambientale, opportunamente accorpate considerando gli impatti primari e secondari di ogni azione gestionale dell'impianto.

1.6.1 Atmosfera (qualità dell'aria) e salute pubblica

1.6.1.1 Stima dei flussi di traffico

Il traffico generato dall'impianto in progetto è sostanzialmente legato all'approvvigionamento delle biomasse e all'asportazione del digestato. Il traffico indotto dal trasporto in sito delle materie prime sarà concentrato maggiormente nei mesi di agosto, settembre, quando è previsto l'arrivo di circa 5000 tonnellate di mais ceroso da insilare nelle trincee e aprile-maggio per la quota di approvvigionamento del triticale. Il traffico medio generato dall'attività, considerato che i giorni per il conferimento sono all'incirca 5-10, sarà di circa 150 automezzi/giorno. L'approvvigionamento delle altre biomasse

(liquame) non causa problemi di traffico, giacché giunge all'impianto tramite tubazione fissa e interrata direttamente dalla stalla.



<Foto 1.15> Momento della raccolta-trinciatura del triticale

Per quanto attiene il traffico generato dall'allontanamento del digestato dal sito per il suo utilizzo a fini agronomici, verrà distribuito avvalendosi di un carro botte terzista preferenzialmente sui terreni coinvolti nel circuito di produzione e fornitura della biomassa vegetale in misura pari a circa 8.000 tonnellate/anno distribuiti su terreni ubicati per lo più in aperta campagna e raggiungibili attraverso strade secondarie e campestri. Il numero di botti previsto risulta pari a circa 250, concentrate prevalentemente nei periodi di fine inverno inizio primavera e fine estate autunno, secondo il calendario previsto dal PUA che verrà appositamente predisposto.

1.6.1.2 Emissioni in atmosfera

Emissioni derivanti dall'impianto

La qualità delle emissioni in atmosfera, derivanti da qualsiasi processo di combustione, dipende dalla qualità del combustibile utilizzato. Di seguito si riporta la composizione media del biogas da digestione anaerobica di biomasse agricole, calcolata a partire da una serie di analisi effettuate in impianti biogas in esercizio, alimentati con substrati simili a quelli progettati:

Composto	Concentrazione media (mg/m ³ biogas)
CH ₄	50,5-61,1%
CO ₂	36,3-45,6 (%)
O ₂	0,4-0,5
N ₂	1,9-3,1
C.O.V. alogenati	< 0,1
C.O.V. aromatici	0,7-99,3

A partire dalla concentrazione di C.O.T. (Carbonio Organico Totale) nel biogas in ingresso, è possibile stabilire, almeno in prima approssimazione, quale sarà la quantità di C.O.T. emessa. Considerando che per la combustione è necessario l'apporto di una certa quantità di aria, oltre che di biogas, e che i Composti Organici Volatili (C.O.V.) presenti nel biogas non si ossidino durante la combustione e quindi

il carbonio organico ivi contenuto non formi anidride carbonica ma si ritrovi poi nel gas di scarico, si può stimare quanto segue:

Parametro	U.d.M.	Valore
C.O.V. totale biogas	mg/m ³ (max)	99,3
Carbonio org. (in massa)	%	90
C.O.T. biogas	mg/m ³	89,37
Volume biogas	m ³ /h	364
C.O.T. biogas	mg/h	32.530
Volume aria	m ³ /h	3.221
Volume gas scarico	m ³ /h	3.129
Coefficiente di diluizione (biogas/aria)	%	11,3
C.O.T. gas scarico	mg/m ³	10,40

Grazie alla tecnologia impiegata ed ai particolari accorgimenti tecnici per contenere la formazione ed abbattere l'emissione di inquinanti, è possibile garantire che le emissioni al collaudo non supereranno i valori di seguito riportati, garantiti da AB-Energy, ditta fornitrice del cogeneratore dell'impianto progettato:

Composti	Valore garantito al collaudo mg/Nm ³ 5% O ₂
Carbonio Organico Totale (C.O.T.)	150
Monossido di carbonio	500
Ossidi di azoto	450
Composti inorganici del cloro sotto forma di gas o vapori (come HCl)	10



<Foto 1.17> In primo piano il camino collegato al termoreattore di trattamento fumi del cogeneratore dell'impianto F.lli FERRARIO

I dati completi circa le emissioni dell'impianto sono di seguito riportati:

Parametro	U.d.M.	Valore
N° motori	n°	1
ore di funzionamento/anno	h/anno	8300*
potenza elettrica motore	KW _{el}	625
portata fumi	Nm ³ /h	3.126
CO	mg/Nm ³	500
PM10	mg/Nm ³	1
NO _x	mg/Nm ³	450
energia elettrica prodotta	KW el/anno	5.187.500
energia elettrica utile (con autoconsumo del 6%)	KW el/anno	4.876.250
CO	t/anno	12,16
PM10	t/anno	0,02
Nox	t/anno	10,97

*La stima di 8300 ore è indicativa considerando una gestione e un funzionamento ottimale dell'impianto con un rendimento del 95%.

Confronto con i limiti di legge

Agli impianti che utilizzano biogas di cui all'allegato X alla Parte Quinta del D.Lgs. 3 aprile 2006 (derivanti da digestione anaerobica di biomasse agricole e/o zootecniche) ed equipaggiati con motori a combustione interna, si applicano i valori limite stabiliti alla lettera a) del paragrafo 1.3 della Parte III dell'Allegato I alla Parte Quinta del medesimo decreto. Tali limiti sono riportati alla pagina seguente:

Composto	Valore limite di concentrazione (mg/Nm ³ 5% O ₂) Potenza termica nominale	
	<= 3 MW _{th}	> 3 MW _{th}
Carbonio Organico Totale (C.O.T.)	150	100
Monossido di carbonio	800	650
Ossidi di azoto	500	450
Composti inorganici del cloro sotto forma di gas o vapori (come HCl)	10	10

Emissioni derivanti dai trasporti

Per calcolare le emissioni di inquinanti in atmosfera causati dal traffico indotto dal funzionamento dell'impianto, è necessario innanzitutto stimare l'entità e la lunghezza dei viaggi necessari per la fornitura delle biomasse all'impianto e per l'allontanamento del digestato. A partire dalle informazioni contenute nel paragrafo "Stima dei flussi di traffico", considerando che le superfici agricole interessate dalla fornitura della biomassa e dallo spandimento del digestato sono localizzate ad una distanza media massima di 5 km dall'impianto, si ricavano i seguenti dati:

Parametro	Unità di misura	Valore
Biomassa da insilare	t/anno	10.750
Digestato prodotto	t/anno	34.500
Portata mezzi	t	20
Viaggi mezzi pesanti fornitura biomassa	N° Viaggi/anno	537
Andata ritorno		1.075
Viaggi mezzi pesanti ritiro digestato	N° Viaggi/anno	850
Andata ritorno		1700
Lunghezza media viaggi pesanti	Km/viaggio	2,5
Km percorsi da mezzi pesanti	Km/anno	5.592

Per poter valutare le emissioni assolute, nella tabella seguente si riportano i fattori di emissione specifici per la classe di mezzi pesanti a gasolio impiegati omologati EURO 4:

Composto	F.d.E. - mezzi pesanti (gasolio) EURO 4 (g/km)
PM ₁₀	0,05
CO	1,80
NO _x	5,00

In definitiva le emissioni di inquinanti derivanti dal traffico indotto dall'impianto sono:

Composto	Emissione annua mezzi pesanti (t/anno)
CO	0,010
PM ₁₀	0,00028
NO _x	0,028

Valutazione del quadro emissivo complessivo

A partire dai dati precedenti, è possibile definire il quadro emissivo complessivo dell'impianto, riferito agli inquinanti più significativi per la tutela della qualità dell'aria in ambito locale, illustrato in tabella:

Composto	Emissione annua Trasporti (t/anno)	Emissione annua Impianto (t/anno)	Emissioni totale (t/anno)
CO	0,010	12,16	12,17
PM ₁₀	0,00028	0,02	0,02
NO _x	0,028	10,97	10,99

Calcolo del risparmio nella emissione di CO₂ in atmosfera

Di seguito si vuole evidenziare il principale beneficio ambientale, relativo al quantitativo di gas serra (CO₂, anidride carbonica), "risparmiato". Come già detto, lo sfruttamento energetico del biogas ha un bilancio nullo di CO₂ in quanto l'anidride carbonica emessa con i gas di scarico eguaglia la quantità di

CO₂ assorbita dalla pianta durante il suo accrescimento. Per conoscere il valore di tale risparmio, si ricorre alla formula prevista dalla Direttiva Europea 2003/87/EC (EU-ETS), meglio nota come *Emission Trading System* e le Linee Guida da essa derivanti.

$$t \text{ CO}_2 = \text{Dato attività} \times \text{Fattore di Emissione} \times \text{Fattore di ossidazione}$$

Dove :

t CO₂ = tonnellate di gas ad effetto serra emesso

Dato attività = portata di metano m³/anno

Fattore di Emissione (FE) del combustibile = t CO₂ / 1000 Sm³

Fattore di Ossidazione (FO) del combustibile

DATI ATTIVITA'		FATTORE DI EMISSIONE		FATTORE DI OSSIDAZIONE	
Richiesti	Usati	Richiesti	Usati	Richiesti	Usati
Livello approccio: 2a-2b	Consumo combustibile ricavato da contatore con accuratezza +/- 5%	Livello approccio: 2a-2b Fattore di emissione specifico da tab. 4 all. 2	Idem 1,966 /1000 mc(°)	Livello approccio: 1 Valore predeterminato	 0,995 (°)
Consumo Combustibile +/- : 5%					

NOTA: (°) = Valore ricavato dall'Allegato A (Coefficienti usati per l'inventario delle emissioni di CO₂...) delle "Disposizioni di attuazione della decisione della Commissione Europea C(2004) del 29 gennaio 2004 che istituisce le linee guida per il monitoraggio e la comunicazione delle emissioni di gas ad effetto serra ai sensi della direttiva 2003/87/CE"

Sostituendo i simboli con il dato progettuale e i parametri della tabella precedente, si ottiene:

$$t \text{ CO}_2 = 2.800.000 \text{ mc biogas} \times 54,3 \% (\text{contenuto metano nel biogas}) \times (1,966/1000) \times 0,995$$

$$t \text{ CO}_2 = 2.974$$

L'impianto in progetto consente un risparmio di circa 2.974 t anno di CO₂, fissate durante il processo di fotosintesi dalle colture impiegate.

1.6.1.3 Rumore

Come appare evidente, la sorgente di rumore più elevata è il gruppo di cogenerazione AB-Energy, anche per il suo funzionamento continuativo. Il gruppo è però contenuto in un apposito container in grado di offrire una drastica riduzione del livello sonoro generato dai motori. Infatti, mentre la potenza sonora del cogeneratore è di circa 117-123 dB(A), il livello sonoro rilevabile a 10 metri di distanza dal container, in campo libero, è di circa 65 dB(A).

COMPONENTE DELL'IMPIANTO	dB (A)	ORE/GIORNO
Agitatore a immersione	10	8 discontinuo
Dosatore di alimentazione	12	4 discontinuo
Sistema di trasporto a fondo mobile del dosatore di alimentazione		
Coclee di trasporto della biomassa all'interno della vasca		
Condotte del biogas dai digestori	0	alito
Torcia (fiaccola emergenza)	15	solo emergenza
Vano pompe (compressore, pompa, ecc..)	12	24

Le altre fonti di emissione sonora, soprattutto legate ai motori termici dei mezzi d'opera impiegati all'interno dell'impianto (trattrici, muletto, etc.), non saranno in grado di alterare il clima acustico attuale, giacché tali macchine sono conformi alle più recenti normative vigenti. Nella tabella soprastante vengono riportati i diversi livelli di rumore attesi dai vari componenti dell'impianto rilevabili a circa un metro dagli stessi (tranne dove specificato diversamente).

1.6.1.4 Piano di emergenza

L'impianto progettato da MTE è completamente monitorato in tutti i suoi aspetti sia per quanto riguarda le attività biologiche, alla base del suo funzionamento, sia in tutti i suoi componenti funzionali (organi meccanici, apparecchiature elettriche ed elettroniche). L'impianto viene monitorato in continuo dal Centro Assistenza MTE, tramite un collegamento ISDN. Tale tecnologia permette di attivare tempestivamente i sistemi di allarme in caso di avaria dell'impianto e di inviare al Centro Assistenza MTE e su telefono cellulare del responsabile alla gestione dell'impianto, messaggi relativi alla tipologia degli eventuali guasti. L'impianto è totalmente sorvegliato dal sistema di comando che ha la funzione di raccogliere, elaborare e registrare su protocollo i risultati delle diverse misurazioni come i livelli di riempimento, pressione, temperatura, pressione del gas, ecc.; inoltre permette la visualizzazione e registrazione di messaggi di guasto, avviso ed esercizio dell'impianto; compito importante affidato a tale dispositivo è l'individuazione degli eccessi di temperatura e pressione, dei funzionamenti a secco, degli arresti e verifica del funzionamento dei principali macchinari e componenti di sicurezza degli impianti. Fondamentale per il monitoraggio della sicurezza e della efficienza dell'impianto è la presenza di uno strumento di analisi del gas costituito da un'apparecchiatura a più canali per la valutazione della composizione del biogas (CH₄, H₂S, O₂, H₂).

Tutto il personale addetto alla gestione e manutenzione dell'impianto sarà adeguatamente istruito con corsi di formazioni specifici dai tecnici MTE. Tutte le zone potenzialmente pericolose verranno adeguatamente segnalate e dotate dei relativi interventi in caso di emergenza.

Individuazione guasti e relativi interventi

Componente	Intervento
Postfermentatore	<ul style="list-style-type: none"> • Chiusura tubazioni del gas • Svuotamento accumulatore pressostatico biogas • I tecnici specializzati devono indossare i dispositivi indicati dalle normative vigenti
Riscaldamento dei fermentatori	<ul style="list-style-type: none"> • In caso di avaria nell'impianto di riscaldamento è necessario spegnere le pompe e chiudere tutte le valvole
Container cogeneratore	<ul style="list-style-type: none"> • Interruzione dell'afflusso del gas di alimentazione al cogeneratore • Attivare l'interruttore di emergenza • In presenza di gas limitare l'utilizzo di fiamme, accensione di luci e di apparecchi radio per pericolo esplosione.
Impianto elettrotecnici	<ul style="list-style-type: none"> • In caso di guasti agli impianti essi devono essere riparati solo da personale specializzato
Pompe	<ul style="list-style-type: none"> • Disattivare immediatamente le pompe e impedire un avvio accidentale delle stesse. • Prestare particolare attenzione a tali disposizioni nelle prevasche e nei fermentatori

Utilizzando il metodo HACCP (Hazard analysis critical control points – Analisi del rischio nei punti critici di controllo), si può stimare l'entità del rischio dei potenziali pericoli di natura fisico-chimico-biologica dell'impianto in oggetto.

Pericolo	Causa	Danno	Probabilità	Motivo	Rischio
Fisico	Scoppio, incendio, crollo di strutture	Traumi e lesioni alla popolazione. Distruzione di cose.	Bassa	Impianto sotto stretto controllo. Utilizzo di materiali costruttivi idonei. Sistema antincendio. Basse pressioni di stoccaggio biogas. Valvole di sovra pressione che liberano il biogas in eccesso.	Basso
Chimico	Fuga di biogas (metano)	Patologie respiratorie nella popolazione.	Bassa	Impianto sotto stretto controllo. Presenza di torcia di sicurezza.	Bassa
Biologico	Emissione di patogeni	Patologie respiratorie nella popolazione	Nulla	Utilizzo di batteri ubiquitari non patogeni	Nulla

Si ritiene di escludere anche i seguenti rischi:

- ✓ inquinamento del suolo e delle falde acquifere sottostanti da elementi contaminanti, considerato le materie prime utilizzate;

- ✓ emissioni di polveri;
- ✓ emissioni di odori molesti oltre il perimetro dell'impianto;
- ✓ emissioni di rumori oltre i 50 dB (A) oltre il perimetro dell'impianto, in base alle attrezzature utilizzate e alla conformazione dell'impianto.

Si ritiene che l'unico pericolo, con origine all'interno dell'impianto e con effetti anche all'esterno sia l'incendio delle strutture, per cause accidentali o dolose.

L'unico effetto oltre il perimetro esterno potrà essere solo il fumo generato dalla combustione, escludendo comunque la possibilità di propagazione dell'incendio in quanto si opera in un'area sufficientemente isolata. Nel caso di accadimento di tale evento, che tuttavia si ritiene remoto, si procederà richiedendo l'intervento dei Vigili del Fuoco ed avvisando le forze dell'ordine e gli altri enti interessati (Comune e Provincia). Se tale fatto avvenisse durante l'orario di normale funzionamento dell'attività, ci sarà anche l'immediato intervento degli operatori dell'impianto, abilitati all'utilizzo dei mezzi antincendio disponibili (estintori e idranti) e capaci di eseguire le operazioni di emergenza necessarie a limitare la diffusione della combustione.

1.6.2 Suolo, sottosuolo e ambiente idrico

1.6.2.1 Uso agronomico del digestato

Il digestato, a norma del comma n) dell'art 183 del D. Lgs. 152/06, è un "sottoprodotto agricolo di utilizzazione certa", poiché derivato da prodotti agricoli e/o agro-alimentari (biomassa) ed a sua volta riutilizzabile per la fertilizzazione dei terreni funzionalmente connessi.

Il processo di digestione anaerobica a cui vengono sottoposti i reflui zootecnici opportunamente miscelati con le biomasse vegetali, consente una migliore stabilizzazione dei liquami che risultano più omogenei dal punto di vista chimico-fisico, con una riduzione nel contenuto in sostanza organica facilmente degradabile, un maggior contenuto in nutrienti più prontamente utilizzabili dalle colture (aumenta la frazione ammoniacale a scapito di quella organica dell'azoto) e quindi più gestibile ai fini del riuso agronomico. Sotto il profilo igienico-sanitario la digestione anaerobica dei reflui zootecnici presenta aspetti positivi, poiché attraverso il processo è possibile ottenere la distruzione della maggior parte dei microrganismi patogeni inizialmente presenti nella sostanza da trattare. Ciò costituisce un requisito indispensabile dal momento che il prodotto finale della digestione viene impegnato in agricoltura come fertilizzante.

Questo risultato di igienizzazione dei liquami viene raggiunto attraverso il controllo dei parametri temperatura, PH e tempo di ritenzione.

Le condizioni di mesofilia danno buone garanzie di sterilizzazione, anche se l'effetto battericida è controllabile anche attraverso un allungamento del tempo di ritenzione. La determinazione qualitativa e quantitativa del prodotto residuo della fermentazione metanogenica (digestato) viene riportata nello schema alla pagina seguente:

PARAMETRO LIQUAME BOVINO	VALORE
Q.tà substrato (m ³ /giorno)	18,4
SS%	8
S.S.O.	1248
Concentrazione in SS dopo la fermentazione %	4,8
Decomposizione in m ³ /gg	0,62
Residuo da fermentazione (digestato) m ³	114,2

PARAMETRO (INSILATO DI MAIS)	VALORE
Q.tà substrato (m ³ /giorno)	7,5
SS%	33
S.S.O.	2277
Concentrazione in SS dopo la fermentazione %	7,8
Decomposizione in m ³ /gg	2,05
Residuo da fermentazione (digestato) m ³	997

PARAMETRO (INSILATO DI TRITICALE)	VALORE
Q.tà substrato (m ³ /giorno)	4,5
SS%	32
S.S.O.	1325
Concentrazione in SS dopo la fermentazione %	12,7
Decomposizione in m ³ /gg	0,99
Residuo da fermentazione (digestato) m ³	642

PARAMETRO (LETAME DI BOVINO)	VALORE
Q.tà substrato (m ³ /giorno)	4
SS%	22
S.S.O.	730
Concentrazione in SS dopo la fermentazione %	14,6
Decomposizione in m ³ /gg	0,35
Residuo da fermentazione (digestato) m ³	669

PARAMETRO	VALORE
Concentrazione materia secca totale	23,20%
Concentrazione materia secca totale nel fermentatore	11,50%
Concentrazione materia secca totale dopo la fermentazione	7,60%
Quantità totale di substrato immesso annua (m ³ /t)	17703
Quantità totale di residuo da fermentazione (m ³ /t)	14700

1.6.2.2 Stoccaggio del digestato

Il digestato viene stoccato all'interno di una vasca residuo (primo stadio di stoccaggio) dotata di copertura a sostentamento pneumatico per il contenimento e la desolforazione del gas, il sistema di miscelazione e la linea di scarico. Il volume di contenimento ammonta a 3.184 m³.

In aggiunta a questo volume utile, si considera la disponibilità degli stoccaggi attualmente in dotazione della Soc. Agr. Pasquali, conduttore dell'allevamento di bovini che cede la totalità degli effluenti di allevamento ed è quindi responsabile della gestione agronomica del digestato di risulta.

Dal PUA dell'Az. Agr. Pasquali risulta che il volume utile delle vasche di contenimento dei liquami ammonta a circa 5000 m³. Complessivamente l'impianto dell' Az. Agr. Pasquali può contare su uno stoccaggio utile pari a 8000 m³, corrispondente ad un'autonomia di contenimento del digestato complessivamente prodotto pari a 300 giorni, superiore ai sei mesi minimi di legge, e sufficiente a garantire un razionale uso a scopi agronomici e fertilizzanti del digestato stesso.

1.6.2.3 Parametri analitici del digestato

A titolo cautelativo, si ritiene che le caratteristiche del digestato, considerando che sarà in massa corrispondente a circa il 90% della massa alimentata, con lo stesso contenuto in macroelementi nutritivi dei prodotti in ingresso nell'impianto, siano le seguenti:

Digestato	Quantità (t/a)	SS (%)	N		P ₂ O ₅		K ₂ O	
			SS%	tot	SS%	tot	SS%	tot
Digestato	15135	7,505	7,795	86	13,32%	146	9,22%	101

Il digestato verrà impiegato come fertilizzante organico sui terreni agricoli prevalentemente coltivati per la produzione e fornitura della biomassa in ingresso. Tali terreni agricoli corrisponderanno a quelli attualmente in conduzione della ditta "Az. Agr. Pasquali" (circa 150 ettari di SAU), oltre a quelli attualmente concessi in uso per lo spandimento degli effluenti bovini prodotti dall'azienda stessa ed eventualmente quelli che entreranno nel circuito di fornitura della biomassa insilata.

Le quantità applicate terranno conto del bilancio dell'azoto e verranno distribuite conformemente al PUA che verrà appositamente predisposto, oltre che ai dettami previsti dal Programma di Azione della Regione Lombardia, con riferimento sia alle Zone Vulnerabili (Comune di Torre de Piconardi) che alle Zone Non Vulnerabili (Comuni limitrofi all'impianto).



<Foto 1.18> Frazione solida del digestato in uscita dal separatore

1.6.3 Produzione rifiuti

Nell'impianto in oggetto è prevista la produzione di rifiuti generati dalle operazioni di manutenzione dei motori di cogenerazione (olio esausto, filtri, parti metalliche e plastiche, materiali di pulizia, etc.). Altri rifiuti prodotti sono assimilabili agli urbani per quantità e tipologia. In ogni caso, i rifiuti speciali prodotti saranno depositati in siti appositi e smaltiti secondo quanto previsto dalla normativa vigente.

1.6.3.1 Scarichi idrici civili e di processo

Scarichi di processo veri e propri non sono previsti. L'impianto sarà allacciato ad un pozzo aziendale per il rifornimento di acqua per i servizi igienici e per altre attività (antincendio e per il riscaldamento a ciclo chiuso dei fermentatori). I soli scarichi di acque nere civili avverranno per subirrigazione. Le acque di prima pioggia cadute sulle trincee del mais scoperte saranno raccolte e avviate alla digestione anaerobica. Le acque di prima pioggia che cadono sulla strada pavimentata saranno raccolte in pozzetti, convogliate ad un sistema di trattamento, costituito da vasca con sfioratore, desolatore e desabbiatore, e, infine, scaricate in corso d'acqua superficiale (fosso). Ai fini antincendio è prevista la perforazione di nuovo pozzo.

1.6.4 Fonti elettromagnetiche

I campi elettromagnetici possono essere generati dal trasformatore e dai cavi elettrici.

1.6.4.1 Trasformatore

Le pareti della cabina di trasformazione sono realizzate in modo tale da limitare efficacemente i campi elettromagnetici. Tali campi elettromagnetici possono essere rilevati all'esterno con una intensità in veloce diminuzione all'aumentare della distanza dalla sorgente stessa. Misurazioni effettuate indicano valori compresi fra 0,012 e 0,072 Microtesla, quindi solo una piccola frazione del valore limite ammesso di 100 Microtesla.

1.6.4.2 Impianto elettrico

La distribuzione elettrica a partire dal quadro elettrico generale dell'impianto alle utenze in campo è realizzata prevalentemente mediante linee in cavo FG7OR, posate in cavidotti interrati a doppia parete. I collegamenti terminali sono effettuati mediante tubazioni in PVC posate a viste in cassette di derivazione in materiale plastico. Tutto l'impianto deve essere realizzato con grado di protezione minimo IP44.

Analoga distribuzione è effettuata anche all'interno del vano pompe per l'alimentazione degli apparecchi illuminanti, delle prese e delle utenze di processo (pompe, pressostati, valvole, ecc..). Tutti i circuiti terminali sono protetti contro i contatti indiretti mediante dispositivi differenziali ad alta sensibilità. Le apparecchiature installate in zona 2 (vedi capitolo n°2) ai sensi della norma CEI 31-30 devono essere di tipo idoneo (ATEX 3G T1), in particolare:

- le sonde di livello a doppia asta "Endress+Hauser" sono del tipo ExnC IIC 3G;
- gli interruttori di depressione "Dungs" sugli oblò sono del tipo EExia IIC 3G;

- le sonde di temperatura gas “Endress+Hauser” del tipo EExia IIC 3G;
- le sonde di pressione “ABB” del tipo EExia IIC 3G;
- il faro per l’illuminazione dell’oblò del tipo Exd IIC T4.

I componenti ExnC devono essere dotati di idoneo pressa cavo di uguale protezione.

I componenti EExia sono accoppiati ad un dispositivo associato posto in zona sicura (quadro elettrico).

Le tubazioni per il collegamento di tali apparecchiature, nei tratti di transito in aree classificate, devono essere di tipo metallico. E’ ammesso l’utilizzo del cavo senza protezione addizionale nel tratto terminale per una lunghezza massima di 15 cm.

1.6.5 Flora, fauna, ecosistemi e paesaggio

Le componenti ambientali in oggetto sono sufficientemente tutelate, poiché sono rispettati i vincoli e le prescrizioni di pianificazione territoriale. Inoltre il progetto è già comprensivo di opportuni accorgimenti che mitigano l’impatto visivo realizzazione fascia perimetrale con alberi e siepi.



<Foto 1.19> L’impianto da 999kW della STALLA SOCIALE di MONASTIER

1.6.6 Fattore socio-economico

Questo fattore ricaverà il più grande vantaggio dall’esecuzione dell’impianto, soprattutto in tempi brevi, su scala locale e vasta.

Tra i vantaggi reali si ricorda:

- ✓ continuo miglioramento delle condizioni ambientali per il miglioramento della qualità dell’aria e per la riduzione delle emissioni di anidride carbonica;
- ✓ certezza del reddito derivante da attività agricola e possibilità di riconversione colturale per le aziende agricole;
- ✓ migliori condizioni economiche degli operatori diretti e dell’indotto (impiegati e operai dell’impianto, ditte di costruzione, trasporti, servizi, etc.);
- ✓ ottenimento del digestato e suo riutilizzo su terreni agricoli, con miglioramento della fertilità degli stessi.

CAPITOLO 2: Classificazione delle aree e piano di valutazione rischi

Nei paragrafi di questo capitolo viene trattato il tema della classificazione delle aree dell'impianto di processo costruito dalla ditta MT-Energie (MTE); tale struttura impiantistica è infatti mirata alla produzione di biogas prodotto dalla fermentazione anaerobica delle biomasse, perciò in alcune zone c'è il rischio di possibile fuoriuscita incontrollata della miscela gassosa infiammabile, quale il biogas. Per legge (vedi paragrafo 2.3.1) devono essere evidenziate queste aree in modo tale che si possano adottare le opportune prevenzioni.

Il capitolo in esame non è altro che la relazione fatta da uno studio tecnico collaborante con la ditta MTE per il caso reale dell'impianto C.A.T. di Correggio (RE): con la gentile concessione dell'Ing. Renato Minto riporto e faccio mie, adattandole, le valutazioni fatte in quell'occasione.

Tale classificazione mi poi è servita in sede di tirocinio per la compilazione dei P&I degli impianti (vedi cap. 3), poiché alcune strumentazioni e apparecchiature elettriche degli impianti MTE sono costruite in modo tale da rispettare le direttive vigenti ATEX.

2.1 Oggetto e scopo

Oggetto del seguente capitolo è la definizione delle zone pericolose per la presenza di gas infiammabili "biogas" generati dal processo di fermentazione anaerobica che si determina all'interno delle vasche coperte (2 fermentatori + 1 post-fermentatore + 1 vasca residui), che costituiscono l'impianto di produzione biogas realizzato dalla società MT-Energie Italia srl presso la Società "CAT" – COOPERATIVA AGROENERGETICA TERRITORIALE di Correggio (RE), per alimentare il gruppo di cogenerazione elettro-termica da 999 kW. La classificazione in oggetto ha lo scopo di consentire una corretta determinazione dei requisiti di sicurezza e relative caratteristiche che devono possedere le costruzioni elettriche, gli apparecchi ed i sistemi di protezione installati nei vari punti dell'impianto di processo (nei quali si abbia presenza di sostanze infiammabili), che presiede alla produzione di biogas poi utilizzato nei due gruppi di cogenerazione da 500 kW/cad., funzionanti in parallelo. La determinazione dell'estensione delle zone pericolose, (vedi paragrafi 2.5 e 2.6), è il risultato di calcoli specifici (applicando apposite formule matematiche), eseguiti in funzione dei parametri d'esercizio comunicati dai responsabili della società MTE Italia che ha ricevuto l'incarico di realizzare l'impianto.

La definizione delle caratteristiche delle varie zone è utilizzabile oltre che per una corretta individuazione dei requisiti di sicurezza delle costruzioni (elettriche e non, come previsto da vigenti direttive ATEX), anche per individuare le misure minime necessarie per il miglioramento della protezione, della sicurezza e della salute dei lavoratori che possono essere esposti al rischio di atmosfere esplosive (Titolo XI del D.Lgs. 81/2008 – allegati XLIX – L). Si ricorda che gli impianti elettrici funzionanti solo in particolari situazioni transitorie, come ad esempio durante la manutenzione non ordinaria, possono produrre variazione nei luoghi pericolosi. Tali casi devono essere trattati con una

specifica procedura di permesso di lavoro. Si precisa inoltre che, quando le zone pericolose sono determinate, qualsiasi modifica operata sulle macchine ed apparecchiature legate al processo di produzione o modifica delle caratteristiche della ventilazione dovrà essere attentamente valutata per accertare eventuali implicazioni sulle zone pericolose già definite.

In occasione di interventi per manutenzione dovrà quindi essere conservata l'integrità dell'installazione per quanto riguarda il pericolo di formazione di atmosfere esplosive, in particolare per il grado e la portata delle sorgenti di emissione.

2.2 Definizione dei termini

Allo scopo di facilitare la lettura dei successivi paragrafi e di chiarire univocamente il significato delle considerazioni fatte e delle procedure adottate, si espongono le definizioni specifiche dei termini più usati:

Atmosfera esplosiva

Miscela in aria di una sostanza infiammabile sotto forma di gas o vapori, in condizioni atmosferiche normali, in cui dopo l'accensione, la combustione si propaga alla miscela incombusta .

Luogo pericoloso

Luogo in cui è o può essere presente un'atmosfera esplosiva in quantità tale da richiedere provvedimenti particolari per la realizzazione, l'installazione e l'impiego delle costruzioni (apparecchi).

Zona

Estensione, stabilita all'interno di un luogo pericoloso, in cui esiste oppure è probabile che sia presente un'atmosfera esplosiva costituita da una miscela di aria e sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapori, o nebbia (valutazione effettuata in base alla frequenza ed al perdurare dei fenomeni pericolosi).

A tale riguardo le zone si distinguono in:

- ✓ *Zona 0*: luogo dove è presente continuamente o per lunghi periodi un'atmosfera esplosiva per la presenza di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia.
- ✓ *Zona 1*: luogo dove è possibile sia presente, durante il funzionamento normale, un'atmosfera esplosiva per la presenza di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia.
- ✓ *Zona 2*: luogo dove non è possibile sia presente, durante il funzionamento normale, un'atmosfera esplosiva per la presenza di sostanze infiammabili sotto forma di gas, vapore o nebbia o, se ciò avviene, è possibile sia presente solo poco frequentemente e per brevi periodi.
- ✓ *Zona non esplosiva (NE)*: luogo teorico dove, in condizioni normali, l'estensione della zona classificata risulta trascurabile.

Distanza pericolosa

Parametro identificato con il termine ("dz") come risultato del calcolo analitico, utilizzando le formule della guida CEI 31-35 e con il termine ("a") a seguito dell'approssimazione per eccesso effettuata nella pratica, per la definizione della zona di rispetto.

Sorgente di emissione

Un punto o una parte dell'impianto da cui può essere emesso nell'atmosfera un gas, un vapore, un liquido o una polvere infiammabili con modalità tali da originare una atmosfera esplosiva.

Grado di emissione

Entità stabilita in base alla probabilità di emissione di atmosfera esplosiva, distinta su tre livelli:

- ✓ *grado continuo*: l'emissione avviene continuamente o per lunghi periodi;
- ✓ *primo grado*: l'emissione può avvenire periodicamente od occasionalmente durante il funzionamento normale;
- ✓ *secondo grado*: l'emissione non è prevista durante il funzionamento normale e se avviene è possibile solo poco frequentemente e per brevi periodi.

Ventilazione

Movimento dell'aria e suo ricambio per effetto del vento, di gradienti di temperatura o di mezzi artificiali.

Gradi di ventilazione

Si intende l'efficacia della ventilazione nel controllare la dispersione e la persistenza dell'atmosfera esplosiva. Si definiscono e considerano tre gradi di efficacia della ventilazione:

- ✓ *alto*: quando la ventilazione è in grado di ridurre la concentrazione in prossimità della sorgente di emissione in modo praticamente istantaneo;
- ✓ *medio*: quando la ventilazione è in grado di influire sulla concentrazione determinando una situazione stabile e l'atmosfera esplosiva non persiste eccessivamente dopo l'arresto dell'emissione;
- ✓ *basso*: quando la ventilazione non è in grado di controllare la concentrazione mentre avviene l'emissione.

Disponibilità della ventilazione

Si considerano tre livelli di disponibilità della ventilazione:

- ✓ *buona*: quando la ventilazione è presente in pratica con continuità;
- ✓ *adeguata*: quando la ventilazione è presente durante il funzionamento normale (sono ammesse brevi e poco frequenti interruzioni);
- ✓ *scarsa*: quando la ventilazione non risponde ai requisiti di adeguata o buona.

Aperture

Le aperture sono classificate di tipo A, B, C, D:

- ✓ *tipo A*: aperture non conformi alle caratteristiche specificate per i tipi B, C, D (es. passaggi di tubazioni attraverso pareti, aperture simili dei tipi B, C, D che vengono aperte frequentemente o per lunghi periodi);
- ✓ *tipo B*: aperture normalmente chiuse con dispositivo di auto-richiusura, aperte poco frequentemente e con buona tenuta su tutto il perimetro;

- ✓ *tipo C*: aperture normalmente chiuse o aperte poco frequentemente, conformi a quelle di tipo B, provviste inoltre di dispositivi di tenuta su tutto il perimetro (es. guarnizioni) oppure due aperture di tipo B in serie con dispositivi di auto-chiusura indipendenti;
- ✓ *tipo D*: aperture normalmente chiuse conformi a quelle di tipo C, apribili solo con mezzi speciali o in caso di emergenza oppure due aperture una di tipo C in serie con una di tipo B.

Funzionamento normale

Rappresenta la situazione operativa in cui l'impianto lavora nel rispetto dei parametri funzionali stabiliti nei documenti di progetto esecutivo

2.3 Procedura di classificazione dei luoghi pericolosi

2.3.1 Normativa

La classificazione dei luoghi pericolosi, summenzionati, è stata eseguita in conformità alla Norma EN60079-10 (CEI 31-30), II° Ed. fascicolo 7177 e alla Guida alla classificazione dei luoghi pericolosi CEI 31-35 III° Ed. fascicolo 8705 + variante V1.

La scelta delle costruzioni elettriche in relazione alle zone è in accordo con la Norma EN 60079-14 CEI 31-33 II° Ed. fascicolo 7297.

Tali norme costituiscono la Regola dell'Arte riconosciuta con la legge 186 del 1-3-1968 e DM. n.37 del 22/01/2008.

2.3.2 Fonti di informazione

Le informazioni utilizzate per l'analisi dell'impianto, relative alle caratteristiche tecniche dei vari componenti ed apparecchiature che lo costituiscono ed anche alle modalità di esecuzione delle operazioni legate al processo di produzione, sono state fornite dai responsabili tecnici della società MT-Energie Italia srl, sulla base dei dati e know-how acquisiti dalla casa madre MT-Energie GmbH & Co. KG, con sede in Ludwig-Elsbett-Strasse n.1 – 27404 ZEVEN (GERMANY).

Oltre a ciò c'è da considerare anche le informazioni relative alle modalità di allacciamento della linea biogas in arrivo al cogeneratore: queste vengono fornite dalla ditta tedesca DREYER & BOSSE GmbH, la quale ha fornito a sua volta i dettagli tecnici utili a stabilire la classificazione delle aree nella zona di pertinenza.

2.3.3 Considerazioni

- Come stabilito dalla norma EN60079-10 (CEI 31-30 “Chap.1- Scope of Standard for Hazardous areas”) il grado delle sorgenti di emissione è stato stabilito prescindendo da situazioni anomale dovute ad eventi catastrofici, atti di colpa, dolo o ad una non adeguata installazione e/o manutenzione durante la vita operativa dell'impianto.
- Il tipo di emissioni per le quali si sono effettuati i calcoli, sono state scelte con caratteristiche generali rappresentative anche di quelle le cui conseguenze sono uguali o più limitate.

- L'estensione attribuita a ciascuna zona classificata è stata determinata come risultato di calcoli specifici eseguiti in funzione dei parametri di esercizio e delle condizioni operative, introdotti come valori e coefficienti in formule matematiche riportate dall'apposita Guida CEI 31.35 III edizione.
- Il grado di emissione delle sorgenti individuate, è stato definito considerando, quale postulato di riferimento, il fatto che tutti i componenti dell'impianto di cogenerazione siano stati realizzati nel rispetto della "Regola dell'Arte", in conformità a progetti esecutivi redatti da professionisti abilitati, e su di essi venga eseguita una corretta manutenzione durante la vita operativa. Il grado di una sorgente di emissione, come esemplificato nelle norme, cessa infatti di essere tale e diventa indeterminabile qualora esso cambi le sue caratteristiche (probabilità di emettere e quantità emessa) durante la vita dell'impianto e non si provveda al tempestivo ripristino delle sue caratteristiche iniziali.

2.4 Valutazione delle zone pericolose

2.4.1 Descrizione sintetica del processo nelle diverse sezioni dell'impianto

L'impianto di cogenerazione elettro-termica da biogas realizzato presso la Società COOPERATIVA AGROENERGETICA TERRITORIALE di Correggio. (RE), è costituito da n.5 vasche di diverse dimensioni, rispettivamente: due fermentatori ($\Phi=23\text{m}$), un post-fermentatore ($\Phi=26\text{m}$), e due vasche residui ($\Phi=30\text{m}$) di cui una scoperta e non a captazione di gas, tutte realizzate in calcestruzzo armato di elevate caratteristiche, ed altezza di parete per tutte pari a 6m. Le vasche che costituiscono i fermentatori e il post-fermentatore sono termicamente coibentate con pannelli di polistirene estruso (10cm sulle pareti perimetrali), ed espanso (sotto l'intera platea di fondo).

Tali vasche vengono internamente riscaldate con l'utilizzo di acqua (riscaldata dall'energia termica recuperata dal corpo dei motori primi dei cogeneratori), che viene fatta circolare entro fasci tubieri disposti sulla circonferenza interna, per instaurare le condizioni ottimali all'insediamento di un processo di digestione anaerobica di una biomassa costituita da miscele di vegetali agricoli quali triticale, mais ed altri componenti, mescolati in substrato di liquami da allevamento bovino. I vegetali sono periodicamente caricati con pala meccanica in due tramogge "FLIEGL" provviste di sistema di pesatura a celle di carico e di sistemi di convogliamento a coclea, per l'immissione dei componenti di alimentazione del substrato rimescolato nelle vasche, sotto battente.

Nei due fermentatori e nel post-fermentatore, la biomassa viene infatti periodicamente rimescolata da agitatori a pale sommerse (attivati sotto controllo del PLC di governo dell'impianto) e trasferita, a seconda delle necessità, da una vasca all'altra mediante una pompa a coclea eccentrica, al fine di consentire lo sviluppo di condizioni di digestione il più possibile omogenee.

Il processo di fermentazione controllata che si sviluppa all'interno delle vasche determina, (grazie all'azione di batteri solfato riduttori), la progressiva formazione di biogas (miscela a prevalente concentrazione di metano ed anidride carbonica, con tracce di altri componenti), che si accumula nelle

sacche a tenuta, poste tra il pelo libero della biomassa in fermentazione e una doppia membrana impermeabile superiore, che grazie alle condizioni operative instaurate, costituisce sia l'accumulo temporaneo del biogas che la protezione verso l'ambiente esterno e gli agenti atmosferici.

Il biogas (biometano), opportunamente desolfurato all'interno dei fermentatori e post-fermentatori, e quindi trasferito alla vasca residui, viene poi inviato attraverso una doppia condotta interrata (il cui sviluppo è calcolato per consentire un parziale raffreddamento con condensazione dell'umidità contenuta e suo drenaggio ad apposito pozzetto), a due package di raffreddamento con filtrazione e deumidificazione finale, prima di giungere ad alimentare, con apposita rampa-gas, i due gruppi di cogenerazione di potenza nominale $P=500\text{kW}$, allestiti entro appositi container prefabbricati, e dotati di "certificazione CE" da parte del fornitore (soc. DREYER & BOSSE GmbH).

L'energia elettrica prodotta all'albero dei generatori sincroni viene quindi elevata a 20kV mediante trasformatori posti nella limitrofa cabina BT/MT, ed infine immessa in rete elettrica di distribuzione. L'energia termica recuperata dal raffreddamento dei corpi motore, viene invece utilizzata (con appositi scambiatori di calore e pompe di circolazione), nell'impianto di processo per il riscaldamento della massa di digestato che viene continuamente movimentata all'interno dei fermentatori.

L'impianto di processo è dotato di apposita strumentazione distribuita nelle varie vasche e di altre apparecchiature collocate sia nel vano pompe che in pozzetti posti all'esterno.

I relativi segnali vengono acquisiti ed elaborati dal sistema di controllo e supervisione collegato alla centrale operativa della casa madre in Germania, dove un team di tecnologi provvede ad elaborare i dati funzionali acquisiti, ed impartire al personale del Cliente, che gestisce l'impianto in loco, le necessarie direttive sulle ricette di alimentazione di volta in volta da adottare per consentire l'ottimale sviluppo della reazione che produce il biometano da utilizzare come combustibile naturale per il gruppo di cogenerazione.

2.4.2 Sostanze pericolose

Le sostanze pericolose per infiammabilità, che si sviluppano nell'impianto di processo e sono poi utilizzate nei due gruppi di cogenerazione, sono rappresentate dal "biogas" (inteso come miscela di gas da fermentazione di biomassa), di composizione tipica costituita da:

- ✓ metano (CH_4), in concentrazione media tra (40÷60)%,
- ✓ anidride carbonica (CO_2), in concentrazione media tra (60÷40)%,
- ✓ altri componenti (acqua-acido solfidrico-gas nobili), presenti in misura inferiore all'1%.

Le caratteristiche chimico fisiche del biometano (che sono state assimilate al metano nello sviluppo dei calcoli), sono riportate in apposita tabella al paragrafo 2.6.

2.4.3 Sorgenti di emissione

Per il biogas, sono state individuate le seguenti sorgenti di emissioni:

- primo grado, cioè tali da avvenire periodicamente durante il funzionamento normale dell'impianto in corrispondenza dei dispositivi di sfiato per sicurezza contro sovrappressione e depressione. Questi dispositivi risultano essere “guardie idrauliche” (tarate rispettivamente a +3,5mbar e +1mbar) installate in prossimità della sommità di ciascuna vasca in cls armato, con presa diretta posta in corrispondenza della sacca di biogas che si genera all'interno per il processo di fermentazione della biomassa.
- secondo grado, cioè tali da emettere poco frequentemente e per brevi periodi in caso di funzionamento anomalo del processo e/o di dispositivi in esso presenti. Risultano tali:
 - * il sistema di tenuta pneumatica delle due membrane di copertura delle quattro vasche, che consente il contenimento delle sacche di biogas sviluppate dalla fermentazione della biomassa ed il sostentamento (con cuscino d'aria in pressione) della membrana superiore di protezione dagli agenti atmosferici,
 - * gli accoppiamenti flangiati delle tubazioni fuori terra che provvedono al trasporto del biogas verso il cogeneratore, le tenute degli steli delle valvole manuali di intercettazione e deviazione, inserite nelle linee di trasporto ed utilizzo del biometano.

Non sono state individuate sorgenti di emissione di grado zero , che emettano cioè continuativamente o per lunghi periodi.

La stima dei punti/fori di emissione dovuti a guasti o malfunzionamenti accidentali è stata fatta con riferimento alle indicazioni fornite dalla Guida CEI 31-35, tenendo conto delle caratteristiche delle sostanze, del tipo di guarnizioni utilizzate e del tempo previsto per l'intervento (in tempi rapidi) da parte del personale addetto all'impianto, in caso di emissioni.

In particolare, per quanto riguarda lo specifico sistema di tenuta delle membrane di ricoprimento delle vasche e contenimento del biogas, realizzato mediante manichetta idraulica in pressione che blocca entro profilo metallico a “U” le anzidette membrane in corrispondenza al bordo superiore delle vasche in cls armato, stante la tipologia dei manufatti utilizzati e le modalità di messa in opera, si sono mutate le considerazioni che la guida CEI 31.35 espone per i casi di contemporaneità di punti di emissione di primo grado e probabilità minima di contemporaneità, applicandoli a sorgenti di emissione di grado secondo, unitamente ai criteri che la stessa guida riporta per la definizione della grandezza dei fori di emissione dovuti a guasti od anomalie funzionali. I risultati dei calcoli sono riportati nelle schede al paragrafo 2.6.

2.4.4 Aperture

Le aperture di accesso al cosiddetto “vano pompe” sono di “tipo A”.

Per quanto attiene le aperture dei due containers, che alloggiavano i due gruppi di cogenerazione, e presentano settore separato per il quadro elettrico di controllo, trattandosi di packages dotati di certificazione CE, si sono assunte le conclusioni riportate nella classificazione dei rispettivi volumi interni eseguita direttamente dal Costruttore. Il set di apparecchiature per trattamento del biogas

(raffreddamento filtrazione e rampa di alimentazione) di ciascuno dei due cogeneratori), è invece assemblato su skid in aria libera tra i due cogeneratori.

2.4.5 Ventilazione

Come si evince dal <Disegno 2.4> , l'intero impianto si sviluppa all'aperto. L'unico locale saltuariamente praticabile dal personale operativo, delimitato da pareti sandwich e copertura terrazzata, è rappresentato dal "vano tecnico pompe", collocato tra i due digestori.

Il locale è provvisto di due porte di tipo "A" in direzione opposta (nord-sud) con apertura per aerazione e ventilatore estrattore.

In uscita da ciascun fermentatore, post-fermentatore e vasca residui è presente una tubazione aerea di adduzione del biogas che partendo dalla sacca di contenimento scende a terra e si collega alle altre in un collettore interrato, costituito da due tubazioni che proseguono (entro trincee di posa con pendenza pre-calcolata) fino al pozzo di raccolta della condensa e poi, in contropendenza, proseguono fino a raggiungere i due skid di trattamento finale del biogas, da cui si staccano le tubazioni con valvola di radice, che alimentano i due gruppi di cogenerazione. Altre tubazioni aeree (dotate di valvole di intercettazione) collegano a quota di circa 4,7m rispetto al piano campagna le sacche di biogas dei fermentatori con il post-fermentatore e la vasca residui. I due containers prefabbricati (di tipo omologato), che alloggiavano i due cogeneratori, sono dotati di porte ed ampie aperture di ventilazione adatte ad assicurare un adeguato ricambio dell'aria interna (mediante doppio gruppo ventilante di adeguata portata) e rilevatori di gas asserviti ad apposita centralina di allarme e blocco motore. Il tutto è accompagnato da Certificazione CE del Costruttore che ha redatto anche il documento di classificazione delle aree interne (zona2-NE).

Ciò precisato, per quanto attiene gli impianti oggetto del presente capitolo, il fattore di efficacia della ventilazione "f" è stato assunto nel modo seguente:

- $f = 1$ per tutte le sorgenti di emissione dell'impianto di processo all'aperto, in relazione alla possibilità di libera circolazione dell'aria e pratica assenza di impedimenti che possano ridurre l'efficacia della miscelazione nel volume interessato dalle emissioni di sostanze infiammabili;
- $f = 2$ o 3 per tutti gli altri casi, in relazione alla presenza di "qualche impedimento" o "consistenti impedimenti" alla libera circolazione dell'aria, tali da ridurre in modo più o meno significativo la capacità di diluizione dell'atmosfera esplosiva nel volume interessato dalle emissioni.

2.4.6 Determinazione ed estensione delle zone AD

Al paragrafo 2.6 sono riportati, in dettaglio, i calcoli per la definizione dell'estensione delle zone pericolose per la presenza di biogas (gas naturale), che sono stati sviluppati tenendo in considerazione la raccomandazione della norma che per gas e vapori la cui miscela presenta densità relativa all'aria compresa nell'intervallo tra (0,9÷1,1) considera le prescrizioni relative sia ai gas e vapori pesanti, sia ai

gas e vapori leggeri e poiché la densità è l'elemento determinante per le estensioni delle zone pericolose (AD), queste ultime risultano dalla sovrapposizione delle due tipologie.

Nello specifico si sono considerati i seguenti casi:

- ✓ Caso G1: rilascio di biogas (gas naturale) dalla tenuta perimetrale di tipo pneumatico che sigilla le membrane di copertura di ciascuna delle vasche in cls armato (fermentatori, post-fermentatore e vasca residui), dell'impianto di processo ($P < 3.5$) mbar,



<Foto 2.1> Vedute diverse dell'anello a tenuta pneumatica perimetrale della membrana di copertura

- ✓ Caso G2: rilascio di biogas (gas naturale) da accoppiamento flangiato, con valvola sul percorso della tubazione esterna che collega in bypass i fermentatori con il post-fermentatore e la vasca residui, oppure accoppiamento flangiato su tubazioni in aria nel tratto di uscita dalle sacche di accumulo biogas e fino al punto di interrimento da cui si sviluppa il collettore di trasporto.



<Foto 2.2> Particolari degli accoppiamenti flangiati con valvola a farfalla

- ✓ Caso G3: rilascio di biogas (gas naturale) da guardia idraulica (taratura pari a 3,5 mbar) utilizzata come dispositivo di sicurezza contro fenomeni di sovrappressione interna alla sacca di

accumulo biogas nel fermentatore e post-fermentatore (dispositivo brevettato da MTE-GmbH e fornito con relativo sistema di taratura per utilizzo esclusivo abbinato al sistema di contenimento biogas costituito dalle membrane flessibili a tenuta pneumatica che chiudono ciascuna vasca dell'impianto).



<Foto 2.3> Dispositivo di sovra e sotto pressione dei digestori

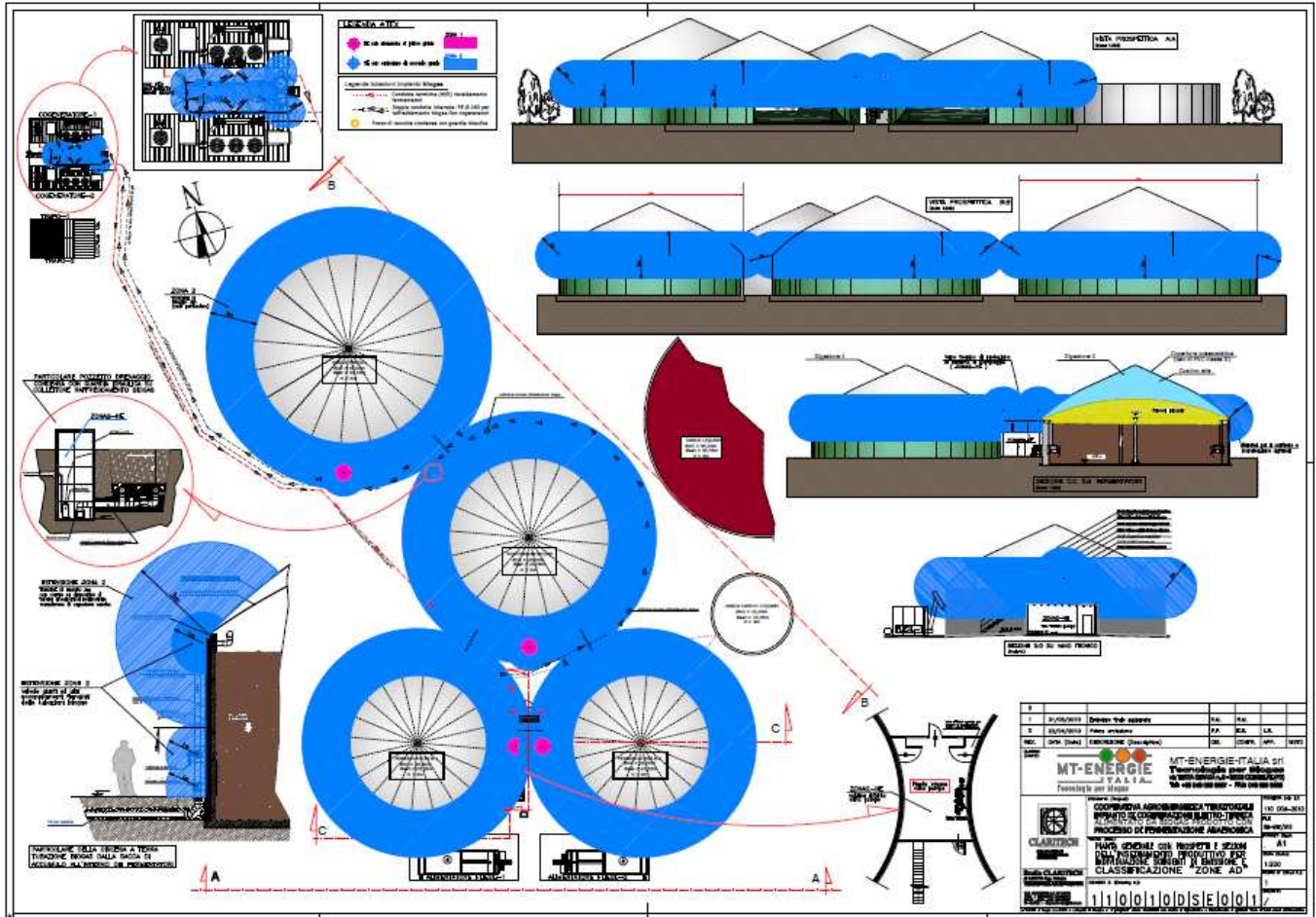
Per il caso G1 si sono valutate le tipologie costruttive e di posa in opera dei manufatti appositamente realizzati per allestire il dispositivo di tenuta perimetrale, che non è propriamente assimilabile ad una “flangia” con interposta guarnizione. Al riguardo si è individuato come punto di innesco della potenziale perdita di tenuta (per calo di pressione determinato da anomalia funzionale), la giunzione meccanica saldata tra due profili metallici contigui ad “U” della serie di elementi che tra loro accoppiati costituisce la guida di inserimento della manichetta pneumatica in pressione a (4-6)bar di aria, determinando così il blocco delle due membrane di copertura e consentendo, di norma, la tenuta alla bassa pressione (< 3,5mbar) che caratterizza lo stoccaggio del biogas nella sacca di accumulo sopra il letto fluido del digestato.

Cautelativamente, per i punti di emissione, si è poi assimilato il modello statistico che la guida CEI 31-35 espone per il numero di emissioni considerabili come contemporanee, stante il numero totale di emissioni potenzialmente rilevabili, ed assumendo a nostra volta la probabilità del singolo evento $P=10^{-1}$ e la probabilità minima di contemporaneità degli eventi $P=10^{-3}$.

Ne segue, nel caso pratico in esame (numero di potenziali punti di emissione pari a 24), un numero di emissioni considerabili contemporaneamente pari a 8, con sezione di perdita singola pari a 18×10^{-6} m.

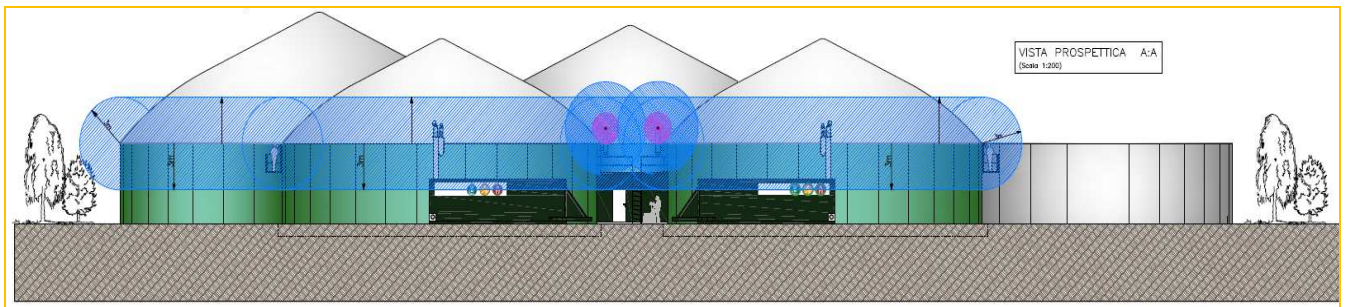
2.5 Considerazioni e conclusioni

Dalla seguenti considerazioni ne è emerso il disegno che classifica le aree a pericolo di esplosione (AD) alla pagina seguente :

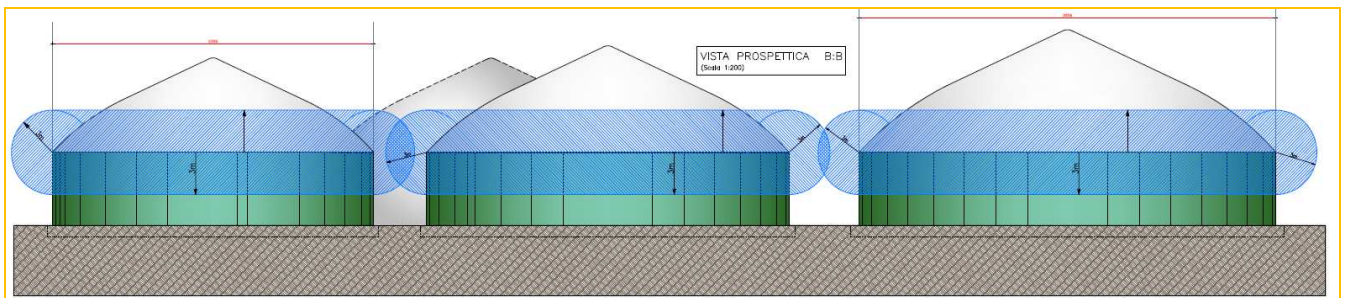


<Disegno 2.4> Rappresentazione in pianta – prospetti e sezioni dei fermentatori, post-fermentatore e vasche residui, con le sorgenti di emissione e la classificazione ed estensione delle zone pericolose AD

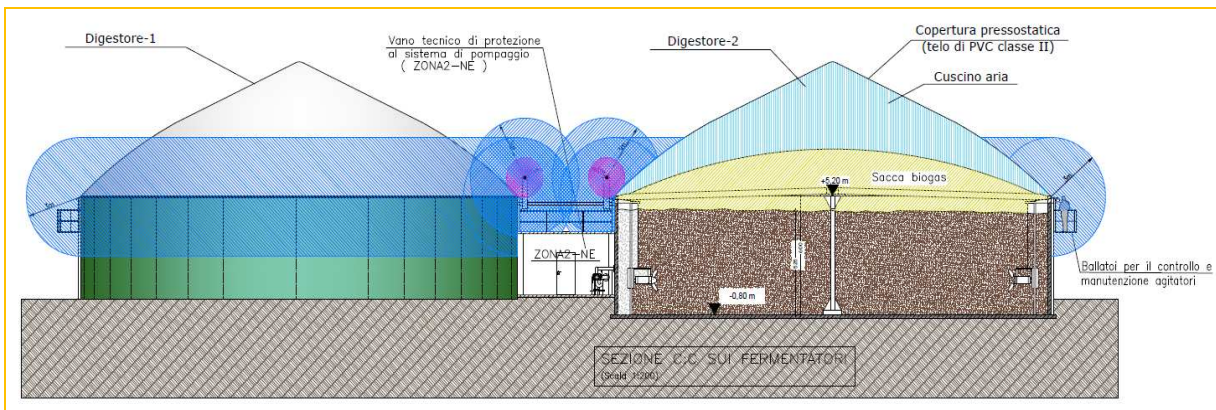
Per facilitarne la comprensione vengono riportati alla pagina seguente alcuni spaccati del disegno:



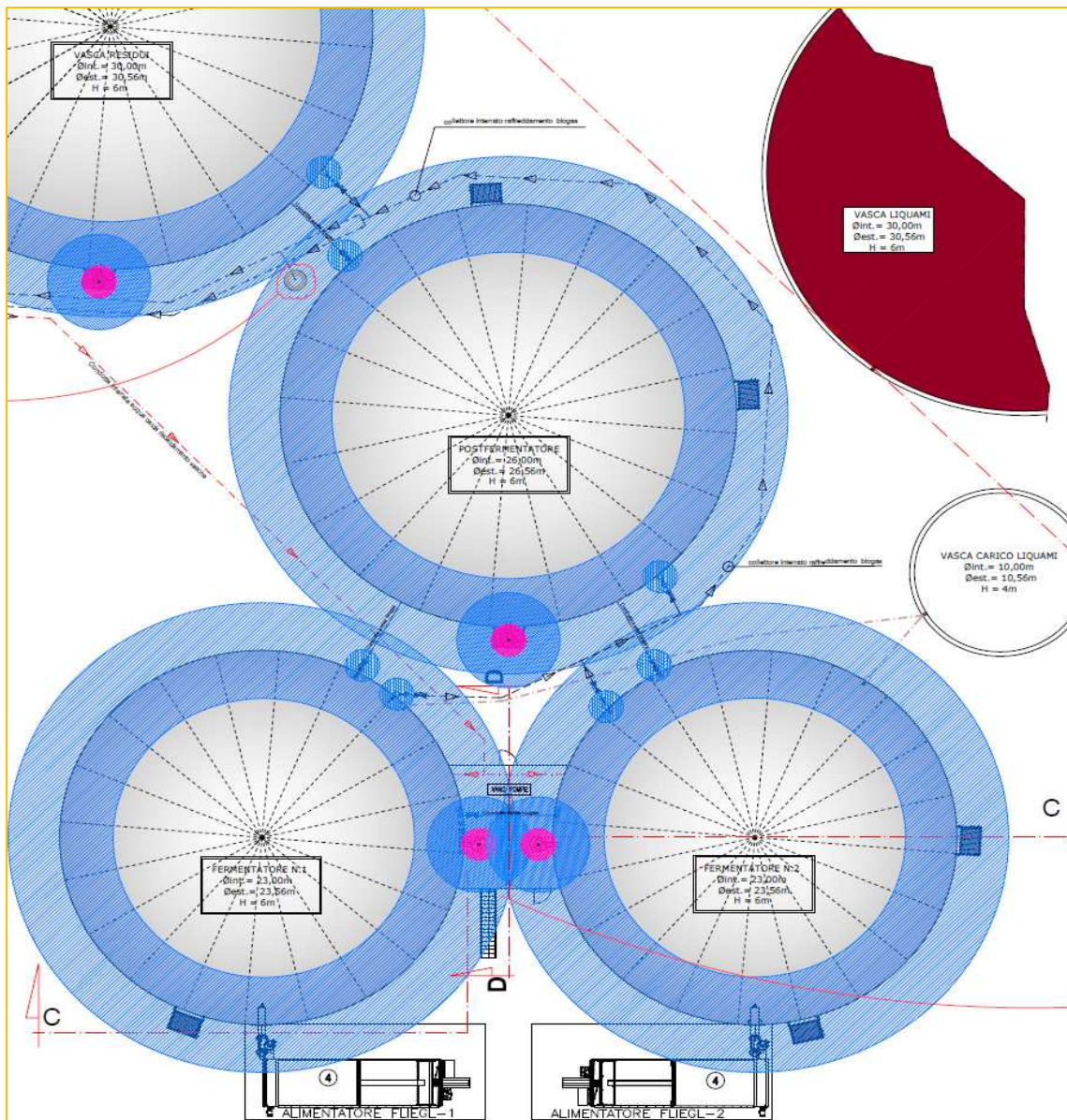
<Disegno 2.5> Vista prospettica A:A



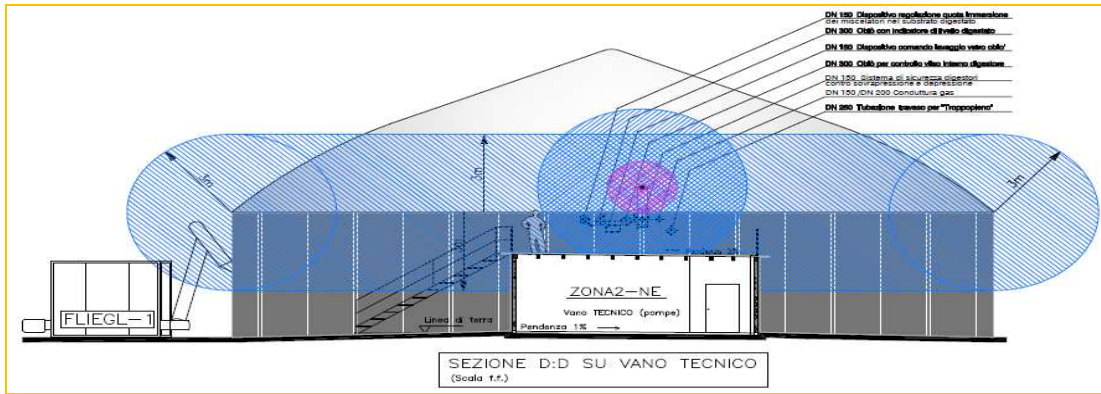
<Disegno 2.6> Vista prospettica B:B



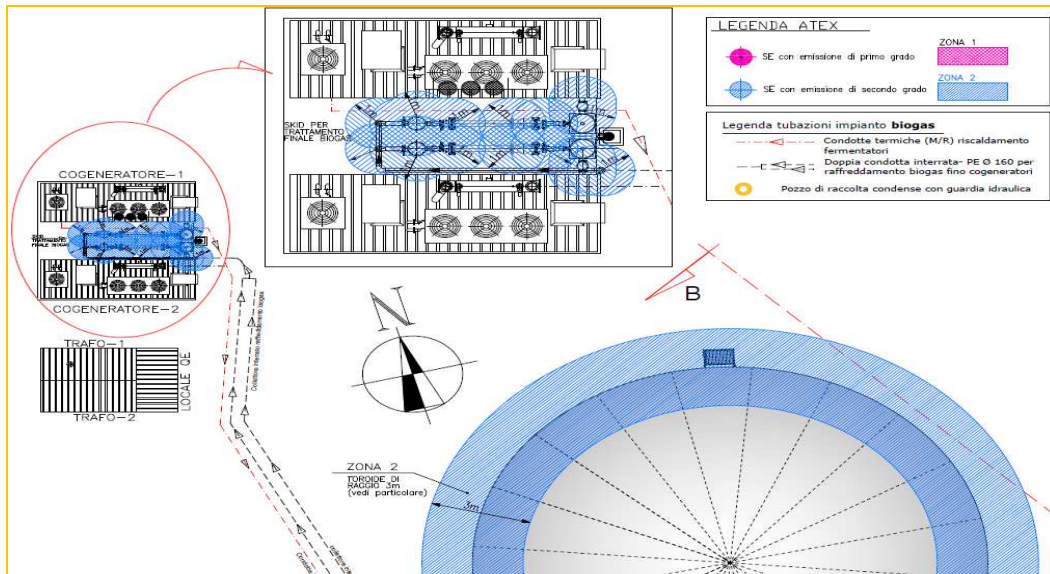
<Disegno 2.7> Vista prospettica C:C



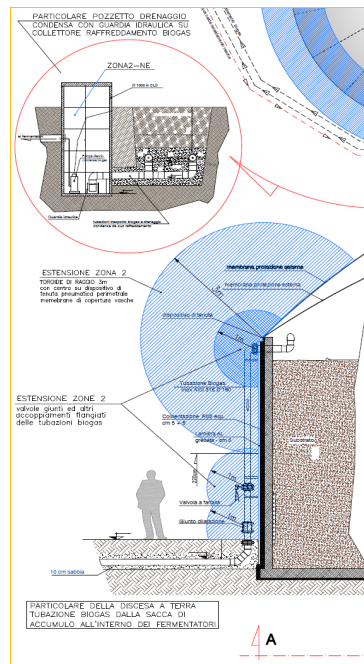
<Disegno 2.8> Vista dall'alto dei digestori



<Disegno 2.9> Vista prospettica D:D



<Disegno 2.10> Vista dall'alto dei cogeneratori



<Disegno 2.11> Particolare della tubazione esterna in acciaio inox e del pozzetto dell'acqua di condensa del biogas

Come si può evincere dal <Disegno 2.4>, che riporta per ciascun componente classificato dell'impianto il tipo di zona "AD" ed i reticoli che evidenziano la sua estensione, abbiamo:

- ✓ una zona 2 (caso G1), che dal punto di emissione collocato in corrispondenza al lembo inferiore delle membrane si espande verso l'esterno secondo una sfera di raggio 3m (quota "a"), determinando nello sviluppo circonferenziale della manichetta di tenuta un "toroide" perimetrale a ciascuna delle vasche (vedasi rappresentazione in pianta e prospetti nella tavola grafica menzionata).
- ✓ Per il (caso G3) ci si è attenuti alle risultanze esposte nel certificato di taratura e Dichiarazione di Conformità del dispositivo di sicurezza brevettato da MT-Energie GmbH, che (dichiara lo stesso Costruttore), se utilizzato in associazione alle membrane flessibili previste per la chiusura a tenuta delle sacche di biogas sui fermentatori-post e vasca residui, consentono il controllo delle sovra-pressioni che si generassero all'interno di ciascuna vasca, sfogando in atmosfera al valore di soglia $P=3,5$ mbar, sulla base dei parametri funzionali e condizioni ambientali standard di installazione. In tal caso si determineranno:
 - una zona 1 che si espande per una $dz = 0,68$ m dal centro di emissione quota "a" = 1m;
 - una zona 2 che si espande per una quota "a", assunta di 3m dal centro di emissione.
- ✓ Per il (caso G2), i calcoli sono stati effettuati con riferimento ad accoppiamenti flangiati di tipo standard, con interposte guarnizioni specifiche, e sono comprensivi anche delle conseguenze di rilasci da qualsiasi altra "SE" in cui la sostanza infiammabile si trovi nelle stesse o inferiori condizioni. I risultati dei calcoli mostrano la formazione di:
 - una zona 2 che si estende da ciascun accoppiamento flangiato o valvola determinando una $dz = 0,76$ m, da cui una quota "a" assunta pari a 1m dal centro di emissione (sfera di raggio $r=1$ m).Inoltre, nella definizione delle dimensioni che l'apertura di rilascio raggiunge prima che la perdita sia eliminata, si è considerata la sorveglianza cui è sottoposto l'impianto e l'attenzione adottata dal personale di manutenzione dello stabilimento nell'eliminare in modo rapido eventuali perdite.

Al paragrafo successivo si riportano i dati relativi alle condizioni operative assunte, le formule utilizzate, l'iter dei calcoli eseguiti ed i risultati finali ottenuti, riportati nella tavola grafica.

2.6 Riepilogo condizioni operative, formule, iter calcoli e risultati

2.6.1 Caso 1: sistema di tenuta pneumatica della copertura vasche.

Input	Valore	Unità di misura	Note
Caratteristiche dell'ambiente:			
tipologia =	aperto		tipologia di ambiente
disponibilità ventilaz. =	buona		disponibilità della ventilazione
f _{SE} =	1		fattore efficacia ventilazione
w _a =	0,5 m/s		velocità dell'aria
T _a =	293 K		temperatura ambiente
P _a =	101300 Pa		pressione atmosferica
Caratteristiche della sostanza:			
nome =	Gas naturale		denominazione sostanza
ρ _{rel} =	0,595		densità relativa all'aria
M =	17,77 g/mol		peso molecolare (M)
LEL _v =	4,4 %vol		limite inferiore di infiammabilità % vol. (LEL)
LEL _m =	0,03253 kg/m ³		limite inferiore di infiammabilità kg/m ³ (LEL)
ρ _{gas} =	0,719 kg/m ³		densità dei vapori
γ =	1,31		rapporto fra i calori specifici
R =	8314 J/kmol.K		costante universale dei gas
Caratteristiche della sorgente di emissione:			
tipologia =	sistema di tenuta		tipologia della SE
grado =	secondo		grado della SE
A =	1,44E-04 m ²		sezione del foro
c =	0,8		coefficiente d'efflusso
P =	101700 Pa		pressione assoluta all'interno del sistema
T =	293 K		temperatura d'esercizio
k = k _{dz} =	0,5		coefficiente di sicurezza
k _z =	1		coefficiente correttivo da applicare alla distanza d _z

Regime di flusso [f.GB.4.1-1]

Quando la seguente disuguaglianza è rispettata si ha flusso sonico (regime turbolento), quando non è rispettata si ha flusso subsonico (non turbolento):

$$\frac{P_a}{P} \leq \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} \Rightarrow 0,9961 \leq 0,5439$$

Il rapporto critico φ viene definito come segue:

- In regime subsonico [f.GB.4.1-3]:

$$\varphi = \left(\frac{P_a}{P} \right)^{\frac{1}{\gamma}} \cdot \left[1 - \left(\frac{P_a}{P} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right]^{0,5} \cdot \left[\left(\frac{2}{\gamma-1} \right) \cdot \left(\frac{\gamma+1}{2} \right)^{\beta} \right]^{0,5} = 0,1323$$

dove:

$$\beta = \frac{\gamma+1}{\gamma-1} = 7,45$$

- In regime sonico [f.GB.4.1-4]:

$$\varphi = 1$$

Nel caso specifico, la disuguaglianza non è rispettata, quindi il flusso è subsonico (regime non turbolento) e pertanto il rapporto critico risulta pari a: φ = 0,1323

Portata di gas in singola fase (f.GB.4.1-2)

$$Q_g = \varphi \cdot c \cdot A \left[\gamma \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{\beta} \right]^{0,5} \frac{P}{\left(R \frac{T}{M} \right)^{0,5}} = 2,800E-03 \text{ kg/s}$$

Distanza pericolosa per emissioni di gas

All'uscita dal sistema di contenimento, il gas è caratterizzato dai seguenti parametri:

$$T_0 = \left(\frac{P_a}{P} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \cdot T \quad \text{====>} \quad T_0 = 292,7 \text{ K} \quad [\text{f.GB.5.1-1}]$$

$$v_0 = \frac{R \cdot T_0}{M \cdot P_a} \quad \text{====>} \quad v_0 = 1,352 \text{ m}^3/\text{kg} \quad [\text{f.GB.5.1-2}]$$

$$u_0 = \frac{Q_g \cdot v_0}{c \cdot A} \quad \text{====>} \quad u_0 = 32,86 \text{ m/s} \quad [\text{f.GB.5.1-3}]$$

Poiché la velocità di uscita è maggiore di 10 m/s si calcola la distanza pericolosa con la seguente formula:

$$d_z = \frac{1650}{k_{dz} \cdot \text{LEL}_v} \cdot k_z \cdot (P \cdot 10^{-5})^{0,5} \cdot M^{-0,4} \cdot A^{0,5} = 2,87 \text{ m} \quad [\text{f.GB.5.1-5a}]$$

quota "a" = 3,00 m

Volume Vz e tempo di persistenza t

Portata minima volumetrica di aria fresca:

$$(dV/dt)_{\min} = Q_{\text{amin}} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \cdot \text{LEL}_m} \cdot \frac{T_a}{293} = \frac{Q_g}{k \cdot \text{LEL}_m} \cdot \frac{T_a}{293} = 0,17218 \text{ m}^3/\text{s} \quad [\text{f.5.10.3-1}]$$

La lunghezza del percorso dell'aria all'interno del volume da ventilare è pari a:

$$L_0 = 2 \cdot a + D_{SE} = 6,00 \text{ m} \quad (D_{SE} = \text{trascurabile})$$

Di conseguenza il numero di ricambi è pari a:

$$C_0 = \frac{w_a}{L_0} = 0,08 \text{ s}^{-1} \quad [\text{f.5.10.3-15}]$$

Per sostanze in fase gas vale:

$$X_0 \% = \frac{100}{2} = 50,00 \text{ \%vol}$$

Si calcolano infine Vz e t:

$$V_z = \frac{f_{SE} \cdot (dV/dt)_{\min}}{C_0} = \frac{f_{SE} \cdot Q_{\text{amin}}}{C_0} = 2,07 \text{ m}^3 \quad [\text{f.5.10.3-6}]$$

Il volume della miscela esplosiva effettivamente presente è definito da:

$$V_{\text{ex}} = V_z \cdot k = 1,03 \text{ m}^3 \quad [\text{f.5.10.3-25}]$$

[non trascurabile]

$$t = \frac{-f_{SE}}{C_0} \cdot \ln \left(\frac{k \cdot \text{LEL}_v}{X_0} \right) = 37,48 \text{ s} \quad [\text{f.5.10.3-13}]$$

Classificazione del luogo pericoloso

Con riferimento alla tabella B.1 della Norma CEI-EN 60079-10 o della Guida CEI 31-35, si ha:

Grado della emissione: **secondo**

Grado della ventilazione: **medio**

Disponibilità ventilazione: **buona**

Il luogo pericoloso è: ZONA2

(volume toroidale di raggio 3m con epicentro su profilo a "C"-bordo superiore vasche)

2.6.2 Caso 2: Tenuta dell'accoppiamento flangiato, tubazione di convoglio del biogas

(P ass. 101600 Pa)

Input	Valore	Unità di misura	Note
Caratteristiche dell'ambiente:			
tipologia =	aperto		tipologia di ambiente
disponibilità ventilaz. =	buona		disponibilità della ventilazione
f _{SE} =	2		fattore efficacia ventilazione
w _a =	0,5 m/s		velocità dell'aria
T _a =	293 K		temperatura ambiente
P _a =	101300 Pa		pressione atmosferica

Caratteristiche della sostanza:			
nome =	Gas naturale		denominazione sostanza
ρ _{rel} =	0,595		densità relativa all'aria
M =	17,77 g/mol		peso molecolare (M)
LEL _v =	4,4 %vol		limite inferiore di infiammabilità % vol. (LEL)
LEL _m =	0,03253 kg/m ³		limite inferiore di infiammabilità kg/m ³ (LEL)
ρ _{gas} =	0,719 kg/m ³		densità dei vapori
γ =	1,31		rapporto fra i calori specifici
R =	8314 J/kmol.K		costante universale dei gas

Caratteristiche della sorgente di emissione:			
tipologia =	sistema di tenuta		tipologia della SE
grado =	secondo		grado della SE
A =	1,00E-05 m ²		sezione del foro
c =	0,8		coefficiente d'efflusso
P =	101600 Pa		pressione assoluta all'interno del sistema
T =	293 K		temperatura d'esercizio
k = k _{dz} =	0,5		coefficiente di sicurezza
k _z =	1		coefficiente correttivo da applicare alla distanza d _z

Regime di flusso [f.GB.4.1-1]

Quando la seguente disuguaglianza è rispettata si ha flusso sonico (regime turbolento), quando non è rispettata si ha flusso subsonico (non turbolento):

$$\frac{P_a}{P} \leq \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} \quad \Rightarrow \quad 0,9970 \leq 0,5439$$

Il rapporto critico φ viene definito come segue:

- In regime subsonico [f.GB.4.1-3]:

$$\varphi = \left(\frac{P_a}{P} \right)^{\frac{1}{\gamma}} \cdot \left[1 - \left(\frac{P_a}{P} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right]^{0,5} \cdot \left[\left(\frac{2}{\gamma-1} \right) \cdot \left(\frac{\gamma+1}{2} \right)^{\beta} \right]^{0,5} = 0,1147$$

dove:

$$\beta = \frac{\gamma+1}{\gamma-1} = 7,45$$

- In regime sonico [f.GB.4.1-4]:

$$\varphi = 1$$

Nel caso specifico, la disuguaglianza non è rispettata, quindi il flusso è subsonico (regime non turbolento) e pertanto il rapporto critico risulta pari a: **φ = 0,1147**

Portata di gas in singola fase (f.GB.4.1-2)

$$Q_g = \varphi \cdot c \cdot A \left[\gamma \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{\beta} \right]^{0,5} \frac{P}{\left(\frac{R T}{M} \right)^{0,5}} = 1,684E-04 \text{ kg/s}$$

Distanza pericolosa per emissioni di gas

All'uscita dal sistema di contenimento, il gas è caratterizzato dai seguenti parametri:

$$T_0 = \left(\frac{P_a}{P} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \cdot T \quad \text{====>} \quad T_0 = 292,8 \text{ K} \quad [\text{f.GB.5.1-1}]$$

$$v_0 = \frac{R}{M} \cdot \frac{T_0}{P_a} \quad \text{====>} \quad v_0 = 1,352 \text{ m}^3/\text{kg} \quad [\text{f.GB.5.1-2}]$$

$$u_0 = \frac{Q_g \cdot v_0}{c \cdot A} \quad \text{====>} \quad u_0 = 28,47 \text{ m/s} \quad [\text{f.GB.5.1-3}]$$

Poiché la velocità di uscita è maggiore di 10 m/s si calcola la distanza pericolosa con la seguente formula:

$$d_z = \frac{1650}{k_{dz} \cdot \text{LEL}_v} \cdot k_z \cdot (P \cdot 10^{-5})^{0,5} \cdot M^{-0,4} \cdot A^{0,5} = 0,76 \text{ m} \quad [\text{f.GB.5.1-5a}]$$

quota "a" = 1,00 m

Volume Vz e tempo di persistenza t

Portata minima volumetrica di aria fresca:

$$(dV/dt)_{\min} = Q_{\text{amin}} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \cdot \text{LEL}_m} \cdot \frac{T_a}{293} = \frac{Q_g}{k \cdot \text{LEL}_m} \cdot \frac{T_a}{293} = 0,01036 \text{ m}^3/\text{s} \quad [\text{f.5.10.3-1}]$$

La lunghezza del percorso dell'aria all'interno del volume da ventilare è pari a:

$$L_0 = 2 \cdot a + D_{SE} = 2,00 \text{ m} \quad (D_{SE} = \text{trascurabile})$$

Di conseguenza il numero di ricambi è pari a:

$$C_0 = \frac{W_a}{L_0} = 0,25 \text{ s}^{-1} \quad [\text{f.5.10.3-15}]$$

Per sostanze in fase gas vale:

$$X_0 \% = \frac{100}{2} = 50,00 \text{ \%vol}$$

Si calcolano infine V_z e t :

$$V_z = \frac{f_{SE} \cdot (dV/dt)_{\min}}{C_0} = \frac{f_{SE} \cdot Q_{\text{amin}}}{C_0} = 0,08 \text{ m}^3 \quad [\text{f.5.10.3-6}]$$

Il volume della miscela esplosiva effettivamente presente è definito da:

$$V_{\text{ex}} = V_z \cdot k = 0,041 \text{ m}^3 \quad [\text{f.5.10.3-25}]$$

[non trascurabile]

$$t = \frac{-f_{SE}}{C_0} \cdot \ln \left(\frac{k \cdot \text{LEL}_v}{X_0} \right) = 24,99 \text{ s} \quad [\text{f.5.10.3-13}]$$

Classificazione del luogo pericoloso

Con riferimento alla tabella B.1 della Norma CEI-EN 60079-10 o della Guida CEI 31-35, si ha:

Grado della emissione: **secondo**
Grado della ventilazione: **medio**
Disponibilità ventilazione: **buona**

Il luogo pericoloso è: ZONA2

(sfera di raggio 1m a partire dall'asse flangia-tubazione (di piccolo diametro)

2.6.3 Caso 3: sistema di sicurezza contro sovrappressione e depressione

(Passoluta= 101800 Pa) Rilascio da guardia idraulica per un tempo che va da 10 a 1000 ore anno

Input	Valore	Unità di misura	Note
Caratteristiche dell'ambiente:			
tipologia =	aperto		tipologia di ambiente
disponibilità ventilaz. =	buona		disponibilità della ventilazione
f _{SE} =	2		fattore efficacia ventilazione
w _a =	0,5 m/s		velocità dell'aria
T _a =	293 K		temperatura ambiente
P _a =	101300 Pa		pressione atmosferica

Caratteristiche della sostanza:			
nome =	Gas naturale		denominazione sostanza
ρ _{rel} =	0,595		densità relativa all'aria
M =	17,77 g/mol		peso molecolare (M)
LEL _v =	4,4 %vol		limite inferiore di infiammabilità % vol. (LEL)
LEL _m =	0,03253 kg/m ³		limite inferiore di infiammabilità kg/m ³ (LEL)
ρ _{gas} =	0,719 kg/m ³		densità dei vapori
γ =	1,31		rapporto fra i calori specifici
R =	8314 J/kmol.K		costante universale dei gas

Caratteristiche della sorgente di emissione:			
tipologia =	sis. Di sic. Press.		tipologia della SE
grado =	primo		grado della SE
A =	2,00E-06 m ²		sezione del foro
c =	0,8		coefficiente d'efflusso
P =	101800 Pa		pressione assoluta all'interno del sistema
T =	293 K		temperatura d'esercizio
k = k _{dz} =	0,25		coefficiente di sicurezza
k _z =	1		coefficiente correttivo da applicare alla distanza d _z

Regime di flusso [f.GB.4.1-1]

Quando la seguente disuguaglianza è rispettata si ha flusso sonico (regime turbolento), quando non è rispettata si ha flusso subsonico (non turbolento):

$$\frac{P_a}{P} \leq \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{\frac{\gamma}{\gamma-1}} \Rightarrow 0,9951 \leq 0,5439$$

Il rapporto critico φ viene definito come segue:

- In regime subsonico [f.GB.4.1-3]:

$$\varphi = \left(\frac{P_a}{P} \right)^{\frac{1}{\gamma}} \cdot \left[1 - \left(\frac{P_a}{P} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \right]^{0,5} \cdot \left[\left(\frac{2}{\gamma-1} \right) \cdot \left(\frac{\gamma+1}{2} \right)^{\beta} \right]^{0,5} = 0,1477$$

dove:

$$\beta = \frac{\gamma+1}{\gamma-1} = 7,45$$

- In regime sonico [f.GB.4.1-4]:

$$\varphi = 1$$

Nel caso specifico, la disuguaglianza non è rispettata, quindi il flusso è subsonico (regime non turbolento) e pertanto il rapporto critico risulta pari a: φ = 0,1477

Portata di gas in singola fase (f.GB.4.1-2)

$$Q_g = \varphi \cdot c \cdot A \left[\gamma \left(\frac{2}{\gamma+1} \right)^{\beta} \right]^{0,5} \frac{P}{\left(\frac{R}{M} T \right)^{0,5}} = 4,348E-05 \text{ kg/s}$$

Distanza pericolosa per emissioni di gas

All'uscita dal sistema di contenimento, il gas è caratterizzato dai seguenti parametri:

$$T_0 = \left(\frac{P_a}{P} \right)^{\frac{\gamma-1}{\gamma}} \cdot T \quad \implies \quad T_0 = 292,7 \text{ K} \quad [\text{f.GB.5.1-1}]$$

$$v_0 = \frac{R}{M} \cdot \frac{T_0}{P_a} \quad \implies \quad v_0 = 1,352 \text{ m}^3/\text{kg} \quad [\text{f.GB.5.1-2}]$$

$$u_0 = \frac{Q_g \cdot v_0}{c \cdot A} \quad \implies \quad u_0 = 36,73 \text{ m/s} \quad [\text{f.GB.5.1-3}]$$

Poiché la velocità di uscita è maggiore di 10 m/s si calcola la distanza pericolosa con la seguente formula:

$$d_z = \frac{1650}{k_{dz} \cdot \text{LEL}_v} \cdot k_z \cdot (P \cdot 10^{-5})^{0,5} \cdot M^{-0,4} \cdot A^{0,5} = 0,68 \text{ m} \quad [\text{f.GB.5.1-5a}]$$

quota "a" = 1,00 m

Volume Vz e tempo di persistenza t

Portata minima volumetrica di aria fresca:

$$(dV/dt)_{\min} = Q_{\text{amin}} = \frac{(dG/dt)_{\max}}{k \cdot \text{LEL}_m} \cdot \frac{T_a}{293} = \frac{Q_g}{k \cdot \text{LEL}_m} \cdot \frac{T_a}{293} = 0,00535 \text{ m}^3/\text{s} \quad [\text{f.5.10.3-1}]$$

La lunghezza del percorso dell'aria all'interno del volume da ventilare è pari a:

$$L_0 = 2 \cdot a + D_{SE} = 2,00 \text{ m} \quad (D_{SE} = \text{trascurabile})$$

Di conseguenza il numero di ricambi è pari a:

$$C_0 = \frac{W_a}{L_0} = 0,25 \text{ s}^{-1} \quad [\text{f.5.10.3-15}]$$

Per sostanze in fase gas vale:

$$X_0 \% = \frac{100}{2} = 50,00 \text{ \%vol}$$

Si calcolano infine V_z e t :

$$V_z = \frac{f_{SE} \cdot (dV/dt)_{\min}}{C_0} = \frac{f_{SE} \cdot Q_{\text{amin}}}{C_0} = 0,04 \text{ m}^3 \quad [\text{f.5.10.3-6}]$$

Il volume della miscela esplosiva effettivamente presente è definito da:

$$V_{\text{ex}} = V_z \cdot k = 0,01 \text{ m}^3 \quad [\text{f.5.10.3-25}]$$

[non trascurabile]

$$t = \frac{-f_{SE}}{C_0} \cdot \ln \left(\frac{k \cdot \text{LEL}_v}{X_0} \right) = 30,53 \text{ s} \quad [\text{f.5.10.3-13}]$$

Classificazione del luogo pericoloso

Con riferimento alla tabella B.1 della Norma CEI-EN 60079-10 o della Guida CEI 31-35, si ha:

Grado della emissione: **primo**
Grado della ventilazione: **medio**
Disponibilità ventilazione: **buona**

Il luogo pericoloso è: ZONA1 (sfera di raggio 1m dalla SE),

Con riferimento alle portate di emissione dichiarate dal Costruttore, trattandosi di S.E. multipla, alla zona 1 si associa anche la formazione di una ZONA 2 (sfera di raggio 3m dalla S.E.)

2.7 Scelta tipi di costruzioni a sicurezza secondo il tipo di zona AD

2.7.1 Costruzioni elettriche

QUALIFICA DEL LUOGO	MODI DI PROTEZIONE (Costruzione adatta)	NORMA DI RIFERIMENTO	MODI DI PROTEZIONE Costruz. abbondante	NORMA DI RIFERIMENTO
Z1	"d"- custodie a prova di esplosione "p"- custodie pressurizzate "q"- riempimento con sabbia "o"- immersione in olio "e"-sicurezza aumentata "i"- sicurezza intrinseca "m" incapsulamento	IEC 60079-1 IEC 60079-2 EN 60079-5 EN 60079-6 EN 60079-7 EN 60079-11 EN 60079-18	"ia"	IEC 60079-11
Z2	"n" o conformi alle prescrizioni di una Norma riconosciuta relativa a costruzioni che nel funzionamento normale non hanno superfici calde e non producono archi o scintille o hanno caratteristiche definite nella Norma EN 60079-14	EN 50021	"d" "p" "q" "o" "e" "i" "m"	IEC 60079-1 IEC 60079-2 EN 60079-5 EN 60079-6 EN 60079-7 EN 60079-11 EN 60079-18

2.7.2 Scelta dei tipi di costruzioni a sicurezza in relazione alla temperatura di accensione del gas o vapore

CLASSE DI TEMPERATURA DELLA COSTRUZIONE ELETTRICA	MASSIMA TEMPERATURA SUPERFICIALE DELLA COSTRUZIONE ELETTRICA (°C)	TEMPERATURA DI ACCENSIONE (°C)
T 1	450	> 450
T 2	300	> 300
T 3	200	> 200
T 4	125	> 125
T 5	100	> 100
T 6	85	> 85

2.7.3 Scelta dei tipi di costruzione a sicurezza secondo il gruppo delle costruzioni

Le costruzioni elettriche appartenenti ai modi di protezione "e", "m", "p" e "q" devono essere del gruppo II. Le costruzioni elettriche appartenenti ai modi di protezione "d" e "i" devono essere dei sottogruppi IIA, IIB, IIC.

Le costruzioni elettriche appartenenti ai modi di protezione "o" devono essere dei sottogruppi IIA, IIB o IIC per alcune costruzioni.

Le costruzioni elettriche appartenenti al modo di protezione "n" devono generalmente fare parte del gruppo II; esse devono appartenere ai sottogruppi IIA, IIB o IIC quando contengono dispositivi di interruzione in cella chiusa, componenti non innescanti, costruzioni o circuiti a limitazione di energia.

2.7.4 Costruzioni elettriche e non

QUALIFICA DEL LUOGO	GRUPPO DELLE APPARECCHIATURE	CATEGORIA PROTEZIONE	TIPO DI ATMOSFERA ESPLOSIVA
Z1	II	2 - elevata	G
Z2	II	3 - normale	G

Tutte le apparecchiature e sistemi di sicurezza, destinati ad essere utilizzati in atmosfere potenzialmente esplosive, dovranno avere contrassegno CENELEC (EN 50014) e/o ATEX (Direttiva 94/9/CE, recepita con DPR 126/98).

Nota : il datore di lavoro deve provvedere affinché le installazioni elettriche nelle aree classificate come zona I, siano sottoposte alle verifiche di cui ai capi III e IV del D.P.R. 22 ottobre 2001, n. 462.

CAPITOLO 3: P&Id - Process (o piping) and instrumentation diagram

3.1 Contenuto e finalità dello schema di processo

Lo schema di processo ha lo scopo principale di far comprendere con immediatezza le caratteristiche proprie di un procedimento industriale, quale, come nel nostro caso, un impianto per la produzione di cogenerazione elettro-termica da biogas.

Nella versione più completa lo schema di processo contiene:

- le apparecchiature principali;
- le linee/condotte di processo principali;
- le linee/condotte di processo secondarie;
- la strumentazione di controllo e di gestione dell'impianto;
- il bilancio materiali, sullo stesso foglio oppure allegato;
- gli indici di stato fisico (temperatura-pressione) nei punti principali;
- l'indicazione dell'elevazione minima delle apparecchiature critiche per la funzionalità;
- le eventuali annotazioni di prescrizioni da rispettare in fase di progetto meccanico e/o montaggio.

3.1.1 Simbologia per schemi di processo

Per quanto concerne la simbologia consigliata si vedano alcuni particolari delle tavole 6 e 7 qui sotto riportati (simboli tipici per schemi ed identificazione strumenti).

UNICHIM				TAVOLA Table 6			
				FOGLIO 3 DI 11 Sheet 3 Of 11			
SUA Item (2)	SIMBOLO Symbol	DENOMINAZIONE Denomination		SUA Item (2)	SIMBOLO Symbol	DENOMINAZIONE Denomination	
F		A CESTELLO O A CARTUCCE Basket or cartridges		J		MOTORE A COMBUSTIONE INTERNA Internal combustion engine	
		A PIATTI Plate screen				TURBINE DI OGNI TIPO Turbines of any type	
		ROTATIVO Rotary				EIEETTORE Ejector	
		A PRESSA Filter press		M		MOTORE ELETTRICO Electric motor	
		A MANICHE Bag filter					


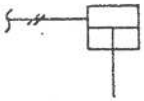
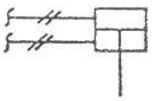
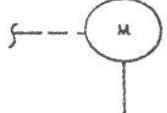
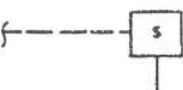
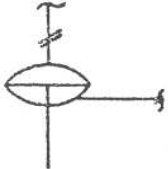



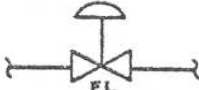
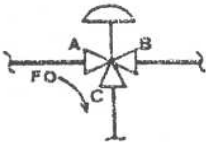
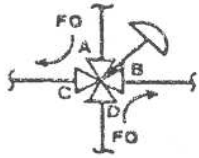
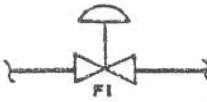
<Tabella 3.1> Particolare della tavola UNICHIM n°6

UNICHIM		TAVOLA Table 6	
		FOGLIO Sheet 6 DI Of 11	
TUBAZIONI E COMPONENTI RELATIVI Piping and relevant components			
SIGLA Item	Simbolo Symbol	DENOMINAZIONE Denomination	SIGLA Item
(5)		PROCESSO PRINCIPALE (SP. 0,8) Main process (thk 0,8)	(5)
		PROCESSO SECONDARIO (SP. 0,6) Secondary process (thk 0,6)	(*)
		SERVIZIO (SP. 0,3) Utility (thk 0,3)	(*)
		FUTURA Future	
		INCAMICATA (DA INDICARE SOLO DOVE NECESSARIO) Jacketed (to show only where necessary)	
(*)		FLESSIBILE O MANICHETTA Hose	
		CON FLANGIATURA CIECA with blind flange	
		CON FLANGIA SPECIALE (6) with special flange	
		CON FONDELLO BOMBATO O TAPPO with cap or plug	
		CON RIDUZIONE with reducer	
		CON IMBUTO APERTO with open funnel	
		CON IMBUTO CHIUSO with closed funnel	
(*)		CON SPRUZZATORE with spray	
		CON SIFONE with siphon	
		A SOFFIETTO Bellows	
		A TELESCOPIO Telescopic	
		A LIRA U shaped	
		FEMMINA female	
		MASCHIO male	
		FEMMINA, PER AZOTO female, nitrogen service	
		MASCHIO, PER AZOTO male, nitrogen service	
		CON FLANGIATURA CIECA with blind flange	
		FEMMINA female	
		MASCHIO male	
		FEMMINA, PER AZOTO female, nitrogen service	
		MASCHIO, PER AZOTO male, nitrogen service	

PER NOTE VEDERE ULTIMO FOGLIO - For notes see last sheet

(DN) OPPURE - or (NPS)

<Tabella 3.2> Altro particolare della tavola UNICHIM n°6

UNICHIM		TAVOLA 7 Table 7	
		FOGLIO 14 DI 28 Sheet 14 of 28	
3.5 SIMBOLI DI ATTUATORI Actuator symbols			
			
MEMBRANA, MOLLA CONTRAPPOSTA Diaphragm, spring-opposed	PISTONE, MOLLA CONTRAPPOSTA, SEMPLICE EFFETTO Cylinder, spring-opposed single-acting	PISTONE, DOPPIO EFFETTO Cylinder, double-acting	MOTORE ROTATIVO (E' MOSTRATO CON SEGNALE ELETTRICO) Rotary motor (shown typically with electric signal)
			
SOLENOIDE Solenoid	MEMBRANA, BILANCIAMENTO A PRESSIONE Diaphragm, pressure-balanced	ATTUATORE MANUALE (MONTATO IN TESTA O DI LATO) Hand actuator (mounted at top or side)	
3.6 SIMBOLI RELATIVI ALL'AZIONE DELL'ATTUATORE IN CASO DI MANCANZA DI ENERGIA (SONO ILLUSTRATI I SIMBOLI PER VALVOLA DI REGOLAZIONE CON ATTUATORE A MEMBRANA) Symbols for actuator action in event of actuator power failure. (Shown typically for diaphragm-actuated control valve).			
			
VALVOLA A DUE-VIE, IN MANCANZA "APRE" Two-way valve, fail open	VALVOLA A DUE-VIE IN MANCANZA "CHIUDE" Two-way valve, fail closed	IN MANCANZA "BLOCCATA" (NON VARIA LA POSIZIONE) Fail locked (position does not change)	
			
VALVOLA A TRE-VIE, IN MANCANZA "APRE" DA "A" a "C" Three-way valve, fail open to path A-C	VALVOLA A QUATTRO-VIE, IN MANCANZA "APRE" DA "A" a "C" e da "D" a "B" Four-way valve, fail open to paths A-C and D-B	IN MANCANZA POSIZIONE "INDETERMINATA" Fail indeterminate	

<Tabella 3.3> Particolare della tavola UNICHIM n°7

Particolari interni delle apparecchiature possono essere riportati, qualora si ritenga utile porli in evidenza ai fini della comprensione della funzionalità del processo stesso.

3.2 Indicazioni di massima per l'esecuzione dei disegni

3.2.1 Simboli

I simboli da utilizzare nei disegni sono adattabili a quelli riportati nelle norme UNICHIM. Nei casi in cui non siano previsti simboli specifici o quando la particolarità dell'apparecchiatura lo richieda, è consentito utilizzare simboli diversi; si può fare riferimento anche alla serie di simboli aggiunti dall'estratto del manuale UNICHIM, anche per la scelta di modalità di controllo delle varie apparecchiature. Normalmente il simbolo richiama alla memoria l'apparecchiatura reale e presenta tanti ingressi/uscite per i materiali quanti sono effettivamente i diversi flussi. Le dimensioni sono variabili e i disegni non sono riportati in scala, ma è anche bene che le apparecchiature che nella realtà sono più grandi e/o più importanti per il processo siano di dimensioni maggiori.

3.2.2 Sigle

Ogni apparecchiatura deve essere individuata da una sigla; le sigle sono riportate anch'esse nelle norme UNICHIM e devono essere seguite da un numero progressivo in caso di presenza di più apparecchiature dello stesso tipo (per esempio Gce-01,Gce-02,Gce-03,ecc... per una serie di pompe a coclea eccentrica come evidenziato dalla seconda e terza lettera - ce).

Lettera	Descrizione
A	Opere edili: fabbricati, basamenti, solai, murature, pavimentazioni, strutture in calcestruzzo, pozzetti, vasche, selle o supporti per tubazioni, impianti di riscaldamento, condizionamento e pressurizzazione.
B	Apparecchi a fuoco: forni, essiccatoi, caldaie, reattori a fuoco diretto, fiaccole o torce, camini e accessori relativi.
C	Colonne: colonne o torri di ogni tipo e relative parti interne.
D	Serbatoi di processo e stoccaggio: serbatoi, silos, gasometri, tramogge, guardie idrauliche, miscelatori, contenitori in genere. Separatori: a ciclone, ad umido, statici, elettrostatici, ecc. e loro parti.
E	Scambiatori di calore: a fascio tubiero, a piastre, refrigeranti ad aria, ribollitori, condensatori, evaporatori, ecc.
F	Filtri: a cestello, a cartuccia, a piatti, a maniche, a pressa, rotativi, ecc. e loro parti.
G	Pompe di qualsiasi tipo e loro parti.
H	Tubazioni: tubazioni e componenti relativi, dilatatori, tubi flessibili, scaricatori di condensa, ecc. Supporti (escluso le selle per tubazioni - vedere "A").
I	Carpenteria: strutture metalliche, capannoni, portali per tubazioni, scale, passerelle.
J	Organi motori: turbine a vapore e a gas, motori a combustione interna, espansori di gas, eiettori (escluso motori elettrici - vedere "M").
K	Strumentazione: strumenti di misura e controllo, bilance di ogni tipo, valvole di regolazione e sicurezza, quadri strumenti, collegamenti, raccordi e cavi relativi ad installazione strumenti.

<Tabella 3.4> Sigle UNICHIM per l'identificazione di apparecchiature e tubazioni

L	Isolamenti: coibentazioni di qualsiasi tipo (termiche, acustiche). Rivestimenti interni ed esterni (anticorrosione, antifuoco, antiabrasione).
M	Motori elettrici e loro parti.
N	Apparecchiature elettriche: macchine elettriche, impianti elettrici e di messa a terra, parafulmini, protezioni catodiche, componenti e collegamenti relativi (escluso mot. elet. M)
P	Macchinari: tutte le macchine operatrici tranne: filtri (F), pompe (G), organi motori (J), apparecchiature antincendio e sicurezza (S), macchinari di sollevamento, trasporto e movimentazione (T).
Q	Installazioni interrato: Fognature, tubazioni interrato, cunicoli, ecc. Alimentazioni e scarichi sanitari e di laboratorio (all'interno dei fabbricati). Attrezzature di laboratorio.
R	Reattori: reattori di ogni tipo, autoclavi, celle elettrolitiche e loro parti (escluso reattori a fuoco diretto "B").
S	Sistemi ed apparecchiature antincendio e di sicurezza.
T	Macchinari di sollevamento, trasporto e movimentazione: gru, paranchi, montacarichi, ascensori, trasportatori a nastro, a tazze, a catena, a coclea, elevatori a tazze, carrelli.
U	Materiale vario: catalizzatori, materiale di riempimento apparecchi, tele, reti, calze, ecc.
V	Macchinari per l'industria farmaceutica
W	Pitturazioni, tinteggiature, verniciature e contrassegnature varie. Finiture architettoniche.
X	Planimetrie generali, disposizione apparecchiature, modelli in genere.
Y	Unità di confezionamento in pacchi.
Z	Apparecchiature non comprese nelle precedenti classificazioni. Documentazione varia di progettazione. Schemi. Documenti relativi a classificazioni differenti. Documentazione relativa a più apparecchiature appartenenti a classificazioni differenti.

<Tabella 3.5> Sigle per l'identificazione di apparecchiature e tubazioni

Nel disegno si deve tendere a dare una certa concatenazione tra le operazioni rappresentate e a mettere in risalto le linee principali. Per questo è bene sistemare le apparecchiature del processo principale su una linea orizzontale da sinistra a destra e a quote diverse se questo è significativo, marcare maggiormente le linee di processo principale rispetto a quelle di servizio, nel caso di intersezioni interrompere le linee verticali purché una linea non interrompa una linea di processo, mettere le frecce di direzione di flusso ad ogni cambiamento di direzione, se è possibile, e sempre nel punto di arrivo di una freccia su una apparecchiatura e aggiungere qualche parola esplicativa che identifichi i principali flussi in ingresso e in uscita.

1	2	3	Descrizione
			Strumentazione discreta
			Sistema a controllo distribuito (DCS)
			Strumentazione con calcolatore
			Controllore a logica programmabile
1. Montato in campo. 2. Locazione primaria normalmente accessibile all'operatore. 3. Locazione primaria normalmente accessibile all'operatore. I dispositivi o le funzioni normalmente inaccessibili o montate a retroquadro hanno gli stessi simboli ma con linee orizzontali tratteggiate.			

<Tabella 3.6> Simbologia per l'identificazione della strumentazione di controllo

Sigla	Fluido di servizio
A	Acqua di servizio
AA	Acqua trattata (addolcita)
AB	Acqua potabile
AC	Acqua alimentazione caldaie
AD	Acqua demineralizzata
AG	Acqua grezza
AH	Acqua calda
AI	Acqua antincendio
AM	Acqua di mare
AP	Acqua di pozzo
AR	Acqua di raffreddamento
AS	Soluzione acqua schiumogeno
B	Aria atmosferica
BF	Aria compressa per servizi
BS	Aria compressa per strumenti
CB	Vapore condensato (bassa pressione)
CM	Vapore condensato (media pressione)
DW	Olio diatermico
ET	Etilene refrigerante
FR	Freon refrigerante
GA	Biossido di carbonio
GC	Gas combustibile
GI	Gas inerte (escluso azoto)
MC	Metano chimico
MF	Miscela frigorifera (salamoia)
MT	Metano termico
N	Azoto servizi
NA	Soda caustica
NH	Ammoniaca
NS	Azoto strumenti

Sigla	Fluido di servizio
OC	Olio combustibile
OL	Olio lubrificante
OT	Olio di tenuta
QA	Fognatura acida
QB	fognatura basica
QM	Fognatura meteorica
QN	Fognatura nera
QO	Fognatura oleosa
R	Refrigerante generico
SA	Scarichi all'aria
SH	Schiumogeno
SR	Scarichi pressione liquidi (da recuperare)
SS	Scarichi in torcia (secchi)
ST	Scarichi in torcia
SU	Scarichi in torcia (umidi)
VA	Vapore alta pressione (25 + 90 bar)
VB	Vapore bassa pressione (~ 5 bar)
VH	Vapore altissima pressione (> 90 bar)
VX	Vapore media pressione (~ 18 bar)

Sigla	Fluido di processo
CA	Additivi chimici acidi
CB	Additivi chimici basici
CG	Additivi chimici generici
CN	Additivi chimici neutri
GS	Gas di sintesi
H	Idrogeno
P	Processo
P...	Processo

<Tabella 3.8> Sigle per l'identificazione delle condotte dell'impianto

3.2.3 Legenda e allegati

Il disegno va completato con una legenda che spieghi il significato delle sigle utilizzate e contenga eventuali altre informazioni importanti. La legenda può essere collocata in ogni parte del disegno: a tal proposito si preferisce metterla a destra sopra il cartiglio del foglio.

Nel caso del P&Id degli impianti MT-Energie, vista la complessità del disegno e le necessità di progetto, è stato necessario includere anche una relazione in allegato; tale relazione identifica e descrive ogni singola componente di processo ed ogni singola strumentazione dell'impianto in modo tale che il progetto sia funzionale sia per il gestore/operatore dell'impianto stesso, che per gli installatori/riparatori in caso di manutenzione. A tal proposito viene illustrata questa relazione preparata appositamente per il progetto Soffiantini al paragrafo 2.3.5.3 oltre a quella che descrive il principio di funzionamento del gruppo di separazione del progetto Mezzana al paragrafo 2.3.2.4.

3.3 Progetti realizzati

3.3.1 TENUTA DI BAGNOLI

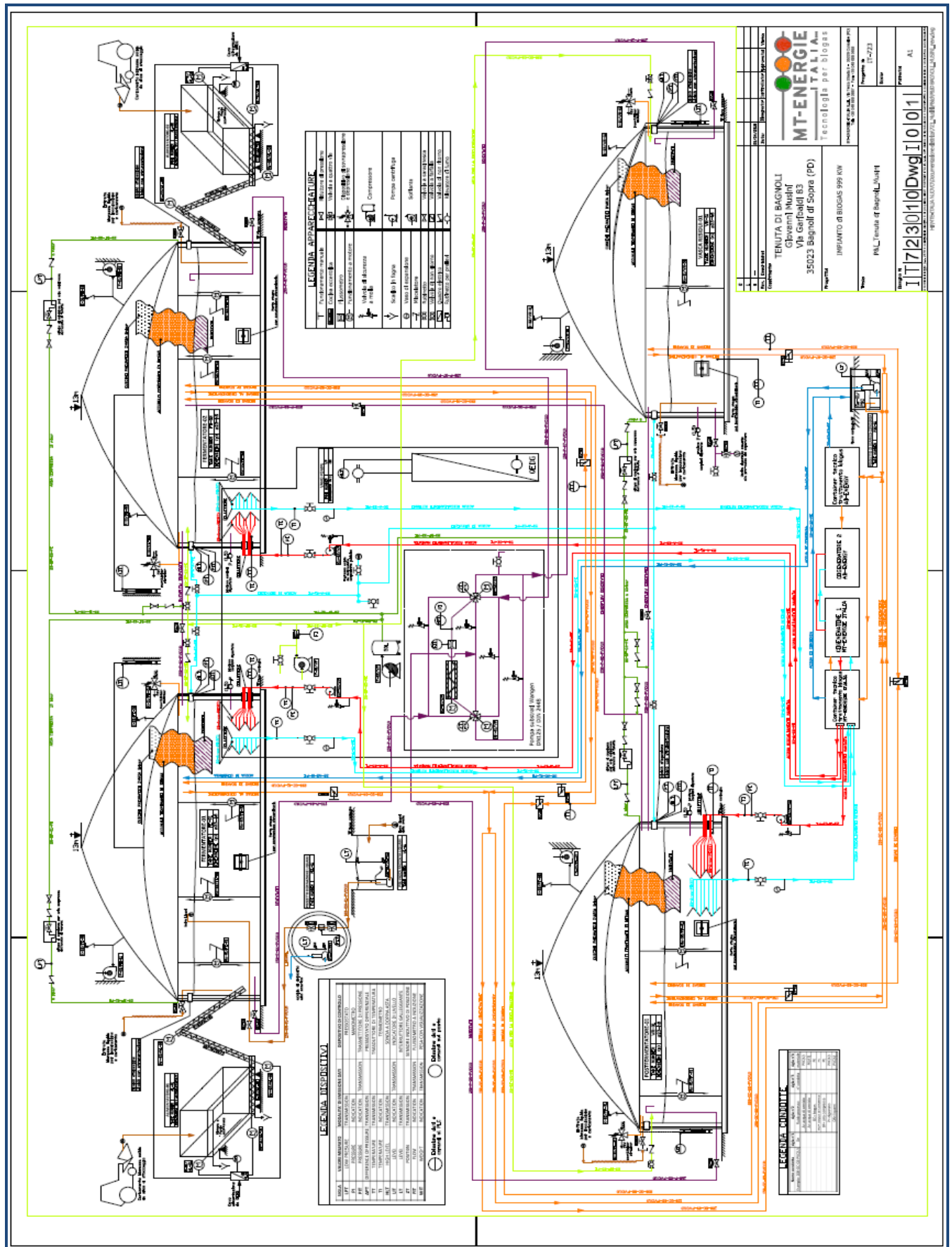
L'impianto della Tenuta di Bagnoli di Giovanni Musini è stato costruito durante l'estate del 2008 a Bagnoli di Sopra (PD). Quest'impianto è funzionante con liquame bovino, insilato di mais, melassa di barbabietola e altri scarti agroindustriali. Il digestato esausto viene separato attraverso un separatore (non di fornitura MTE) il quale divide la sostanza solida da quella liquida. Quest'ultima viene riutilizzata per il processo di digestione anaerobica mentre la prima viene utilizzata come fertilizzante nei campi.

3.3.1.1 Informazioni di progetto

L'impianto è dotato delle seguenti componenti:

- ✓ 2 fermentatori
- ✓ 1 post-fermentatore
- ✓ 1 vasca residui
- ✓ 2 alimentatori MT-FORTIS
- ✓ 1 vano pompe
- ✓ 1 pre-vasca liquami scoperta (già esistente)
- ✓ 2 cogeneratori da 500 kWel (uno di fornitura AB-ENERGY e uno di fornitura JENBACHER, ditta in subappalto a MTE)
- ✓ 1 gruppo di separazione (di fornitura DODA)

3.3.1.2 Disegno



3.3.2 Soc.Coop.MEZZANA

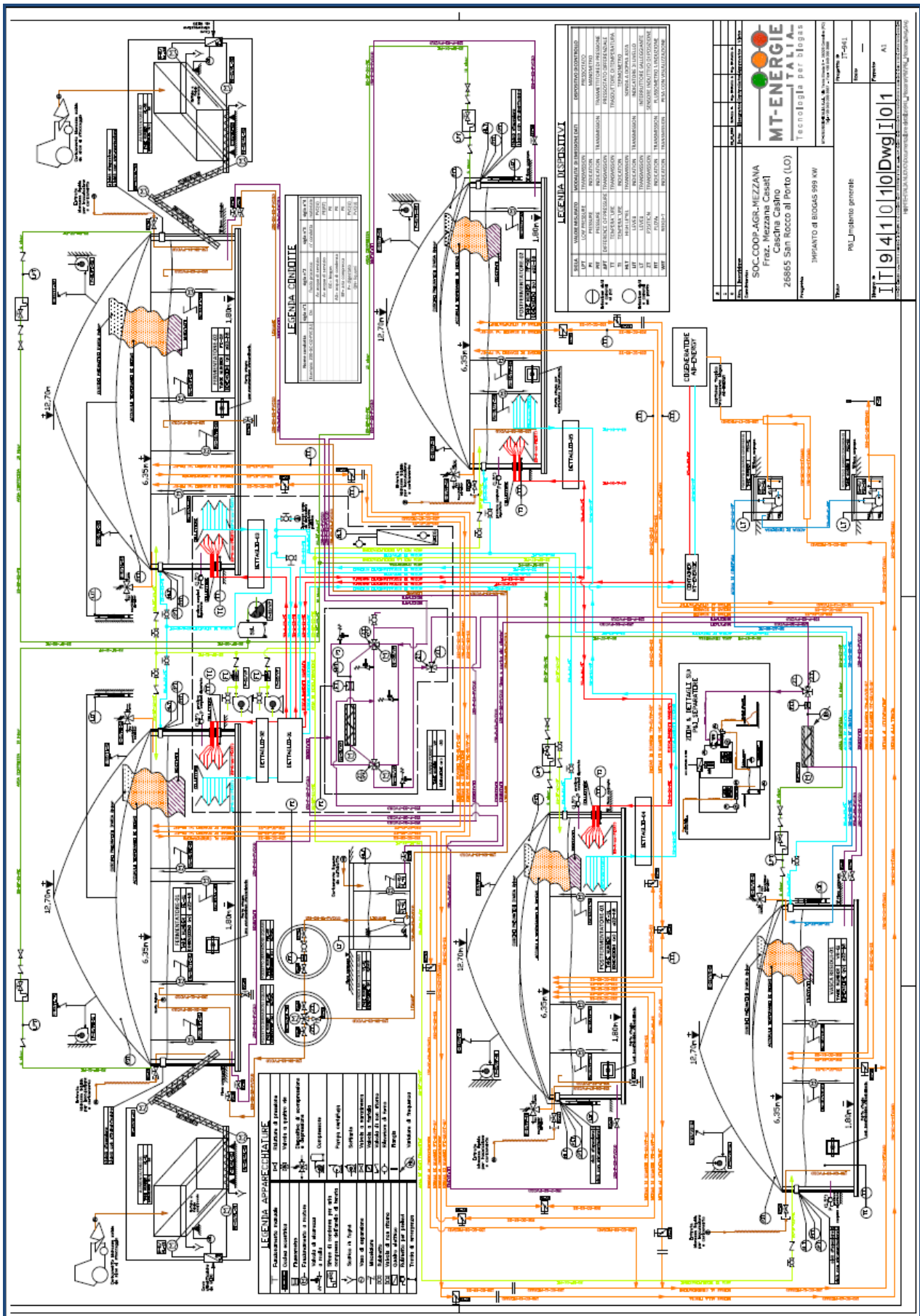
L'impianto della Società Cooperativa MEZZANA di San Rocco al Porto (LO) è entrato in funzione nel maggio del 2010. Quest'impianto è funzionante con liquame bovino, insilato di mais e scarti agroindustriali. Ha la particolarità di essere dotato anche di un pastorizzatore per poter inserire gli scarti animali sottoforma di liquido. Il digestato esausto viene separato attraverso un separatore WAM (di fornitura MTE) il quale divide la sostanza solida da quella liquida. Quest'ultima viene riutilizzata in parte per il processo di digestione anaerobica e in parte sparsa nei campi per fertirrigazione mentre la prima viene sparsa anch'essa come fertilizzante nei campi.

3.3.2.1 Informazioni di progetto

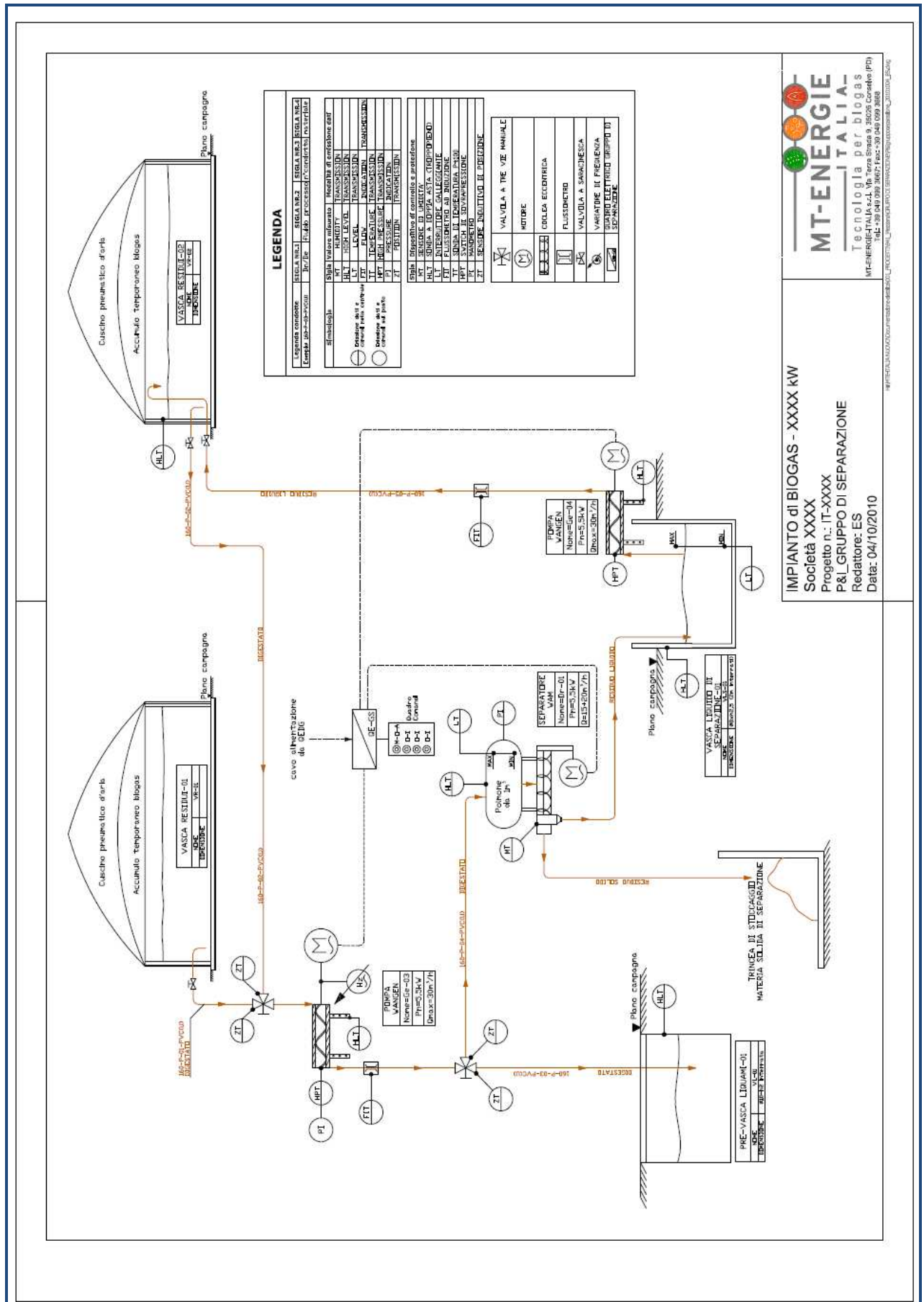
L'impianto è dotato delle seguenti componenti:

- ✓ 2 fermentatori
- ✓ 2 post-fermentatori
- ✓ 1 vasca residui
- ✓ 2 alimentatori MT-FORTIS
- ✓ 1 vano pompe
- ✓ 1 pre-vasca liquami coperta e interrata
- ✓ 1 cogeneratore da 999 kWel (di fornitura AB-ENERGY)
- ✓ 1 container tecnico di smistamento dell'acqua calda di riscaldamento
- ✓ 1 pastorizzatore per gli scarti animali con linee in entrata della brodaglia ai fermentatori
- ✓ 1 gruppo di separazione con due vasche di stoccaggio (digestato esausto e residuo liquido)

3.3.2.2 Disegno



3.3.2.3 Allegato_P&I del gruppo di separazione



MT-ENERGIE
 Tecnologia per biogas
 MT-ENERGIE-ITALIA S.r.l. Via Teseo Strada 9, 31026 Conco (PD)
 Tel: +39 049 939 3667 Fax: +39 049 939 3888

IMPianto di BIOGAS - XXXX kW
 Società XXXX
 Progetto n.: IT-XXXX
 P&I GRUPPO DI SEPARAZIONE
 Redattore: ES
 Data: 04/10/2010

3.3.2.4 Allegato_Relazione tecnica di funzionamento del gruppo di separazione

In questo paragrafo riporto la relazione allegata al P&I del gruppo di separazione del progetto Mezzana; di quest'argomento me ne sono occupato particolarmente durante il tirocinio. Tale relazione intende descrivere il funzionamento del sistema pompe-separatore in modo tale da poter comporre la logica funzionale di controllo. Di seguito il contenuto della stessa.

Facendo riferimento al P&I n°01, il funzionamento è il seguente:

La vasca residui-01 [Tag number: VR-01] contiene il digestato esausto derivante dal processo di produzione del biogas. In uscita dalla VR-01 viene collegata (in aspirazione) una pompa a coclea eccentrica [Tag number: Ge-03] con portata variabile in funzione della frequenza.

La Ge-03 è dotata di:

- variatore di frequenza che agisce sulla portata volumetrica di digestato da travasare;
- valvola meccanica di sovrappressione per lo scarico del digestato;
- flussometro ad induzione per la misurazione della portata volumetrica di digestato e trasferimento dei dati di pompaggio al supervisore;
- pressostato (con funzione di interruttore) per disinserimento pompa in caso di sovrappressione.

A valle della Ge-03 (linea mandata) è installata una valvola a tre vie (manuale) che può distribuire il digestato in due direzioni:

- alla vasca di scarico residui (tal quali) [Tag number: VSR-01];
- al separatore [Tag number: Dr-01].

La prima opzione consente di prelevare il digestato (tal quale) con autobotte, per eventuali usi da parte dell'operatore. La VSR-01 è dotata di un galleggiante che in caso di livello massimo (troppo pieno) fa bloccare la Ge-03. La seconda opzione permette di inviare il digestato al Dr-01: questo è dotato di un polmone di riempimento da 1 m³ che ha, al suo interno, un dispositivo di livello min e max che fa partire o fermare la Ge-03. Il separatore permette di dividere la sostanza solida dalla sostanza liquida con una portata di 15-20 m³/h di digestato e funziona per un numero variabile/modificabile di cicli necessari a separare l'intera quantità giornaliera di digestato trasferita dal PF-01 alla VR-01 (circa 60 m³/g).

La funzione del Dr-01 è regolata dal livello di digestato esausto nella vasca polmone. In particolare il polmone di riempimento sarà provvisto di un galleggiante di livello max e min che darà inizio e termine al ciclo di lavoro del Dr-01. All'avvio del gruppo di separazione (in ogni ciclo) parte prima il Dr-01 e dopo la Ge-03. Questa fa riempire la vasca polmone finché il galleggiante non ha raggiunto il livello max: la Ge-03 allora si spegne e ripartirà quando il livello della vasca polmone avrà raggiunto il livello min. Questo processo si ripete finché non si arriva alla quantità di digestato da smaltire previsto per il ciclo, dopodiché si ferma. Il Dr-01 funzionerà finché il livello nel polmone arriva al min e, successivamente, per altri 2 minuti. Il PLC farà partire il gruppo separatore solo se la valvola è correttamente posizionata; a tal fine vengono dunque installati due sensori induttivi di posizione. Per il controllo dell'apparecchiatura per eventuali spargimenti di digestato liquido in uscita dalla testata, viene

utilizzato un sensore di umidità che permette anche di registrare l'andamento storico; tale dispositivo fornisce un segnale analogo di 4-20 mA al PLC che comanderà la fermata della Ge-03 in caso di eccessiva umidità.

In prossimità del Dr-01 viene fornito inoltre un quadro elettrico con:

- un interruttore di emergenza in prossimità della sua postazione
- selettori rotativi per consentire la manutenzione e messa in opera manuale con le seguenti funzioni:
 - ✓ M-O-M (Manuale_Spento_Automatico) per tutto il gruppo di separazione;
 - ✓ O-I (Spento_Marcia) per Ge-03;
 - ✓ O-I (Spento_Marcia) per Dr-01;
 - ✓ O-I (Spento_Marcia) per Ge-04.

Il Dr-01 prevede la separazione del digestato in entrata in due parti:

- sostanza liquida inviata alla vasca raccolta reflui [Tag number: VLS-01];
- sostanza solida scaricata in apposita trincea di stoccaggio.

La VLS-01 è dotata di una pompa a coclea eccentrica [Ge-04] che ha il compito di pompare il liquido all'interno della vasca residui-02 [Tag number: VR-02].

La VLS-01 avrà al suo interno un interruttore a galleggiante che farà partire-fermare la Ge-04 a seconda dei livelli presenti: la Ge-04 funzionerà ogni volta che il livello entro la vasca arriva al max fino al min e dopo ogni ciclo di separazione fino al min in modo tale da svuotare la vasca.

La Ge-04 è sottoposta, inoltre, a comando di stop (per troppo pieno) nella VR-02.

Anche la VLS-01 sarà dotata di un dispositivo di troppo pieno che fermerà la Ge-03.

3.3.3 Az.Agr.CANOVA ENERGIA

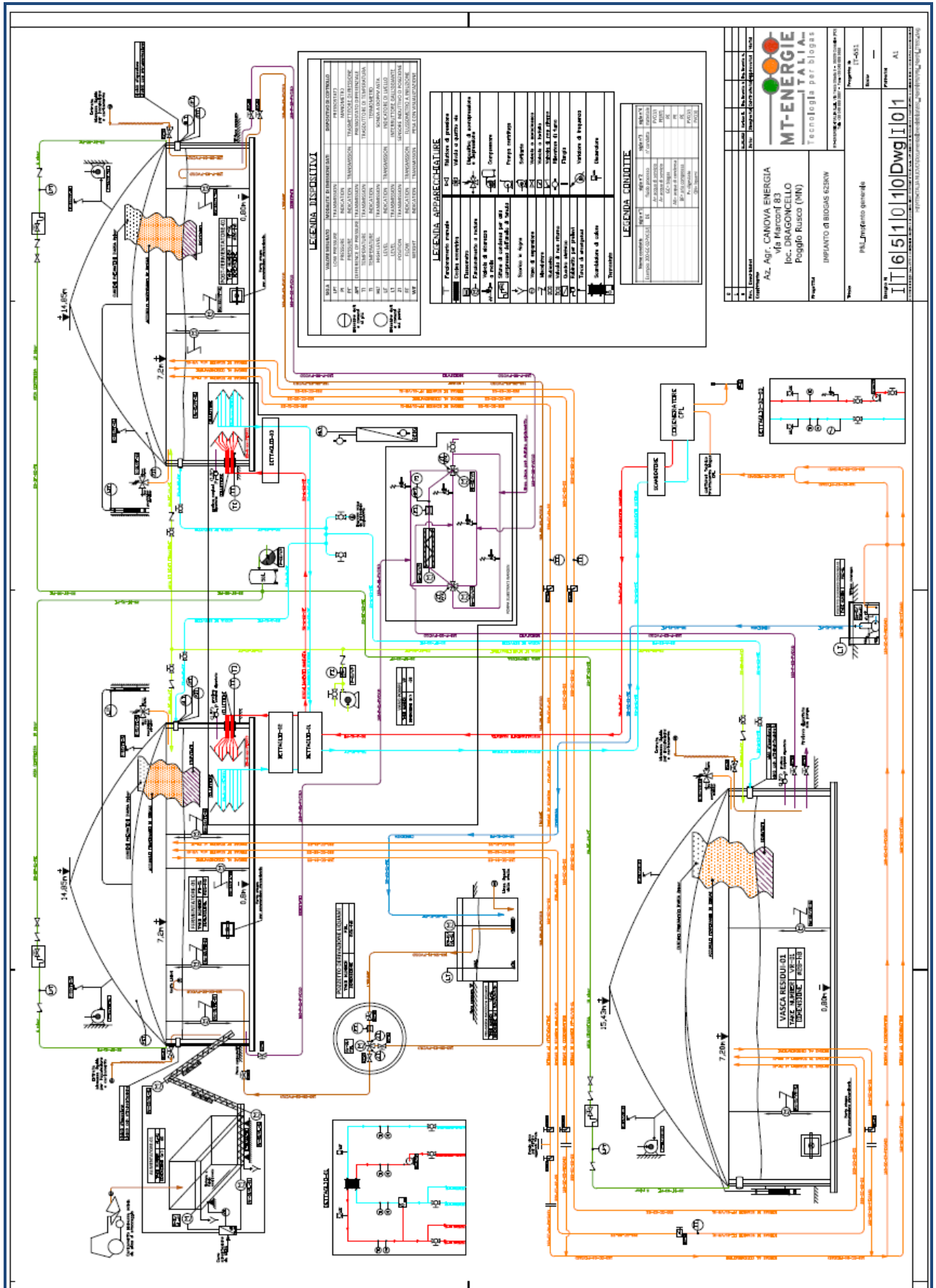
L'impianto dell'Azienda Agricola CANOVA ENERGIA sito a Poggio Rusco (MN) è entrato in funzione nell'agosto del 2010. Quest'impianto è funzionante con liquame suino, insilato di mais, insilato di triticale e scarti agricoli come cocomeri, meloni e zucchine derivanti dalle numerose coltivazioni che si trovano nelle immediate vicinanze. Ha la particolarità di essere l'unico impianto MTE attualmente in uso con altezza delle vasche di 8 metri e potenza installata di 703 kW. Il digestato esausto viene sparso direttamente nei campi per fertirrigazione.

3.3.3.1 Informazioni di progetto

L'impianto è dotato delle seguenti componenti:

- ✓ 1 fermentatore
- ✓ 1 post-fermentatore
- ✓ 1 vasca residui
- ✓ 1 alimentatore MT-FORTIS
- ✓ 1 vano pompe
- ✓ 1 pre-vasca liquami coperta e in parte interrata
- ✓ 1 cogeneratore da 703 kWel (di fornitura CPL)
- ✓ 1 scambiatore di calore con i fumi di scarico del cogeneratore (di fornitura CPL)
- ✓ 1 gruppo di separazione (di fornitura DODA)

3.3.3.2 Disegno



3.3.4 Cooperativa Agroenergetica Territoriale – C.A.T

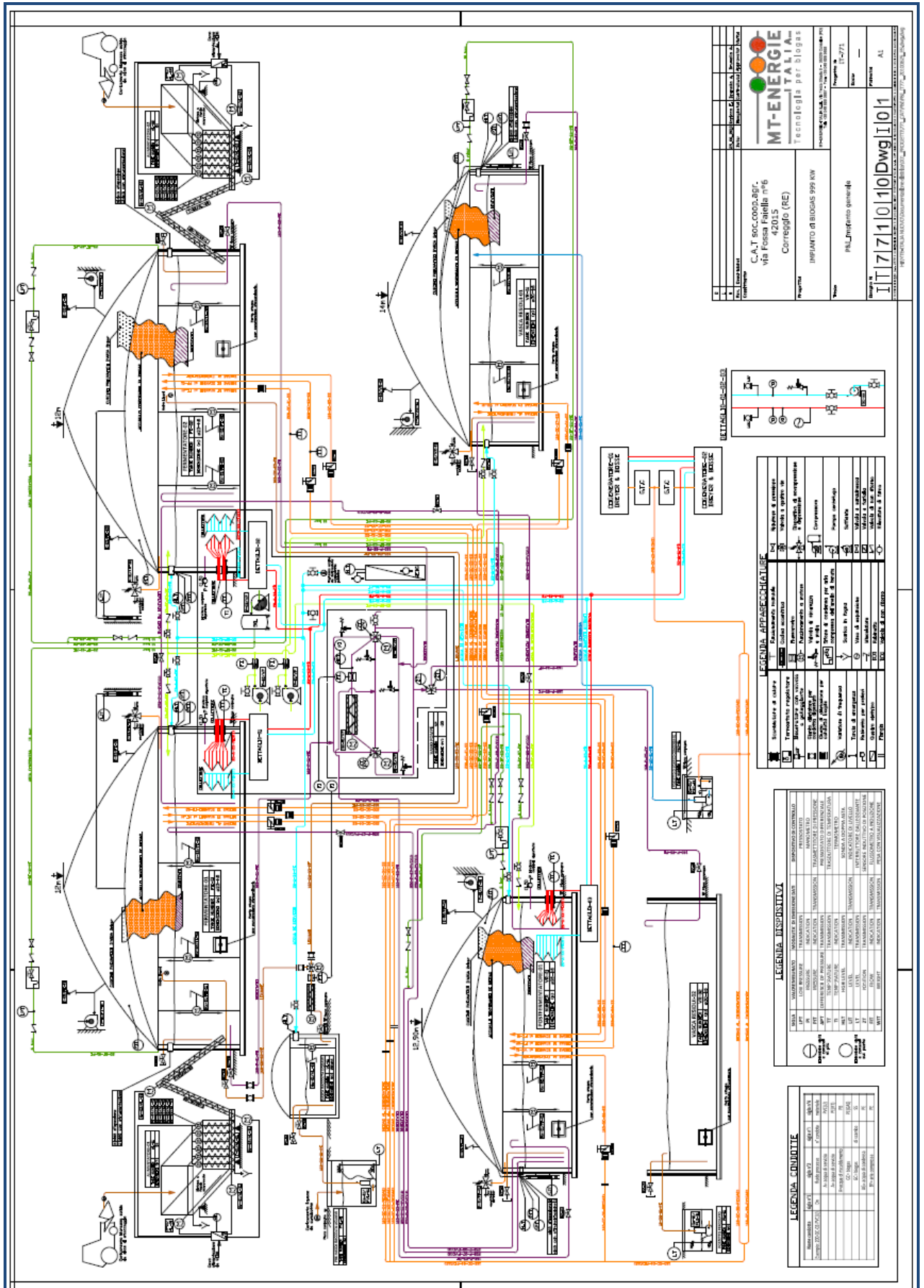
L'impianto della Cooperativa Agroenergetica Territoriale CAT di Correggio (RE) è entrato in funzione nel giugno del 2010. Quest'impianto è funzionante con liquame bovino e suino, insilato di mais, insilato di triticale e scarti agroindustriali come vinacce, gnocchi di patate, pane e polpe di barbabietola. A mio parere è esteticamente e funzionalmente il più bell'impianto che abbia costruito MTE in Italia. Il digestato esausto viene separato attraverso un separatore (non di fornitura MTE) il quale divide la sostanza solida da quella liquida. Quest'ultima viene sparsa nei campi per fertirrigazione mentre la sostanza solida viene sparsa anch'essa come fertilizzante nei campi.

3.3.4.1 Informazioni di progetto

L'impianto è dotato delle seguenti componenti:

- ✓ 2 fermentatori
- ✓ 1 post-fermentatore
- ✓ 1 vasca residui coperta
- ✓ 1 vasca residui scoperta
- ✓ 2 alimentatori FLIEGL
- ✓ 1 vano pompe
- ✓ 1 vasca liquami circolare coperta
- ✓ 1 pre-vasca interrata per lo scarico liquami
- ✓ 2 cogeneratori da 500 kWel (di fornitura DREYER & BOSSE)
- ✓ 1 gruppo di separazione (di fornitura CRI-MAN)

3.3.4.2 Disegno



3.3.5 Az.Agr. ARIBERTI SOFFIANTINI

L'impianto dell'Azienda Agricola ARIBERTI SOFFIANTINI entrerà in funzione nel novembre 2010. Quest'impianto funzionerà con liquame bovino, insilato di mais, insilato di triticale e scarti industriali. Quest'impianto ha la particolarità di essere esteticamente diverso da tutti gli altri impianti MTE per il colore giallo della lamiera grecata delle vasche. Inoltre è provvisto di un locale in muratura contenente i due cogeneratori (di fornitura LASER JET IDUSTRIES) oltre alla cabina di allacciamento alla rete contenete il quadro generale e il trasformatore BT/MT.

Il digestato esausto viene separato attraverso un separatore (non di fornitura MTE) il quale divide la sostanza solida da quella liquida. Quest'ultima viene sparsa nei campi per fertirrigazione mentre la sostanza solida viene sparsa anch'essa come fertilizzante nei campi.

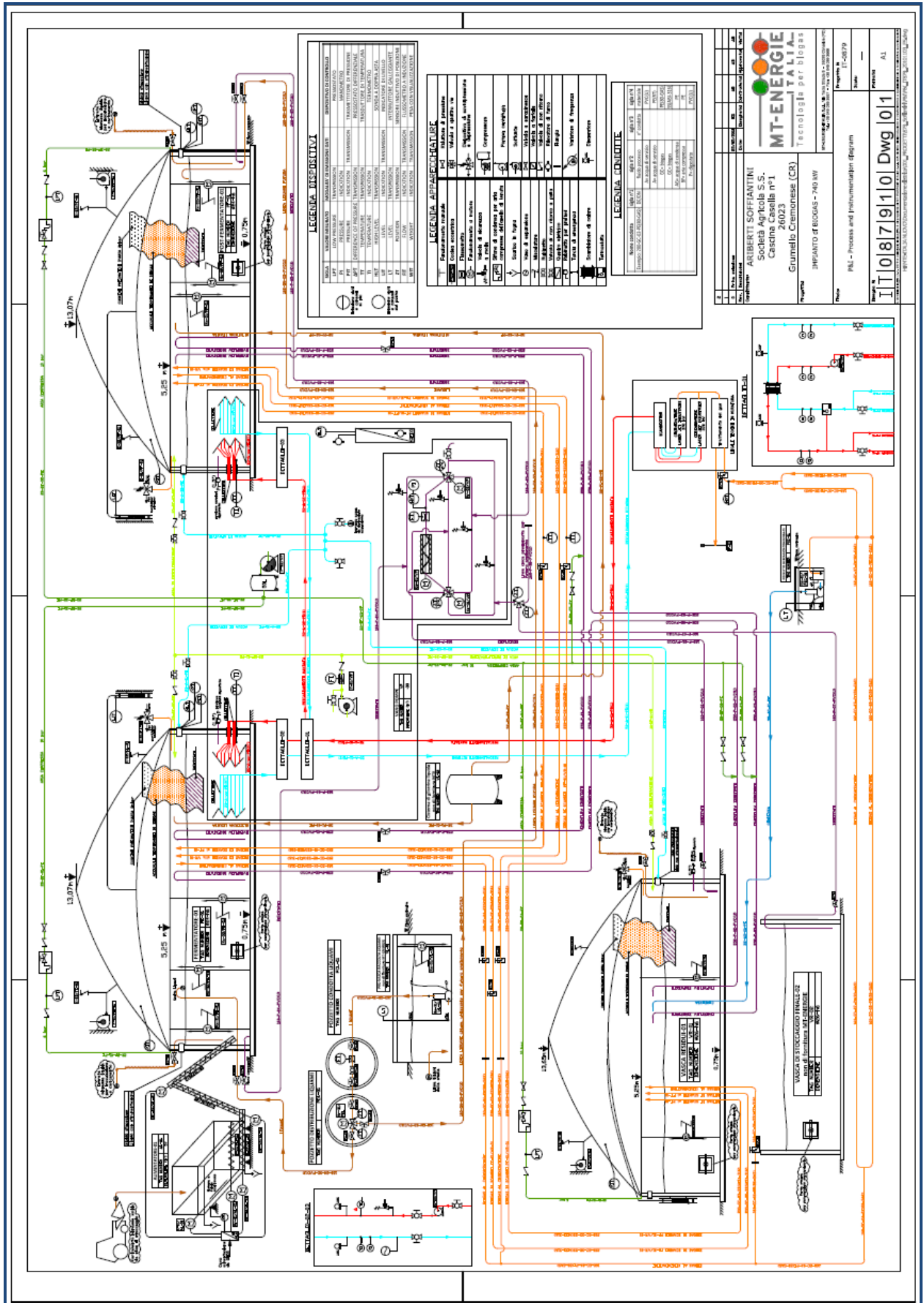
Il P&Id disegnato per questo progetto è uno dei più recenti per cui rispetta molto scrupolosamente le indicazioni stabilite dalle norme UNICHIM per la stesura dei disegni: a tal proposito si noti la posizione della legenda sopra al cartiglio.

3.3.5.1 Informazioni di progetto

L'impianto è dotato delle seguenti componenti:

- ✓ 1 fermentatore
- ✓ 1 post-fermentatore
- ✓ 1 vasca residui coperta
- ✓ 1 vasca residui scoperta (non di fornitura MTE)
- ✓ 1 alimentatore MT-ALLIGATOR
- ✓ 1 vano pompe
- ✓ 1 pre-vasca liquami interrata coperta
- ✓ 1 cisterna con caldaia apposita, per l'immissione della glicerina liquida
- ✓ 2 cogeneratori da 370 kWel (di fornitura LASER JET INDUSTRIES)
- ✓ 1 gruppo di separazione (di fornitura WAM)

3.3.5.2 Disegno



3.3.5.3 Allegato_Relazione tecnico descrittiva del diagramma strumentale P&Id

Riporto in questo paragrafo la relazione tecnico descrittiva allegata al P&I che ho personalmente eseguito durante il tirocinio per l'impianto in oggetto:

**Impianto di cogenerazione elettro-termica da 740 kW alimentato
a biogas generato da un processo di digestione anaerobica MTE**

Memento tecnico di compendio al Process & Instrumentation Diagram



**Committente
ARIBERTI SOFFIANTINI
Società Agricola S.S.
di Grumello Cremonese (CR)**

Elenco dispositivi definiti nel P&I allegato:

Tag number:	Utenza elettrica, dispositivo, apparecchiatura:	
AL-01	Alimentatore MT-Alligator da 57 m³, tramoggia di carico biomassa solida	A
M-01/AL-01	Motore azionante pompa idraulica per il fondo scorrevole della tramoggia di carico	B
Mr-01/AL-01	Motoriduttore azionante coclea di trasporto orizzontale "di rimozione"	C
T-01/AL-01	Coclea di trasporto orizzontale "di rimozione"	C
Mr-02/AL-01	Motoriduttore azionante coclea di trasporto orizzontale "di scarico"	D
T-02/AL-01	Coclea di trasporto orizzontale "di scarico"	D
Mr-03/AL-01	Motoriduttore azionante coclea di trasporto verticale	E
T-03/AL-01	Coclea di trasporto verticale	E
Mr-04/AL-01	Motoriduttore azionante coclea di riempimento	F
T-04/AL-01	Coclea di riempimento	F
QE/AL-01	Quadro elettrico di alimentazione dell'alimentatore MT-Alligator Plus	G
VL-01	Pre-vasca rettangolare di raccolta liquami	H
Mx-01/VL-01	Miscelatore sommerso per la movimentazione dei liquami	I
Gs-02/VL-01	Pompa sommersa	J
PDL-01	Pozzetto distribuzione liquami	K
Mr-01/PDL-01	Motoriduttore azionante valvola a tre vie	V
PCL-01	Pozzetto condotta liquami	L
FE-01	Fermentatore circolare termoriscaldato con copertura pressostatica (ø24xh6)	M
Mx-01/FE-01	Miscelatore sommerso per la movimentazione del digestato	N
Mx-02/FE-01	Miscelatore sommerso per la movimentazione del digestato	N
Mx-03/FE-01	Miscelatore sommerso per la movimentazione del digestato	N
P-01/FE-01	Soffiante d'aria per il mantenimento in pressione della copertura	O
K-01/FE-01	Dispositivo di sovra-sotto pressione della copertura pressostatica	P
K-02/FE-01	Valvola di ritegno a clapet	Q
K-03/FE-01	Valvola di ritegno a clapet	Q
PF-01	Post-Fermentatore circolare termoriscaldato con copertura pressostatica (ø24xh6)	R
Mx-01/PF-01	Miscelatore sommerso per la movimentazione del digestato	N
Mx-02/PF-01	Miscelatore sommerso per la movimentazione del digestato	N
Mx-03/PF-01	Miscelatore sommerso per la movimentazione del digestato	N
P-01/PF-01	Soffiante d'aria per il mantenimento in pressione della copertura	O
K-01/PF-01	Dispositivo di sovra-sotto pressione della copertura pressostatica	P
K-02/PF-01	Valvola di ritegno a clapet	Q
K-03/PF-01	Valvola di ritegno a clapet	Q
VR-01	Vasca residui circolare predisposta per riscaldamento futuro con copertura pressostatica (ø26xh6)	S
Mx-01/VR-01	Miscelatore sommerso per la movimentazione del digestato	N
Mx-02/VR-01	Miscelatore sommerso per la movimentazione del digestato	N
P-01/VR-01	Soffiante d'aria per il mantenimento in pressione della copertura	O
K-01/VR-01	Dispositivo di sovra-sotto pressione della copertura pressostatica	P
K-02/VR-01	Valvola di ritegno a clapet	Q
K-03/VR-01	Valvola di ritegno a clapet	Q
VP	Vano pompe	T
Ge-01/VP	Pompa a coclea eccentrica azionata da motore	U
Mr-01/VP	Motoriduttore azionante valvola a quattro vie della pompa Ge-01	V
Mr-02/VP	Motoriduttore azionante valvola a quattro vie della pompa Ge-01	V
P-01/VP	Soffiante d'aria compressa per la desolfurazione	W

P-02/VP	Compressore per la tenuta pressostatica delle coperture	X
P-03/VP	Ventilatore per ricircolo d'aria	Y
Gc-01/VP	Pompa centrifuga principale per la circolazione dell'acqua di riscaldamento	Z
Gc-02/VP	Pompa centrifuga per la circolazione dell'acqua di riscaldamento nel FE-01	AA
Gc-03/VP	Pompa centrifuga per la circolazione dell'acqua di riscaldamento nel PF-01	AA
QEDG	Quadro elettrico principale di distribuzione forza motrice	BB
PSC-01	Pozzetto di scarico condensa del biogas	CC
Gs-01/PSC-01	Pompa sommersa	DD
Varie		
TT	Trasduttore di temperatura	EE
TI	Termometro analogico	FF
LPT	Pressostato/interruttore di sottopressione	GG
HPT	Pressostato/interruttore di sovrappressione	HH
Δ PT	Pressostato differenziale	II
PI	Manometro analogico	JJ
PIT	Trasduttore di pressione con indicazione livello	KK
HLT	Sonda a doppia asta con comando di livello max	LL
LLT	Sonda a doppia asta con comando di livello min	MM
LT	Indicatore di livello, interruttore galleggiante	NN
LIT	Indicatore di livello	OO
ZT	Sensore induttivo di posizione	PP
FIT	Flussometro a induzione con indicazione di livello	QQ
FI	Indicatore del livello di flusso della pompa di desolfurazione	RR
WIT	Celle di carico con visualizzazione della pesata (relativo all'alimentatore AL-01)	SS
GV-XX	Gate valve, valvola a saracinesca	TT
BV-XX	Butterfly valve, valvola a farfalla	UU
BCV-XX	Ball check valve, valvola di ritegno a palla flangiata	VV

Descrizione tecnica dei dispositivi, delle utenze elettriche e delle apparecchiature in genere:

Di seguito verranno descritte dettagliatamente tutte le componenti dell'impianto di fornitura MTE.

A) Alimentatore MT-ALLIGATOR PLUS da 30 m³



Tipologia	Potenza totale	Volume container	Carico max.
FSE-Alli 2800	31,6 kW	28 m ³	16.800 kg

B) Motore azionante pompa idraulica per il fondo scorrevole della tramoggia di carico



Marca	Modello	Pot.	Freq.	Tensione	Corrente	Protezione
LAMMERS	12AA-132 M-4	7,5 kW	50 Hz	Δ/Y 400/690 V	14,8/8,5 A	IP 55

C) Motoriduttore azionante coclea di trasporto orizzontale "di rimozione"



Marca	Modello	Pot.	Freq.	Tensione	Corrente	Cos Φ	N° giri	Protezione
NORD	SK 132S/4	5,5 kW	50 Hz	Δ/Y 400/690 V	11,4/6,56 A	0,81	1445	CL.F IP 55

D) Motoriduttore azionante coclea di trasporto orizzontale “di scarico”



Marca	Modello	Pot.	Freq.	Tensione	Corrente	Cos Φ	N°giri	Protezione
NORD	SK 132M/4	7,5 kW	50 Hz	Δ/Y 400/690 V	14,8/8,55 A	0,84	1445	CL.F IP 55

E) Motoriduttore azionante coclea di trasporto verticale



Marca	Modello	Pot.	Freq.	Tensione	Corrente	Cos Φ	N°giri	Protezione
NORD	SK 132M/4	7,5 kW	50 Hz	Δ/Y 400/690 V	14,8/8,55 A	0,84	1445	CL.F IP 55

F) Motoriduttore azionante coclea di riempimento



Marca	Pot.	Freq.	Tensione	Corrente	Cos Φ	N°giri	Protezione
SIEMENS	3,6 kW	50 Hz	Δ/Y 400/690 V	7,5/4,35A	0,83	1435	CL.F IP 55

G) Quadro elettrico di alimentazione dell'alimentatore MT-ALLIGATOR PLUS



H) Pre-vasca rettangolare scoperta di raccolta liquami (60 m³)



I) Miscelatore sommerso per la movimentazione del digestato



Marca	Modello	Potenza	Freq.	Tensione	In	Portata	N° giri	Protezione
CRI-MAN	TBM 7,5/4N	7,5 kW	50 Hz	400/690 V	15,8 A	2821 m ³	328	cl.F IP 68

J) Pompa sommersa



Marca	Modello	Pot.	Freq.	Tensione	cosΦ	In	N° giri	H	Q	Protezione
CRI-MAN	PTS 9-100	9 kW	50 Hz	Δ/Y 690/400 V	0,83	18	1440	15-3.4 m	10-48 l/sec.	cl.F IP 68

K) Pozzetto condotta liquami



L) Pozzetto distribuzione liquami



M) Fermentatore circolare termoriscaldato con copertura pressostatica (ø23xh6)



N) Miscelatore sommerso per la movimentazione del digestato



Marca	Modello	Potenza	Freq.	Tensione	Corrente In	Corrente di spunto	N° giri	Protezione
ARNOLD AG	MD-250	23,1/18,5 kW	50 Hz	3x400/415 V	39,0 A	242 A	351	cl.F IP 68

O) Soffiante d'aria per il mantenimento in pressione della copertura



Marca	Fan Type	Mot. Type	Tensione	Corrente	CosΦ	N° giri	Protezione
VENTUR	GSFG-2-133/62-012T EExe	ExSkg 56-2B2	230/400V Δ/Y	0,81/0,47 A	0,66	2810 rpm	cl.F IP 55

P) Dispositivo di sovra-sotto pressione del biogas d'accumulo all'interno dei digestori



Q) Valvola di ritegno a clapet della copertura pressostatica



R) Post-fermentatore circolare termoriscaldato con copertura pressostatica (ø23xh6)



S) Vasca residui circolare con copertura pressostatica senza rivestimento in lamiera grecata (ø26xh6)



T) Vano pompe



U) Pompa a coclea eccentrica azionata da motore



Motore

Marca	Modello	Potenza	Freq.	Tensione	cosΦ	Corrente	N° giri	Protezione
NORD	SK 132M/4	7,5 kW	50 Hz	Δ/Y 400/690 V	0,84	14,8-8,55	1445	cl.F IP 55

Pompa

Marca	Modello	Portata	Pressione	Protezione
WANGEN	KL50S 100	60 m³/h	fino a 16 bar	cl.F IP 55

V) Motoriduttore azionante valvola a quattro vie della pompa e tre vie del PDL-01



Marca	Modello	Potenza	Freq.	Tensione	cosΦ	Corrente	N° giri	Protezione
NORD	63 S/4	120 W	50 Hz	Δ/Y 230/400 V	0,64	0,95-0,55	1335	cl.F IP 55

W) Soffiante d'aria compressa per la desolfurazione



Marca	Modello	Tensione	Frequenza	Potenza	Protezione
NITTO KOHKI	LA-120-A1108-P3-1412	230 V	50 Hz	130 W	IP 55

X) Compressore per la tenuta delle coperture pressostatiche



Marca	Modello	Potenza	Corrente	Tensione	Freq.	Pressione	Protezione
SCHNEIDER	E.C.MK 102-50-2M	1,5 kW	9,51 A	230 V	50 Hz	10 bar	CL.F IP 55

Y) Ventilatore per ricircolo d'aria all'interno del vano pompe



Marca	Modello	Potenza	Corrente	Tensione	Frequenza	Portata max	N° giri	Protezione
MULTIFAN	4E35Q	170 W	0,9 A	230 V	50 Hz	3530 m³/h	1400	CL.F IP 55

Z) Pompa centrifuga principale per la circolazione dell'acqua di riscaldamento



Marca	Modello	Potenza	Corrente	Tensione	Freq.	Cos Φ	Protezione
WILO	NF 80/2C-111-ATB	1,5 kW	3,25/5,6	Y/ Δ 400/230 V	50 Hz	0,81	cl. F IP55

AA) Pompa centrifuga per l'acqua di riscaldamento nel FE-01 e PF-01



Marca	Modello	Potenza	Corrente	Tensione	Freq.	Temp. max	Protezione
WILO	TOP-S30/10	400 W	0,79/1.37 A	230/400 V	50 Hz	110 °C	CL.F IP 44

BB) Quadro elettrico principale di distribuzione forza motrice



CC) Pozzetto di scarico condensa del biogas



DD) Pompa sommersa



Marca	Modello	Potenza	Corrente	Tensione	Freq.	Portata	Preval. max	Protezione
ESPA	ACUA5	0,65 kW	2,8 A	1~230 V	50 Hz	15/60 l/min	35 m	CL.F IP 68

EE) Termometro analogico



FF) Trasduttore di temperatura



Marca	Portata	Preval. Max	Protezione
ENDRESS+HAUSER	15/60 l/min	35 m	CL.F IP 68

GG) Pressostato/interruttore di sovrappressione



HH) Pressostato/interruttore di sottopressione

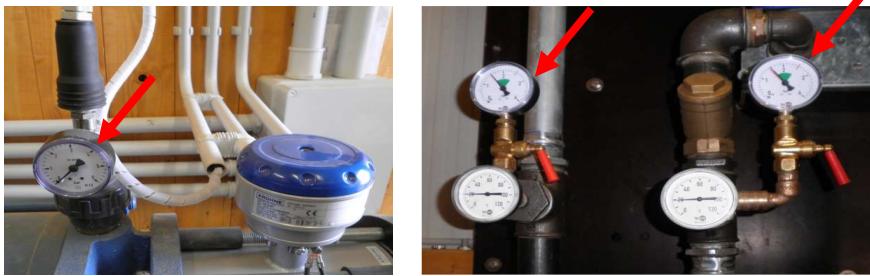


II) Pressostato differenziale (ATEX)



Marca	Modello	p max	p min	Tensione	In	Protezione
DUNGS	GGW 3 A4-U/2	500 mbar	500 mbar	24 V (DC)	20 mA	IP 65
				250 V (AC)	10 A	

JJ) Manometro analogico

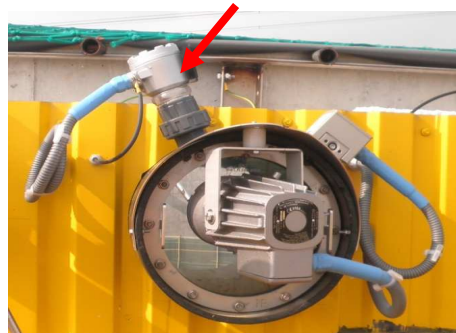


KK) Trasduttore di pressione con indicazione del livello (ATEX)



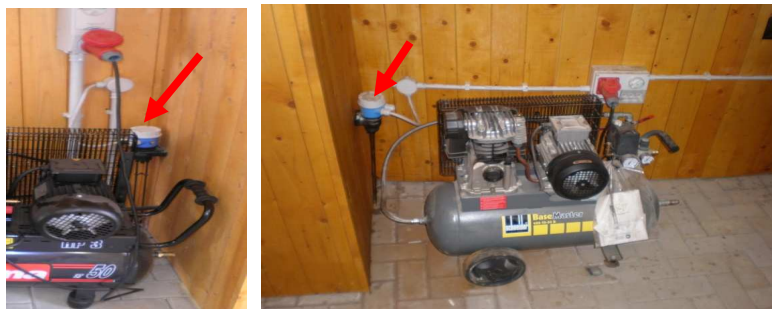
Marca	Modello	Campo di mis.	Taratura	Tensione	In	Protezione
ABB	261GS CJP821	60 mbar	-5...10mbar	11-30 V (DC)	4-20 mA	IP 67

LL) Sonda a doppia asta con comando di livello max (ATEX)



Marca	Modello	L	L	Protezione
ENDRESS+HAUSER	11362 Z	370 mm	370 mm	IP 66

MM) Sonda a doppia asta con comando di livello max (non ATEX)



Marca	Modello	L	L	Protezione
ENDRESS+HAUSER	FTW31	460 mm	460 mm	IP 66

NN) Interruttore a livello galleggiante



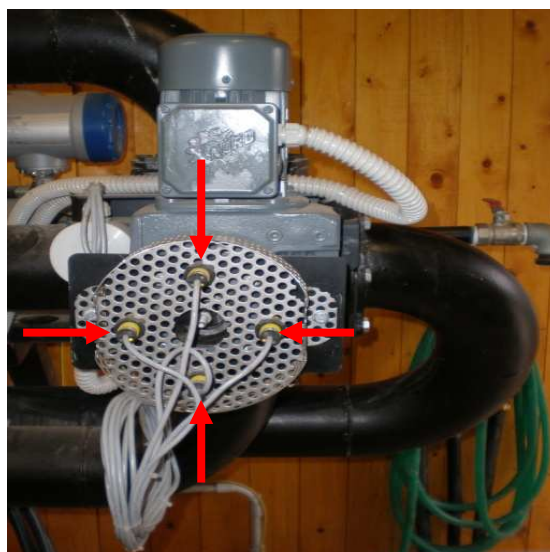
OO) Indicatore di livello del gas



Sistema effettuato utilizzando sensori induttivi di posizione della stessa tipologia del punto seguente:

Marca	Modello	Tensione	Corrente	Sn
TURCK	Ni12U-S18-APX6X	10...30 V(DC)	200 mA	12 mm

PP) Sensore induttivo di posizione



Marca	Modello	Tensione	Corrente	Sn
TURCK	Ni12U-S18-APX6X	10...30 V(DC)	200 mA	12 mm

QQ) Flussometro a induzione con indicazione del flusso



Marca	Modello	Temp. range		Coppia e pressione		
		ABB	OPTIFLUX 1000	Process	-25...120	DN 100
Ambient	-25...60			DN 150	16 bar	82 Nm

RR) Indicatore del livello di flusso della pompa di desolfurazione



SS) Celle di carico dell'alimentatore con visualizzazione della pesata su schermo



TT) Gate-valve (GV), valvola a saracinesca per le condotte del digestato-liquame



UU) Butterfly-valve (BV), valvola a farfalla per le condotte del biogas



VV) Ball check valve (BCV), valvola di ritegno a palla per le condotte del digestato



Queste appena elencate sono le apparecchiature e strumentazioni principali che fanno parte della struttura funzionale dell'impianto di produzione del biogas di fornitura MT-Energie.

Di seguito vengono ora illustrate le denominazioni di tutte le condotte dell'impianto.

Descrizione tecnica delle condotte:

Nel disegno P&I compare la legenda che individua le tubazioni delle condotte dell'impianto.

Viene di seguito riportato un esempio di nomenclatura e successivamente la descrizione tecnica di ogni singola condotta.

Tag number	Sigla n°1	Sigla n°2	Sigla n°3	Sigla n°4
200-GC-02-PE(80-GAS)	DN	GC	02	PE(80-GAS)
Nomenclatura della condotta	Diametro nominale	Materiale solido, liquido, gassoso trasportato	N° condotta	Tipologia di materiale della tubazione

A. CONDOTTA BIOGAS – sigla n°2 (GC)

Di seguito la scheda tecnica delle tubazioni in polietilene:

DERITENE PE GAS									
Colore nero con strisce gialle coestruse									
Tubi in polietilene PE 80 per condotte di gas con densità inferiore a 0,8									
NORME UNI EN 1555 - UNI ISO 4437 TIPO 316 in conformità al D.M. del 24/11/1984 modif. D.M. 16/11/99									
σ 63 kgf/cm ² (6,3 MPa)									
Øe	S 8 SDR 17,6 MOP 3 bar				S 5 SDR 11 MOP 5 bar				Øe
	rotoli				rotoli				
	spessore	m 100		spessore	m 100				
	mm	€/ml	codice	mm	€/ml	codice	€/bobina		
				3,0	0,76	A41135510	76,00	20	
				3,0	0,98	A41135511	98,00	25	
				3,0	1,29	A41135512	129,00	32	
				3,7	1,91	A41135513	191,00	40	
				4,6	2,97	A41135514	297,00	50	
				5,8	4,68	A41135515	468,00	63	
				6,8	6,51	A41135516	651,00	75	
				8,2	9,40	A41135517	940,00	90	
				10,0	13,90	A41135518	1.390,00	110	
Øe	barre				barre				Øe
	spessore	m 12		spessore	m 12				
	mm	€/ml	codice	mm	€/ml	codice	€/barra		
			A41	6,8	6,20	A41007551	74,40	75	
90	5,2	5,95	009041	8,2	8,94	A41009051	107,28	90	
110	6,3	8,78	011041	10,0	13,23	A41011051	158,76	110	
125	7,1	11,23	012541	11,4	17,18	A41012551	206,16	125	
140	8,0	14,06	014041	12,7	21,38	A41014051	256,56	140	
160	9,1	18,30	016041	14,6	28,04	A41016051	336,48	160	
180	10,3	23,25	018041	16,4	35,44	A41018051	425,28	180	
200	11,4	28,54	020041	18,2	43,68	A41020051	524,16	200	
225	12,8	35,94	022541	20,5	55,24	A41022551	662,88	225	
250	14,2	44,39	025041	22,7	67,93	A41025051	815,16	250	
280	16,0	58,60	028041	25,4	89,45	A41028051	1.073,40	280	
315	17,9	70,22	031541	28,6	107,74	A41031551	1.292,88	315	
355	20,2	93,87	035541	32,3	144,04	A41035551	1.728,48	355	
400	22,8	116,06	040041	36,4	177,63	A41040051	2.131,56	400	
450	25,6	153,87	045041	41,0	236,37	A41045051	2.836,44	450	
500	28,5	190,10	050041	45,5	291,48	A41050051	3.497,76	500	
560	31,9	238,21	056041	51,0	365,73	A41056051	4.388,76	560	
630	35,8	300,74	063041	57,3	462,04	A41063051	5.544,48	630	

MOP: MASSIMA PRESSIONE OPERATIVA
Barre da 6 m o 13,4 m disponibili a richiesta per quantitativi adeguati. Prezzi e tempi di consegna da concordarsi.

Per pressioni fino a 5 bar, i tubi DERITENE GAS sono soluzione ottimale di grande affidabilità nel tempo, grazie alle ottime capacità di resistenza del polietilene, anche in terreni particolarmente aggressivi, proibitivi per materiali tradizionali.

B. CONDOTTA LIQUAME – sigla n°2 (QN)

Di seguito la scheda tecnica delle tubazioni in polietilene:

Listino Tubi Multistrato Coestrusi tipo Eco-Tp					
Classe di rigidità kN/m ²	Diametro Esterno mm	Spessore mm	Diametro Interno mm	Lunghezza Bicchiere m	Lunghezza m
SN 4	125	3,4	118	0,08	6,00
SN 8		4,2	116		3,00
SN 16		5,5	114		3,00
SN 4	160	4,3	151	0,10	6,00
SN 8		5,4	149		3,00
SN 16		7,1	145		3,00
SN 4	200	5,4	189	0,12	6,00
SN 8		6,8	186		3,00
SN 16		8,7	182		3,00
SN 4	250	6,6	236	0,14	6,00
SN 8		8,4	233		3,00
SN 16		10,9	228		3,00
SN 4	315	8,3	298	0,16	6,00
SN 8		10,6	293		3,00
SN 16		13,8	287		3,00
SN 4	400	10,8	378	0,19	6,00
SN 8		13,4	373		3,00
SN 16					3,00

C. CONDOTTA DIGESTATO – sigla n°2 (P)

Vedi scheda tecnica del punto precedente.

D. CONDOTTA ACQUA DI SERVIZIO – sigla n°2 (A)

Di seguito la scheda tecnica delle tubazioni in polietilene:

PN 12,5 SDR 11							PN 8 SDR 17								
IIP	NF	OVGW	rotoli / coils / couronnes				IIP	NF	OVGW	rotoli / coils / couronnes					
			Ø	≠	Pr./Price	Cod./Code	m 100				Ø	≠	Pr./Price	Cod./Code	m 100
			mm	mm	€/m	A13	€				mm	mm	€/m	A13	€
*	*	*	20	2,0	0,53	132531	53,00								
*	*	*	25	2,3	0,76	132532	76,00								
*	*	*	32	3,0	1,25	132533	125,00								
*	*	*	40	3,7	1,91	132534	191,00								
*	*	*	50	4,6	2,93	132535	293,00	*	*	*	50	3,0	2,07	132515	207,00
*	*	*	63	5,8	4,63	132536	463,00	*	*	*	63	3,8	3,24	132516	324,00
*	*	*	75	6,8	6,42	132537	642,00	*	*	*	75	4,5	4,59	132517	459,00
*	*	*	90	8,2	9,31	132538	931,00								
*	*	*	110	10,0	13,81	132539	1.381,00								

A richiesta rotoli da m 25 a marchio NF e da m 50 / On request coils 25 m with NF brand and 50 m long / Sur demande couronnes de 25 m marque NF et 50 m

* Prodotto garantito dal marchio di riferimento / Product guaranteed by the reference brand / Produits garantis par la marque référence
 Barre da m 6 o m 13,4 disponibili a richiesta per quantitativi adeguati. Prezzi e tempi di consegna da concordarsi.
 Available on request: pipes 6 m and 13,4 m long. Price and delivery time to agree.
 Barre des 6 m et 13,4 m disponibles sur demande. Prix et livraison à concorder.

E. CONDOTTA ACQUA DI RISCALDAMENTO (MAN. E RIT.) – sigla n°2 (A)

Di seguito la scheda tecnica delle tubazioni in polietilene coibentate:

Prüflingsnummer	1613
System	PMR
Dimension	50/125
Material Mediumrohr	PB
Länge Mediumrohr [mm]	3.002
Außendurchmesser Mediumrohr [mm]	50,0...50,4
Wanddicke Mediumrohr [mm]	4,5...4,7
Material Mantelrohr	PE
Länge Mantelrohr [mm]	2.700
Außendurchmesser Mantelrohr [mm]	111,0...126,0
Wanddicke Mantelrohr [mm]	1,0
Material Wärmedämmung	PE-X-Schaum
Dämmdicke [mm]	25,0...26,0

F. CONDOTTA ARIA COMPRESSA – sigla n°2 (BF)

Vedi scheda tecnica della condotta dell'acqua di servizio.

G. CONDOTTA ARIA PER LA DESOLFORAZIONE – sigla n°2 (BF)

Vedi scheda tecnica della condotta dell'acqua di servizio.

H. CONDOTTO ACQUA DI CONDENSA – sigla n°2 (AG)

Vedi scheda tecnica della condotta dell'acqua di servizio

CAPITOLO 4: I servizi ausiliari degli impianti MT-ENERGIE

In questo capitolo viene fatta una classificazione dei servizi ausiliari installati negli impianti MT-Energie (MTE) partendo dalla normativa in vigore e dalle linee guida fornite dal GSE. Durante la mia permanenza di tirocinio in MTE, come spiegherò nel dettaglio più avanti ai prossimi capitoli, ho dovuto confrontarmi spesso su quest'argomento. In questo capitolo, l'intento mio è quello di mettere ulteriore chiarezza sui servizi ausiliari che, potendo fare un paragone, si possono pensare come gli organi vitali degli impianti di cogenerazione elettro-termica da biogas.

4.1 Normativa di riferimento

Di seguito riporto la delibera 02/06 dell'AEEG, unico documento ufficiale in vigore che regola i servizi ausiliari di centrale da fonte rinnovabile quale il biogas:

Proroga dell'incarico ai componenti del Comitato di esperti costituito ai sensi dell'articolo 2, comma 2.4, della deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas 22 aprile 2004, n. 60/04. Definizione di energia assorbita dai servizi ausiliari di centrale ai fini delle verifiche di cui alla medesima deliberazione n. 60/04

L'AUTORITÀ PER L'ENERGIA ELETTRICA E IL GAS

Nella riunione del 09-01-2006

Visti:

- la legge 14 novembre 1995, n. 481;
- la legge 23 agosto 2004, n. 239;
- il provvedimento del Comitato interministeriale dei prezzi 29 aprile 1992, n. 6 (di seguito: provvedimento Cip n. 6/92);
- il decreto legislativo 26 ottobre 1995, n. 504;
- il decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387;
- la deliberazione dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas (di seguito: l'Autorità) 19 marzo 2002 n. 42/02 (di seguito: deliberazione n. 42/02);
- la deliberazione dell'Autorità 22 aprile 2004, n. 60/04 (di seguito: deliberazione n. 60/04);
- la deliberazione dell'Autorità 14 dicembre 2004, n. 215/04 (di seguito: deliberazione n. 215/04);
- la deliberazione 20 giugno 2005, n. 116/05 (di seguito: deliberazione n. 116/05).

Considerato che:

- l'Autorità, con deliberazione n. 60/04, si è avvalsa della Cassa conguaglio per il settore elettrico (di seguito: la Cassa conguaglio) per la costituzione di un Comitato di esperti con il compito di predisporre un Regolamento per l'effettuazione di verifiche e sopralluoghi sugli impianti di

produzione di energia elettrica alimentati da fonti rinnovabili, da fonti assimilate alle rinnovabili e sugli impianti di cogenerazione (di seguito: il Regolamento);

- l'Autorità, con deliberazione n. 215/04, ha approvato il Regolamento e, con deliberazione n. 116/05, ha prorogato l'incarico del Comitato di esperti sino al 31 dicembre 2005.

Considerato altresì che:

- con lettera in data 29 dicembre 2005 (prot. n. 002195, prot. Autorità n. 030780 del 29 dicembre 2005) la Cassa conguaglio ha comunicato all'Autorità l'esigenza di prorogare l'attività del Comitato di esperti per ulteriori sei mesi, al fine di formulare pareri in merito a casi controversi che potrebbero sorgere a valle delle verifiche ispettive in corso e di integrare eventualmente il Regolamento;
- sulla base delle comunicazioni trasmesse dalla Cassa conguaglio all'Autorità risultano, allo stato, effettuate 33 verifiche ai sensi della deliberazione n. 60/04, mentre altre 17 sono programmate per i mesi di gennaio e febbraio 2006;
- i risultati emersi dalle verifiche effettuate hanno evidenziato numerosi casi controversi e tecnicamente complessi, posti dall'Unità di coordinamento della Cassa conguaglio all'esame del Comitato di esperti, le cui valutazioni devono trovare collocazione nella edizione aggiornata del Regolamento;
- entro il 30 giugno 2006 si disporrà degli esiti di un numero significativo di verifiche ispettive ai fini dell'eventuale integrazione del Regolamento.

Considerato infine che:

- l'attuale quadro normativo non fornisce una definizione univoca e puntuale dell'energia assorbita dai servizi ausiliari di centrale ai fini delle verifiche sugli impianti di produzione di energia elettrica di cui alla deliberazione n. 60/04, necessaria per stabilire la differenza tra l'energia elettrica lorda e netta prodotta nella valutazione delle prestazioni degli impianti e, in particolare, nel calcolo dell'indice energetico Ien, di cui al provvedimento Cip n. 6/92, dell'indice di risparmio di energia IRE e del limite termico LT, di cui alla deliberazione n. 42/02;
- nella nota trasmessa all'Autorità in data 3 ottobre 2005 (prot. Autorità n. 022673 del 4 ottobre 2005) Assoelettrica ha segnalato la necessità che l'Autorità definisca, nell'ambito delle verifiche di competenza della Cassa conguaglio, quali sono i servizi ausiliari di centrale da considerare nel calcolo dell'indice Ien, rilevando che "all'epoca fu applicata la prassi, anche per motivi di congruenza con la normativa fiscale, di definire i servizi ausiliari come quelli strettamente indispensabili al funzionamento dell'impianto di produzione, sottolineando le implicazioni gestionali - giuridiche di una modifica retroattiva della suddetta prassi";
- in data 7 ottobre 2005 (prot. n. 001653, prot. Autorità n. 023632 del 12 ottobre 2005) il Comitato di esperti ha formulato proposte di integrazione del Regolamento, tra cui una modifica

dell'articolo 6, comma 6.3, del Regolamento relativo alla definizione di energia elettrica netta ai sensi del provvedimento Cip n. 6/92 e della deliberazione n. 42/02.

Ritenuto che sia opportuno

- prorogare l'incarico dei componenti il Comitato di esperti fino al 30 giugno 2006;
- definire, ai fini delle verifiche sugli impianti di produzione di energia elettrica di cui alla deliberazione n. 60/04 e fatto salvo quanto espressamente previsto dai provvedimenti che disciplinano le prestazioni di detti impianti, l'energia assorbita dai servizi ausiliari di centrale

DELIBERA

1. di prorogare l'incarico del Comitato di esperti sino al 30 giugno 2006;
2. di definire, ai fini delle verifiche sugli impianti di produzione di energia elettrica di cui alla deliberazione n. 60/04, l'energia assorbita dai servizi ausiliari di centrale facendo riferimento, fatto salvo quanto espressamente previsto dai provvedimenti che danno luogo ai benefici economici e normativi ivi previsti, alla normativa fiscale di cui all'articolo 52, comma 2, lettera f), del decreto legislativo 26 ottobre 1995, n. 504, considerando come energia assorbita dai servizi ausiliari di centrale:
 - a) quella impiegata, in usi diversi dalla illuminazione, esclusivamente per la generazione o per la trasformazione in altra energia elettrica, compresa quella utilizzata per forza motrice nelle centrali elettriche per servizi ausiliari strettamente connessi al compimento del ciclo di generazione o di trasformazione dell'energia elettrica, anche esterni al perimetro della centrale o forniti da soggetti diversi dal titolare della centrale, inclusi tutti i servizi ausiliari di trattamento del combustibile;
 - b) quella impiegata, in usi diversi dalla illuminazione, dai servizi ausiliari di centrale durante i periodi di fermata dei gruppi di generazione, al netto dei periodi di manutenzione programmata, straordinaria o di trasformazione, riconversione e rifacimento dei gruppi stessi;
1. di trasmettere il presente provvedimento al Ministero della Attività Produttive e alla Cassa conguaglio;
2. di pubblicare il presente provvedimento sul sito internet dell'Autorità www.autorita.energia.it, affinché entri in vigore alla data della sua pubblicazione.

4.2 Classificazione degli ausiliari fornita dal GSE

Riporto qui di seguito una corrispondenza che ho avuto con un tecnico del GSE, al quale veniva richieste delle delucidazioni sulla classificazione delle apparecchiature ausiliarie:

[...Si precisa che il GSE, nei casi in cui occorra valutare l'energia assorbita dagli ausiliari, non essendoci ancora documentazione di riferimento ufficiale, fa riferimento alle indicazioni fornite nella delibera dell'Autorità per l'energia elettrica e il gas n. 2/06. secondo la quale può essere considerata come "energia assorbita dai servizi ausiliari di centrale:

- quella impiegata, in usi diversi dalla illuminazione, esclusivamente per la generazione o per la trasformazione in altra energia elettrica, compresa quella utilizzata per forza motrice nelle centrali elettriche per servizi ausiliari strettamente connessi al compimento del ciclo di generazione o di trasformazione dell'energia elettrica, anche esterni al perimetro della centrale o forniti da soggetti diversi dal titolare della centrale, inclusi tutti i servizi ausiliari di trattamento del combustibile;
- quella impiegata, in usi diversi dalla illuminazione, dai servizi ausiliari di centrale durante i periodi di fermata dei gruppi di generazione, al netto dei periodi di manutenzione programmata, straordinaria o di trasformazione, riconversione e rifacimento dei gruppi stessi".

Nel caso di impianti a biogas da biomasse di provenienza agricola il GSE sulla base di analisi statistiche e di dettaglio su alcuni casi specifici, ha definito una quota forfettaria per quantificare l'energia assorbita dai servizi ausiliari pari al 6% dell'energia lorda prodotta, generalmente da applicare nel caso in cui l'alimentazione di tali servizi ausiliari è derivata da una seconda fornitura di energia. Generalmente nel caso di impianti a biogas sono considerati come servizi ausiliari i seguenti gruppi di utenze (elenco indicativo perché ogni tecnologia di produzione del biogas, rispetto invece all'apparato di cogenerazione, ha differenti caratteristiche impiantistiche):

- 1) sistema di miscelazione della materia prima;
- 2) pompe di circolazione dell'acqua calda per il riscaldamento dei digestori;
- 3) pompe di bypass e di omogeneizzazione della materia prima tra un digestore e l'altro, nel caso di più digestori;
- 4) compressori e/o ventilatori di estrazione del gas dal gasometro;
- 5) gruppo frigo per il raffreddamento del gas e/o altri sistemi di trattamento del combustibile;
- 6) soffiante di compressione del gas per l'ingresso in camera di combustione;
- 7) ausiliari propri dei gruppi elettrogeni (ad. Es. aircooler del sistema di dissipazione del calore).

Ovviamente il valore soprarichiamato non è sempre allineato con il dato reale perché, come ben si sa, le soluzioni tecniche e le modalità operative di esercizio condizionano significativamente i consumi energetici e i rendimenti degli impianti. In ogni caso per effettuare una valutazione rigorosa della quota di energia assorbita dalle utenze ausiliarie occorre esaminare il progetto definitivo/as-built nella sua interezza; la presente, quindi, ha carattere generale e non costituisce alcun vincolo per l'esame della richiesta di qualifica...]



<Foto 4.1> In primo piano il fermentatore con l'alimentatore MT-FORTIS: il GSE ritiene quest'ultimo un'apparecchiatura non ausiliaria

4.3 Classificazione dei servizi ausiliari degli impianti MT-ENERGIE

La norma definisce ausiliario dell'impianto l'insieme delle apparecchiature elettriche atte alla trasformazione, produzione e utilizzazione del combustibile: queste devono essere alimentate esclusivamente in autoconsumo all'energia elettrica prodotta dal generatore sincrono; in realtà, se paragoniamo il termine di "servizi ausiliari" di una centrale di cogenerazione elettro-termica alimentata a biogas, per esempio con una centrale termoelettrica, notiamo che vi sono moltissimi altri servizi che vengono esclusi dalla classificazione fatta dalle normative.

In questo paragrafo farò dunque una classificazione generale dei servizi prendendo come esempio la classificazione dei servizi ausiliari fatti per le centrali termoelettriche (cfr esame di impianti di produzione dell'energia elettrica del prof. CALDON) e, tenendo comunque in considerazione la normativa, farò una distinzione a seconda del tipo di alimentazione elettrica oltre alla loro importanza funzionale per l'intero impianto.

4.3.1 Servizi ausiliari elettrici

I servizi ausiliari elettrici, come già in parte accennato, possono essere classificati in:

- servizi di 1^a categoria: sono indispensabili al funzionamento del gruppo di cogenerazione e vengono alimentati in autoconsumo;

Gruppo frigo per il raffreddamento del gas e/o altri sistemi di trattamento del combustibile
Soffiante di compressione del gas per l'ingresso in camera di combustione
Ausiliari dei gruppi elettrogeni

- servizi di 2^a categoria: per i quali può essere tollerato un temporaneo fuori servizio senza provocare indisponibilità dell'unità e vengono alimentati in autoconsumo;

Miscelatori sommersi delle vasche a captazione di gas
Pompa substrati all'interno del vano pompe
Soffianti delle coperture a captazione di gas
Pompe di circolazione dell'acqua calda per il riscaldamento dei digestori
Impianto di forza motrice all'interno del vano pompe (alimentazione del compressore, soffiante di desolfurazione, pc di controllo, ecc...)

- servizi di 3^a categoria: indispensabili per assicurare l'alimentazione con substrati solidi e liquidi all'interno dei fermentatori e indispensabili per il riutilizzo finale del digestato esausto; possono essere alimentati in prelievo dalla rete elettrica.

Alimentatore MT-FORTIS, MT-ALLIGATOR, MT-ALLIGATOR PLUS, FLIEGL
Pompe per il caricamento dei liquami
Miscelatori sommersi delle pre-vasche liquami, non a captazione di gas
Pompe di svuotamento delle vasche residui
Gruppo di separazione (separatori, pompe, ecc...)

- servizi di 4^a categoria: indispensabili per garantire una completa funzionalità dell'impianto, possono essere alimentati in prelievo dalla rete elettrica.

Pompe per i percolati formati nelle platee
Pompe dell'acqua di condensa del biogas
Soffiante dei pozzetti della condensa

- servizi di emergenza: devono essere assicurati con il gruppo staccato dalla rete. Non sono alimentati in autoconsumo bensì da linea separata ed in caso di distacco prolungato dalla rete queste utenze devono essere predisposte per un'alimentazione da gruppo elettrogeno di emergenza esterno.

Gruppo torcia di emergenza
N° 1 miscelatore sommerso per ogni singolo digestore *
Soffianti per il sostentamento pneumatico delle coperture *

Note: *In caso di normale funzionamento queste utenze fanno parte dei servizi di 1ª categoria vale a dire che sono alimentati esclusivamente in autoconsumo al cogeneratore.

- servizi di controllo e sicurezza: devono essere assicurati per la gestione tele controllata dell'impianto; questi alimentano i comandi, gli automatismi, i circuiti di protezione e regolazione.
- Impianti di illuminazione: per quanto riguarda l'illuminazione interna si considera quella del vano pompe mentre per quella esterna s'intende quella generale di illuminazione dell'impianto oltre ai piccoli fari per l'illuminazione attraverso l'oblò dei digestori. Sono alimentati in prelievo dalla rete elettrica.
- Impianti di videosorveglianza, allarme, antintrusione: sono presenti in alcuni impianti e sono alimentati in prelievo dalla rete elettrica.

4.3.2 Servizi antincendio

Essi devono rispondere ai seguenti requisiti:

- ✓ semplicità di realizzazione e di manovra;
- ✓ prevenzione dell'incendio;
- ✓ immediatezza di intervento;
- ✓ efficacia di spegnimento;
- ✓ possibilità di rapida ripresa del servizio.



<Foto 4.2> Allacciamento idrico e manicotto antincendio presso l'impianto della TENUTA DI BAGNOLI

Infatti deve essere posto in opera ogni accorgimento al fine di prevenire lo svilupparsi di un incendio o, quanto meno, di limitarne gli effetti. I mezzi di estinzione possono essere fissi o portatili. L'impianto antincendio ad acqua in pressione è costituito dalla rete idrica pubblica, collegati ad una stazione di pompaggio dotata di motopompa.

4.3.3 Ciclo acqua servizi

Il circuito dell'acqua per i servizi serve principalmente per la pulizia degli oblò di ispezione di ogni singolo digestore o pre-vasca liquame (della tipologia di fornitura MTE). Infatti il processo di produzione del biogas all'interno delle vasche crea residui di zolfo, schiume o altre materie che possono ostruire la visuale interna attraverso gli oblò; per questo motivo si rende necessario predisporre di un circuito che garantisce all'operatore la pulizia attraverso un comando manuale a rubinetto. E' possibile inoltre predisporre di acqua per la semplice manutenzione ordinaria dell'impianto.

4.3.4 Ciclo aria compressa

Nella piccola centrale elettrica a fonte rinnovabile l'aria compressa è impiegata per svolgere in sostanza due funzioni principali, che utilizzano lo stesso circuito di alimentazione:

aria servizi: viene impiegata per il sostentamento continuo dell'anello di tenuta della copertura pressostatica dei digestori.

aria di soffiatura: viene impiegata per eliminare eventuali incrostazioni che vengono a formarsi nelle tubazioni di overflow del digestato. E' possibile infatti eliminare gli intasamenti delle tubazioni attraverso un colpo d'aria compressa programmabile attraverso il telecontrollo.

4.3.5 Impianto acque reflue e residui liquidi di processo

Allo scopo di evitare una possibile contaminazione delle falde acquifere viene predisposta la suddivisione delle acque e dei residui liquidi:

Percolati: si formano nelle platee dove vengono stoccati i substrati solidi come gli insilati di mais, triticale e sorgo, ecc.. Il percolato che viene a formarsi viene raccolto e immesso attraverso una pompa sommersa all'interno della vasca residui più vicina.

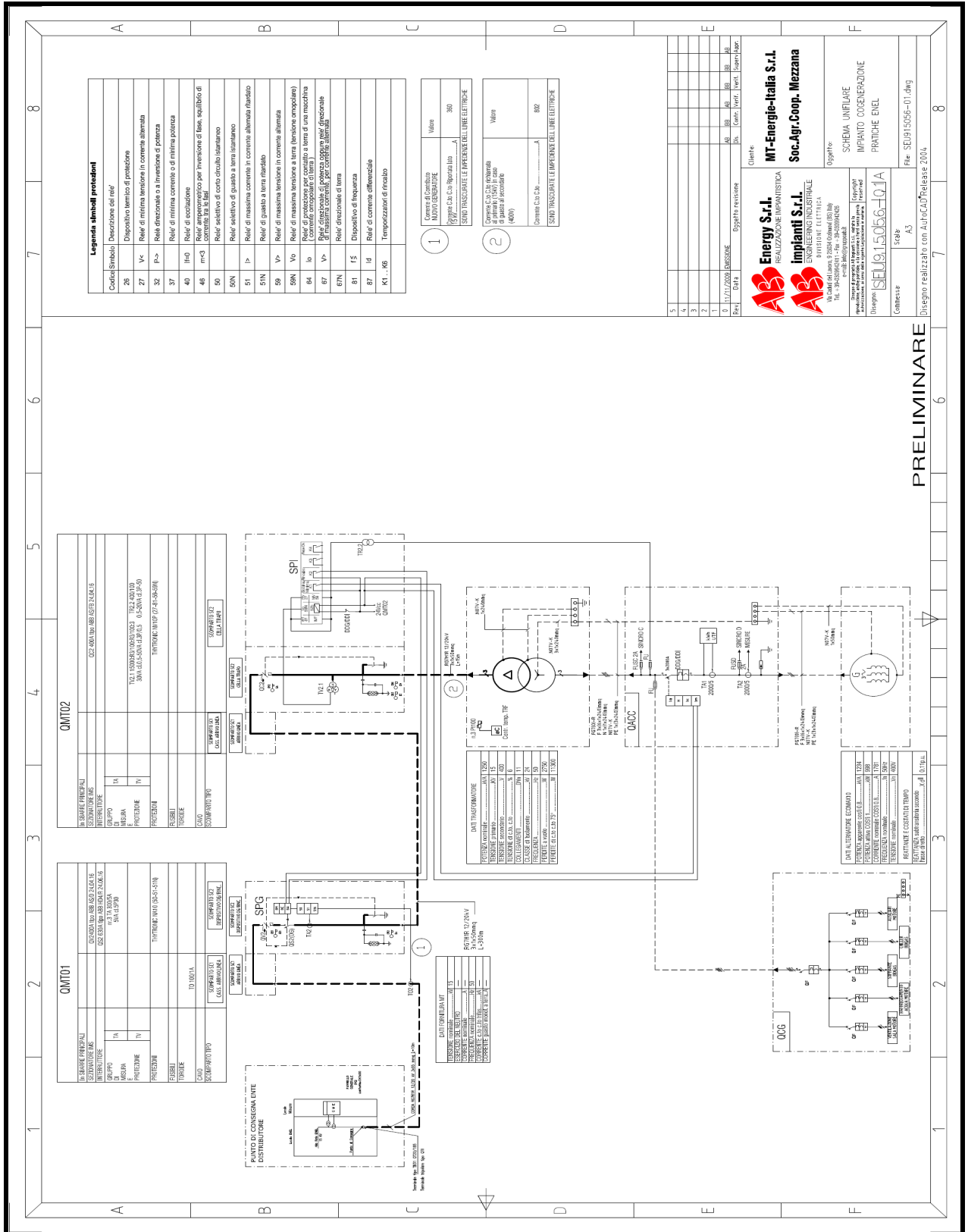
Acqua di condensa del biogas: viene prodotta grazie all'escursione termica al quale è sottoposto il biogas dal momento della produzione al momento del suo utilizzo nel cogeneratore. La condensa che viene a formarsi viene raccolta nei rispettivi pozzetti e rilanciata attraverso una pompa sommersa all'interno della vasca residui più vicina.

Acque inquinabili da oli: queste non vengono prodotte. Tuttavia nei casi in cui ci siano cisterne d'olio per la manutenzione del cogeneratore viene predisposta una vasca di contenimento in modo tale da poter raccogliere eventuali residui oleosi che saranno poi smaltiti.

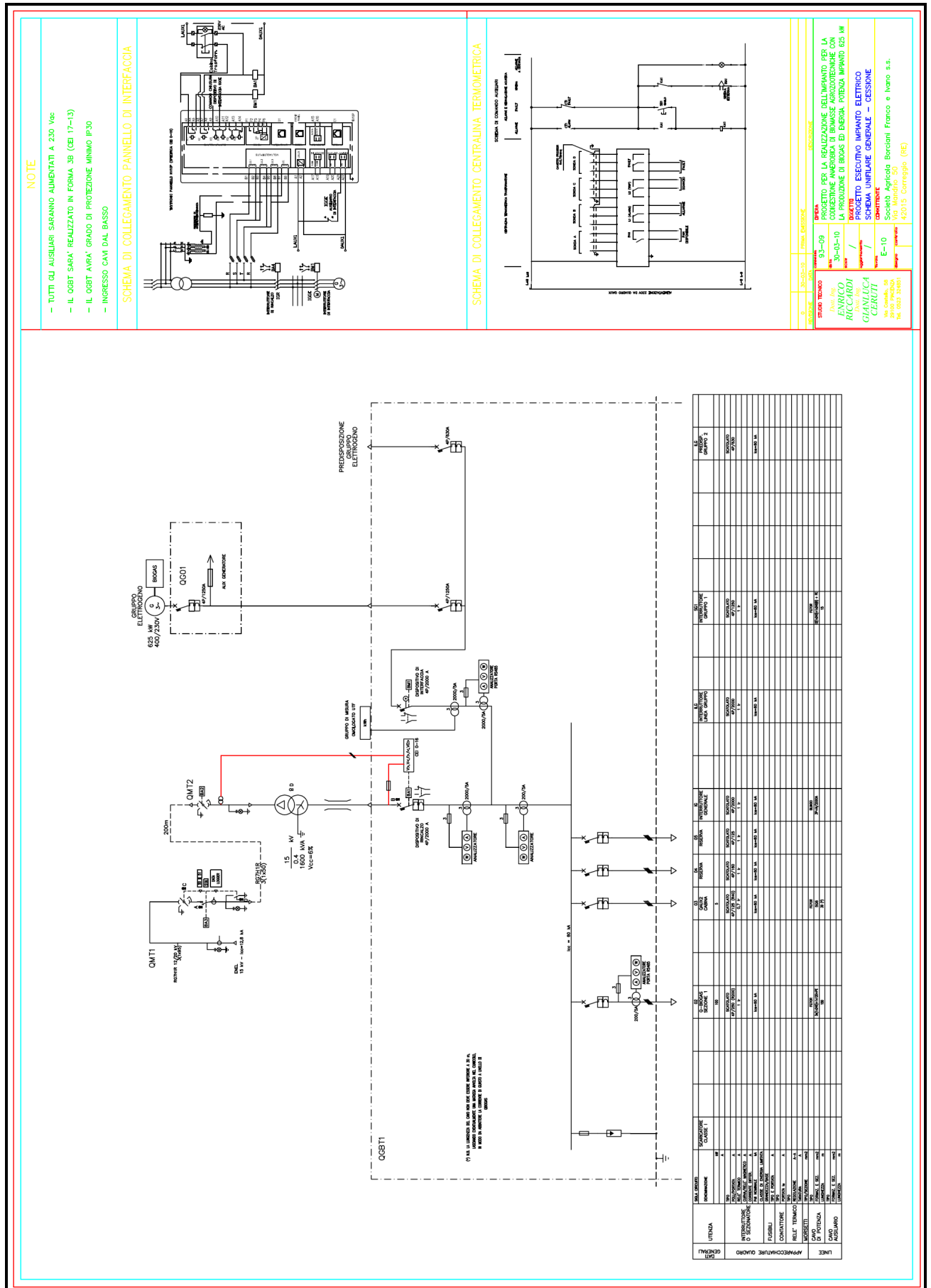
Acque meteoriche: sono costituite esclusivamente da acque piovane scaricate dai pluviali delle zone coperte e dai piazzali sicuramente non inquinabili e vengono convogliate direttamente al canale di scarico.

4.4 Modalità di collegamento: schemi unifilari di alcuni impianti

In questo paragrafo vengono illustrati gli schemi unifilari generali di alcuni impianti MTE. E' possibile notare che l'alimentazione dei servizi ausiliari viene fatta in BT 400/230 Vac.



<Disegno 4.3> Schema elettrico unifilare disegnato per il progetto della Soc. Coop. MEZZANA di San Rocco al Porto (LO)



<Disegno 4.6> Schema elettrico unifilare generale disegnato per il progetto dell'Az. Agr. BORCIANI di Correggio (RE)

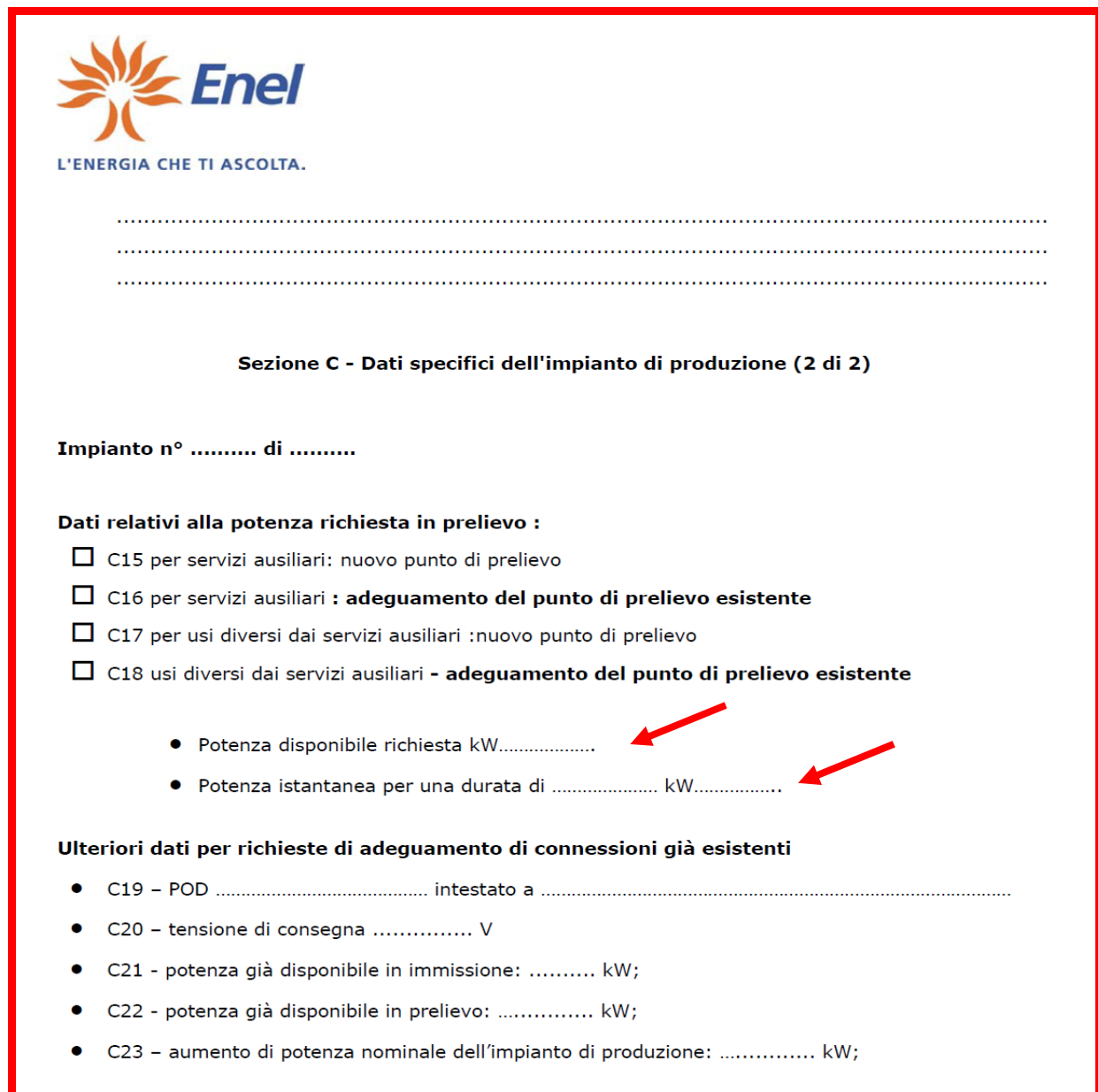
CAPITOLO 5: Autoconsumi e previsioni effettuate in fase di progetto per alcuni impianti


5.1 Richieste da parte dei clienti

Durante il tirocinio, tra le mansioni che mi sono state assegnate, ce n'è stata una che mi ha impegnato particolarmente e sulla quale ho impiegato parecchio tempo: la compilazione delle tabelle-liste utenze dell'impianto di fornitura MTE ai fini della pratica Enel e parallelamente del GSE.

MT-Energie è solamente il costruttore dell'impianto ed il compito delle richieste di allaccio-connesione alla rete è affidato al progettista del cliente; in questo verso, il ruolo di MTE è quello di fornire le prestazioni e i le caratteristiche tecniche di funzionamento delle apparecchiature che installerà.

Di seguito viene riportato un allegato alla domanda di connessione ENEL:




L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

.....
.....
.....

Sezione C - Dati specifici dell'impianto di produzione (2 di 2)

Impianto n° di

Dati relativi alla potenza richiesta in prelievo :

C15 per servizi ausiliari: nuovo punto di prelievo

C16 per servizi ausiliari : **adeguamento del punto di prelievo esistente**

C17 per usi diversi dai servizi ausiliari :nuovo punto di prelievo

C18 usi diversi dai servizi ausiliari - **adeguamento del punto di prelievo esistente**

• Potenza disponibile richiesta kW.....


• Potenza istantanea per una durata di kW.....

Ulteriori dati per richieste di adeguamento di connessioni già esistenti

- C19 – POD intestato a
- C20 – tensione di consegna V
- C21 - potenza già disponibile in immissione: kW;
- C22 - potenza già disponibile in prelievo: kW;
- C23 – aumento di potenza nominale dell'impianto di produzione: kW;

<Immagine 5.1> Domanda di connessione ENEL

Come si può notare nella domanda di connessione viene richiesta la potenza in prelievo per i servizi ausiliari oltre che la potenza istantanea impiegata; nell'allegato AC sottostante invece viene richiesto anche un elenco delle apparecchiature potenzialmente disturbanti (motori asincroni a funzionamento continuo e intermittente).



Enel
L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

**GUIDA PER LE CONNESSIONI
ALLA RETE ELETTRICA DI ENEL DISTRIBUZIONE**

Dicembre 2008
Ed. I - 167/213

ALLEGATO AC: SCHEDA APPARECCHIATURE SENSIBILI E DISTURBANTI DEL CLIENTE

(fac-simile)

Apparecchiature potenzialmente disturbanti

Motori asincroni (1):		P nom [kW]	<input checked="" type="checkbox"/>
- a funzionamento continuo:		P nom [kW]	<input checked="" type="checkbox"/>
- a funzionamento intermittente:		[n/ora]	<input checked="" type="checkbox"/>
avviamenti			
<i>(*) VEDI TABELLA DI DETTAGLIO RIPILOGATIVA SERVIZI AUSILIARI</i>			
Saldatrici, puntatrici, etc. (2):		[kVA]	<input checked="" type="checkbox"/>
potenza nominale		[n/minuto]	<input checked="" type="checkbox"/>
impulsi			
Forni ad arco in corrente alternata		[kVA]	<input checked="" type="checkbox"/>
potenza nominale		[kVA]	<input checked="" type="checkbox"/>
sistema di compensazione statico	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	[mH]	<input checked="" type="checkbox"/>
reattanza serie di limitazione	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no		
Elettronica di potenza (3):		[kVA]	<input checked="" type="checkbox"/>
potenza nominale			
Sistemi di rifasamento (condensatori e filtri passivi)		<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	
con bobina di sbarramento (4)		<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	[ordine e kVar]

Apparecchiature potenzialmente sensibili (5)

Sistemi di elaborazione dati	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	UPS <input checked="" type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no (**)
Sistemi di controllo di processo	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	UPS <input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no
Sistemi di illuminazione con lampade a scarica	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	
Altro (6)	<input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no	UPS <input type="checkbox"/> si <input checked="" type="checkbox"/> no

(1) Motore equivalente al complesso dei motori asincroni a funzionamento contemporaneo e ad avviamento diretto (somma delle potenze). Devono essere riportati come motori ad avviamento intermittente solo quelli che hanno avviamenti superiori a 1 per ora (riportare il valore maggiore). Nel calcolare la potenza del "motore equivalente" non si devono includere i motori alimentati da elettronica di potenza; negli "equivalenti" si devono includere le apparecchiature "assimilabili" ai motori di cui sopra.
 (2) Saldatrice/puntatrice equivalente al complesso (somma) delle saldatrici/puntatrici a funzionamento contemporaneo. Il numero di impulsi al minuto è pari al valore maggiore delle saldatrici/puntatrici del complesso. Nel calcolare la potenza della "saldatrice/puntatrice equivalente" non si devono includere le saldatrici/puntatrici alimentate da elettronica di potenza; negli "equivalenti" si devono includere le apparecchiature "assimilabili" alle saldatrici/puntatrici di cui sopra.
 (3) Elettronica equivalente al complesso di tutte le apparecchiature installate (somma delle potenze). La potenza dell'elettronica è pari a quella dell'apparecchiatura alimentata; per esempio:
 - quella del forno a induzione o a resistenza
 - in generale, è il valore di targa (in kVA) con fattore di potenza = 0,8
 (4) Sono da intendersi "Sistemi di rifasamento con bobine di sbarramento":
 - condensatori con induttori di blocco (con accordo sotto la 4ª armonica 200 Hz)
 - sistemi passivi di filtraggio armonico.
 (5) Viene indicata soltanto la presenza delle apparecchiature elencate e se sono alimentate da gruppi di continuità assoluta (UPS).
 (6) Indicare per esempio convertitori statici a tiristori, ecc..

(**) UPS dedicato al PC industriale del sistema di supervisione impianto di processo

<Immagine 5.2> Allegato alla domanda di connessione ENEL

113

In principio, per i primi impianti italiani, il compito di fornire queste informazioni era affidato a tecnici della casa madre i quali stilavano delle tabelline con dei dati che via via, con l'aumento dei controlli e delle procedure per le autorizzazioni, non erano più sufficienti ai progettisti dei nuovi clienti. Mi è stato dunque assegnato l'incarico di far luce su questa tematica e di creare una documentazione completa ed esaustiva che potesse essere utile per rispondere alle esigenze dei futuri impianti in fase di progettazione.

Fabbisogno energetico						
Sistema	Potenza [kW]			Ore di esercizio dell'impianto/a [h]	Ore di esercizio con produzione di energia elettrica/a [h]	Prod. energia el. /a [kWh]
Impianto biogas	1000			8760	8300	8300000
Componente	Potenza [kW]	Quantità	Utilizzo/h [%]	Ore di esercizio /a [h]	Fabbisogno energetico [%]	Fabbisogno energetico /a [kWh]
Agitatore FE	18,5	8	0,2	1752	3,12%	259296
Agitatore PF	18,5	6	0,1	876	1,17%	97236
Agitatore SR	18,5	2	0,05	438	0,20%	16206
Torcia	10	1	0,0001	0,876	0,00%	8,76
Alimentatore MT-Fortis	22	2	0,25	2190	1,16%	96360
Separatore	10	0	0,1	876	0,00%	0
Pompa substrato	7,5	2	0,9	7884	1,42%	118260
Ventilatore copertura	0,12	5	1	8760	0,06%	5256
Fabbisogno periferia (PC, ...)	5	1	1	8760	0,53%	43800
Pompa percolato	1,5	1	0,5	4380	0,08%	6570
Agitatore vasca ricevimento	7,5	1	0,05	438	0,04%	3285
Pompa vasca ricevimento	9	1	0,05	438	0,05%	3942
Totale	128,12					
Fabbisogno energetico/a [kWh]					7,83%	650219,76
						650,2 MWh/a

<Tabella 5.3> Fabbisogno energetico dell'impianto di fornitura MTE

Avendo già studiato dettagliatamente le utenze elettriche dell'impianto ai fini della compilazione del P&Id, non ho fatto altro che analizzare i tempi di funzionamento impostati dagli operatori di 6 impianti MTE e ricavarne i dati necessari per stilare una piccola relazione progettuale alla quale fare riferimento per la modalità di funzionamento (vedi paragrafo successivo 5.2). Dopodiché ho iniziato a compilare le prime tabelline elencate al paragrafo 5.3.

5.2 Relazione sui tempi di funzionamento ai fini di progetto

Vengono di seguito riportate le descrizioni dei tempi di funzionamento (riferiti alla data del 04 settembre 2010) delle varie utenze con maggiore influenza nel fabbisogno energetico generale dell'impianto.

Per l'analisi dei tempi sono stati presi in esame i seguenti impianti:

IMPIANTO	POTENZA	FERMENT.	POST-FERMENTAT.	VASCA RESIDUI
Az. Agr. PIZZAMIGLIO (Soresina-CR)	999 kWel	2	1	1
Az. Agr. CANOVA ENERGIA (Poggio Rusco-MN)	703 kWel	1	1	1
Soc. Coop. MEZZANA	999 kWel	2	2	1
STALLA SOCIALE di MONASTIER	999 kWel	2	2	2
Soc.Agr.AGRIGREEN	999 kWel	2	1	2
Az.Agr.COMINELLO-BONDI	999 kWel	2	1	2

5.2.1 Alimentatore di biomassa solida

IMPIANTO	n° alimentatori	Biomassa tot. (kg)	n° cicli	Biomassa x ciclo (sec)	Tempo x ciclo (sec)	Tempo al giorno %
Az. Agr. PIZZAMIGLIO	2	23700	48	494	300	16,66%
Az.Agr.CANOVA ENERGIA	1	28000	48	592	355	19,72%
Soc. Coop. MEZZANA	2	10000	24	360	215	14,90%
STALLA SOCIALE di MONASTIER	2	27000	48	563	340	18,88%
SOC.AGR.AGRIGREEN	2	23000	48	467	280	15,55%
AZ.AGR.COMINELLO BONDI	2	9600	48	200	120	6,66%

La media dei tempi di funzionamento per gli alimentatori della biomassa solida l'ho stimata andando a togliere il valore più alto e il più basso: ai fini progettuali è possibile considerare accettabile un valore del 16,50%.

5.2.2 Miscelatori sommersi dei fermentatori

IMPIANTO	n° cicli	Tempo x ciclo (sec)	Tempo al giorno (%)
Az. Agr. PIZZAMIGLIO	48	540	30,00%
Az.Agr.CANOVA ENERGIA	48	720	40,00%
Soc. Coop. MEZZANA	48	500	27,78%
STALLA SOCIALE di MONASTIER	48	660	36,67%
SOC.AGR.AGRIGREEN	48	600	33,33%
AZ.AGR.COMINELLO BONDI	48	600	33,33%

La media dei tempi di funzionamento dei miscelatori sommersi dei fermentatori l'ho stimata andando a togliere il valore più alto e quello più basso: ai fini progettuali è possibile considerare accettabile un valore del 33,33%.

5.2.3 Miscelatori sommersi del post-fermentatore principale

IMPIANTO	n° cicli	Tempo x ciclo (sec)	Tempo al giorno (%)
Az. Agr. PIZZAMIGLIO	48	440	24,44%
Az.Agr.CANOVA ENERGIA	0	0	0,00%
Soc. Coop. MEZZANA	48	500	27,78%
STALLA SOCIALE di MONASTIER	48	600	33,33%
SOC.AGR.AGRIGREEN	24	360	10,00%
AZ.AGR.COMINELLO BONDI	48	400	22,22%

La media dei tempi di funzionamento dei miscelatori sommersi dei post-fermentatori principali l'ho stimata andando a togliere il valore più alto e quello più basso, ai fini progettuali è possibile considerare accettabile un valore del 24,81%.

5.2.4 Miscelatori sommersi del post-fementatore secondario

IMPIANTO	n° cicli	Tempo x ciclo (sec)	Tempo al giorno (%)
Az. Agr. PIZZAMIGLIO	Non presente	Non presente	Non presente
Az.Agr.CANOVA ENERGIA	Non presente	Non presente	Non presente
Soc. Coop. MEZZANA	48	200	11,11%
STALLA SOCIALE di MONASTIER	48	600	33,33%
SOC.AGR.AGRIGREEN	Non presente	Non presente	Non presente
AZ.AGR.COMINELLO BONDI	Non presente	Non presente	Non presente

La media dei tempi di funzionamento per gli alimentatori della biomassa solida l'ho stimata a fini progettuali nel 22,22%.

5.2.5 Miscelatori sommersi della vasca residui principale

IMPIANTO	n° cicli	Tempo x ciclo (sec)	Tempo al giorno (%)
Az. Agr. PIZZAMIGLIO	24	420	11,67%
Az.Agr.CANOVA ENERGIA	0	0	0,00%
Soc. Coop. MEZZANA	0	0	0,00%
STALLA SOCIALE di MONASTIER	24	540	15,00%
SOC.AGR.AGRIGREEN	24	360	10,00%
AZ.AGR.COMINELLO BONDI	0	0	0,00%

I miscelatori delle vasche residui come si può vedere sono impostati con funzionamento manuale (<1%) oppure hanno tempi di funzionamento molto bassi. In ogni caso è stato consigliato dai tecnici della casa madre di impostare il tempo di funzionamento nell'ordine del 5%, questo però è a discrezione del gestore dell'impianto.

5.2.6 Miscelatori sommersi della vasca residui secondaria

IMPIANTO	n° cicli	Tempo x ciclo (sec)	Tempo al giorno (%)
Az. Agr. PIZZAMIGLIO	Non presente	Non presente	Non presente
Az.Agr.CANOVA ENERGIA	Non presente	Non presente	Non presente
Soc. Coop. MEZZANA	Non presente	Non presente	Non presente
STALLA SOCIALE di MONASTIER	0	0	0,00%
SOC.AGR.AGRIGREEN	0	0	0,00%
AZ.AGR.COMINELLO BONDI	48	200	11,11%

Dai dati rilevati nelle tre situazioni impiantistiche dove è presente la seconda vasca residui, non è possibile fare una stima esatta dei tempi di funzionamento. E' possibile infatti fare le seguenti considerazioni:

- in due impianti i mixer funzionano manualmente (stima < 1%);

- in un solo caso (impianto COMINELLO-BONDI) il tempo di funzionamento è dell'11% : è da tener presente però che al punto precedente i mixer della vasca residui principale funzionano manualmente, questo significa che tale vasca residui è utilizzata temporaneamente come fosse la principale.

5.2.7 Miscelatori sommersi della pre-vasca liquami

IMPIANTO	n° cicli	Tempo x ciclo (sec)	Tempo al giorno (%)
Az. Agr. PIZZAMIGLIO	Non presente	Non presente	Non presente
Az.Agr.CANOVA ENERGIA	Non presente	Non presente	Non presente
Soc. Coop. MEZZANA	8	300	2,77%
STALLA SOCIALE di MONASTIER	0	0	0,00%
SOC.AGR.AGRIGREEN	24	120	3,33%
AZ.AGR.COMINELLO BONDI	0	0	0,00%

In questo caso non è possibile fare una stima che possa essere standard per tutti gli impianti; in due occasioni non è presente il miscelatore nella pre-vasca, in altre due è funzionante manualmente e in altre due è invece impostato con tempi all'incirca del 3%. Ho dunque deciso di definire in fase di progetto per questa utenza il tempo di funzionamento all' 1%. Tale dato è significativo del fatto che il liquame utilizzato per l'alimentazione degli impianti, nella maggior parte dei casi è fresco e non rimane nella pre-vasca per lungo tempo, dunque non necessita di miscelazione e ossigenazione per eliminare eventuali addensamenti e incrostazioni. Inoltre c'è da considerare che la disponibilità di liquame non è sempre giornaliera, si devono tenere presente molti fattori quali per esempio il ciclo dell'allevamento del bestiame nelle stalle o la disponibilità dei carri botte per il suo spostamento dalla stalla all'impianto, qualora siano dislocati in posti diversi.

5.2.8 Pompa per il caricamento dei liquami

IMPIANTO	m³ da spostare	Tempo al giorno (%)
Az. Agr. PIZZAMIGLIO	0	0,00%
Az.Agr.CANOVA ENERGIA	5	0,69%
Soc. Coop. MEZZANA	0	0,00%
STALLA SOCIALE di MONASTIER	0	0,00%
SOC.AGR.AGRIGREEN	70	9,72%
AZ.AGR.COMINELLO BONDI	0	0,00%

Anche in questo caso non è possibile fare una stima che possa essere standard per tutti gli impianti; in quattro occasioni è funzionante manualmente e in altre due è invece impostato con tempi molto variabili. Ho deciso di definire in fase di progetto per questa utenza il tempo di funzionamento all' 3%. Tale dato è significativo del fatto che, il liquame utilizzato per l'alimentazione degli impianti, viene utilizzato in dose molto variabile anche a seconda della qualità dello stesso (fresco o datato, impurità dovute a vaccinazioni,ecc..) e alla disponibilità.

5.2.9 Pompa a coccia eccentrica per la movimentazione dei substrati

Nel sistema di controllo e programmazione dell'impianto MTE è possibile stabilire la quantità liquida di digestato da spostare in m³ oppure far funzionare la pompa impostandola per il tempo di funzionamento in secondi per ciclo.

IMPIANTO	m ³ da spostare	<u>Tempo al giorno (%)</u>
Az. Agr. PIZZAMIGLIO	176	12,22%
Az.Agr.CANOVA ENERGIA	15	1,14%
Soc. Coop. MEZZANA	130	9,85
STALLA SOCIALE di MONASTIER	290	21,97%
SOC.AGR.AGRIGREEN	220	16,67%
AZ.AGR.COMINELLO BONDI	806	60,30%

Nel caso in esame tutti gli operatori degli impianti hanno stabilito la q.tà da spostare, per cui, sulla base della portata della pompa (55 m³/h), si è potuto calcolare il tempo di funzionamento nel modo seguente:

$$\text{ore di funzionamento giornaliera} = \text{tot m}^3 \text{ da spostare} / \text{portata pompa}$$

$$\text{Tempo di funzionamento} = \text{ore di funz.} / 24$$

Per fare una stima della media dei tempi di funzionamento ho tolto il valore più alto ed il più basso, ne è risultato un valore ai fini progettuali del 15,81%.

5.3 Tabelle di calcolo degli autoconsumi/lista utenze redatte

Per il calcolo degli autoconsumi di ciascun impianto ho ricavato le informazioni delle apparecchiature e delle utenze che verranno installate attraverso l'offerta di contratto, se non ancora firmato dal cliente, oppure attraverso l'allegato al contratto vero e proprio, se firmato dal cliente; oltre a ciò, elementi fondamentali per capire la funzionalità dell'impianto sono pure i disegni planimetrici che illustrano le caratteristiche strutturali e dimensionali dello stesso.

C'è da notare che i tempi dovuti alla procedura di domanda di allacciamento con Enel e GSE sono molto lunghi (circa un anno), per questo i committenti chiedono ancor prima che vi sia l'accordo di contratto firmato, la relazione utile per la pratica burocratica che prosegue parallelamente alle trattative commerciali. Durante l'attività di tirocinio mi sono occupato delle richieste per i clienti elencati ai prossimi paragrafi.

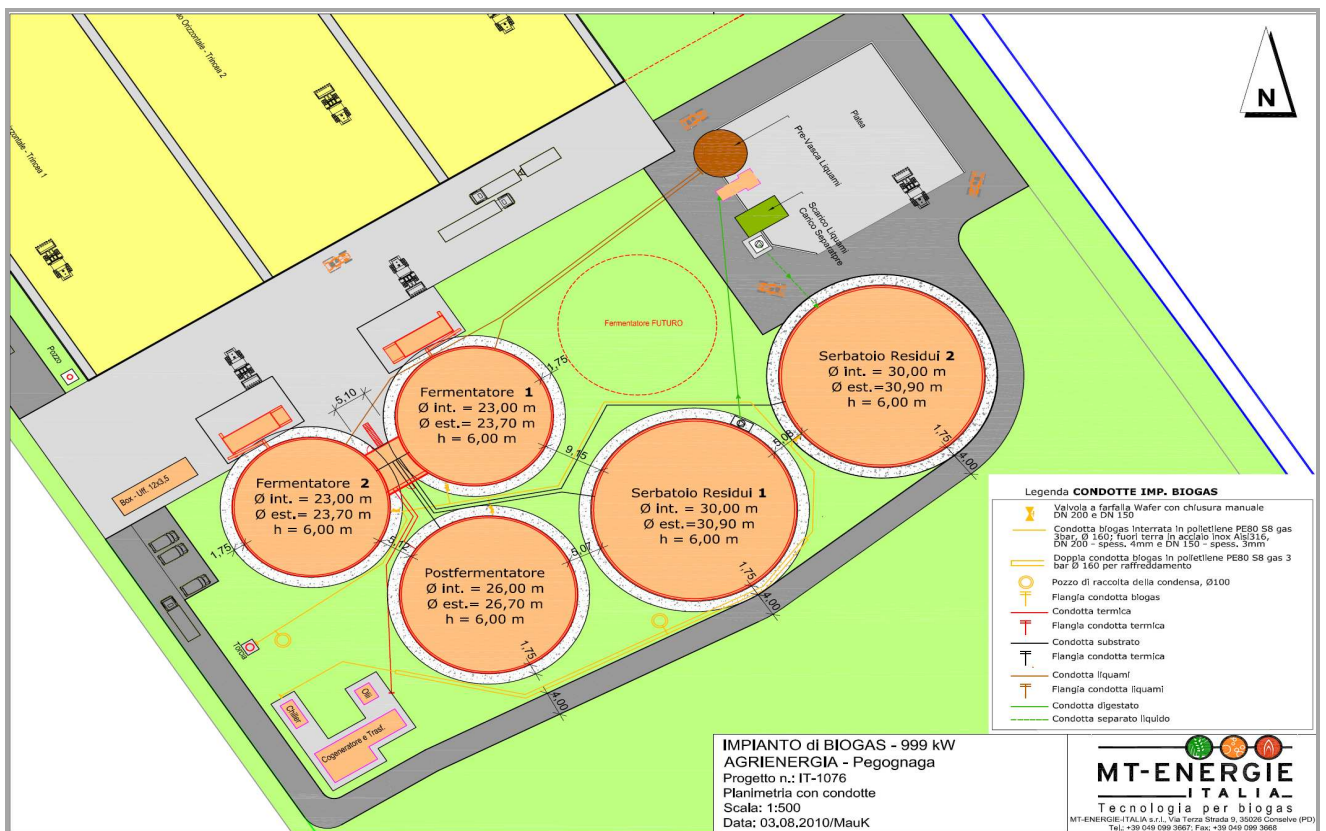
5.3.1 Soc. Agr. AGRIENERGIA PEGOGNAGA

5.3.1.1 Dati di progetto

L'impianto della Soc. Agr. Agrienergia della potenza di 999 kW è attualmente in fase di costruzione nel comune di Pegognaga (MN). La società che costruirà quest'impianto appartiene alla divisione societaria ERGYCA BIOGAS del gruppo ERGY CAPITAL, una società per azioni operante nel settore delle energie rinnovabili e del risparmio energetico che intende costruire parecchi impianti nel Nord Italia.

Dal contratto stipulato e dalle planimetrie definite, ho ricavato le seguenti indicazioni di fornitura MTE utili ai fini del calcolo degli autoconsumi:

- ✓ 2 fermentatori (3 mixer ciascuno)
- ✓ 2 alimentatori di biomassa solida MT-ALLIGATOR da 57 m³
- ✓ 1 post-fermentatore (3 mixer)
- ✓ 2 vasche residui (2 mixer ciascuna)
- ✓ 1 pre-vasca liquami (1 mixer e una pompa)
- ✓ 1 vano pompe (1 pompa e organi di controllo)



<Disegno 5.4> Planimetria generale dell'impianto AGRIENERGIA

5.3.1.2 Lista utenze

SERVIZI AUSILIARI IN AUTOCONSUMO		IMPIANTO DI COGENERAZIONE ELETTRO-TERMICA										Progetto: IT 1076_Agrienergie_PEGOGNAGA	
14/11/2010		DA BIOGAS - 999 kW										Redattore: Eugenio Scricco	
COMPONENTE DI PROCESSO	UTILIZZATORE	Prominale (kW)	Ku	Ppeak (kW)	Ptotale peak (kW)	Fco [1]	Peff. (kW)	Fco [2]	Peff. Tot (kW)	Tempo funz.	Autoconsumo orario (kWh)	Autoconsumo annuo (kwh/a)	
AUMENTATORE MT-ALLIGATOR 57 m³	gruppo idraulico	7,5	0,8	6,0	25,3	1	25,28			16,50%	4,17	34621	
	motore coclea orizzontale di scarico	7,5	0,8	6,0									
	motore coclea orizzontale di rimozione	5,5	0,8	4,4									
	motore coclea verticale trasporto	7,5	0,8	6,0									
AUMENTATORE MT-ALLIGATOR 57 m³ AL-02	gruppo idraulico	7,5	0,8	6,0	25,3	1	25,28			16,50%	4,17	34621	
	motore coclea orizzontale di scarico	7,5	0,8	6,0									
	motore coclea orizzontale di rimozione	5,5	0,8	4,4									
	motore coclea verticale trasporto	7,5	0,8	6,0									
FERMENTATORE (Ø23-h6) m FE-01	motore coclea riempimento	3,6	0,8	2,9	198,6	0,7	139,03	0,85			51,79	448232	
	miscelatore sommer so_01	18,5	0,8	14,8									
	miscelatore sommer so_02	18,5	0,8	14,8									
	miscelatore sommer so_03	18,5	0,8	14,8									
FERMENTATORE (Ø23-h6) m FE-02	soffiante per la copertura	0,12	0,7	0,1	198,6	0,7	139,03	0,85			51,79	448232	
	miscelatore sommer so_01	18,5	0,8	14,8									
	miscelatore sommer so_02	18,5	0,8	14,8									
	miscelatore sommer so_03	18,5	0,8	14,8									
POST-FERM. (Ø26-h6) m PF-01	soffiante per la copertura	0,12	0,7	0,1	198,6	0,7	139,03	0,85			51,79	448232	
	miscelatore sommer so_01	18,5	0,8	14,8									
	miscelatore sommer so_02	18,5	0,8	14,8									
	soffiante per la copertura	0,12	0,7	0,1									
VASCA RESIDUI (Ø30-h6)m - VR-01	soffiante per la copertura	0,12	0,7	0,1	198,6	0,7	139,03	0,85			51,79	448232	
	miscelatore sommer so_01	18,5	0,8	14,8									
	miscelatore sommer so_02	18,5	0,8	14,8									
	soffiante per la copertura	0,12	0,7	0,1									
VASCA RESIDUI (Ø30-h6)m - VR-02	soffiante per la copertura	0,12	0,7	0,1	198,6	0,7	139,03	0,85			51,79	448232	
	miscelatore sommer so_01	18,5	0,8	14,8									
	miscelatore sommer so_02	18,5	0,8	14,8									
	soffiante per la copertura	0,12	0,7	0,1									
VANO POMPE	pompa substrati_01	7,5	0,8	6,0	198,6	0,7	139,03	0,85			51,79	448232	
	miscelatore sommer so_01	7,5	0,8	6,0									
VASCA LIQUAMI (Ø7-h4)m - VL-01	pompa liquami	5,5	0,8	4,4	198,6	0,7	139,03	0,85			51,79	448232	
	miscelatore sommer so_01	7,5	0,8	6,0									
VARIE	fabbricazione di periferia, controllo, ecc.	7	0,6	4,2	249,18		189,59		161,15		4,20	34860	
		313,3											
Potenza impianto [kW]		999											Fabbisogno energetico
Ore di esercizio dell'impianto/anno		8760	Ore di esercizio con produzione di energia elettrica										8500
			Energia elettrica prodotta/anno [kWh]										8291700
													5,41%

LEGENDA:
 Ppeak= Prominale * Ku
 Ptotale peak= Σ (Ppeak)
 Autoconsumo orario= Ppeak * tempo funz.

Peff. Tot= Peff * Fco [2]
 Peff= Σ (Ptotale peak * Fco [1])
 Ku = coefficiente di utilizzazione
 Fco [1], Fco [2] = fattori di contemporaneità



5.3.2 Soc. Agr. CARMAGNOLA BIOGAS

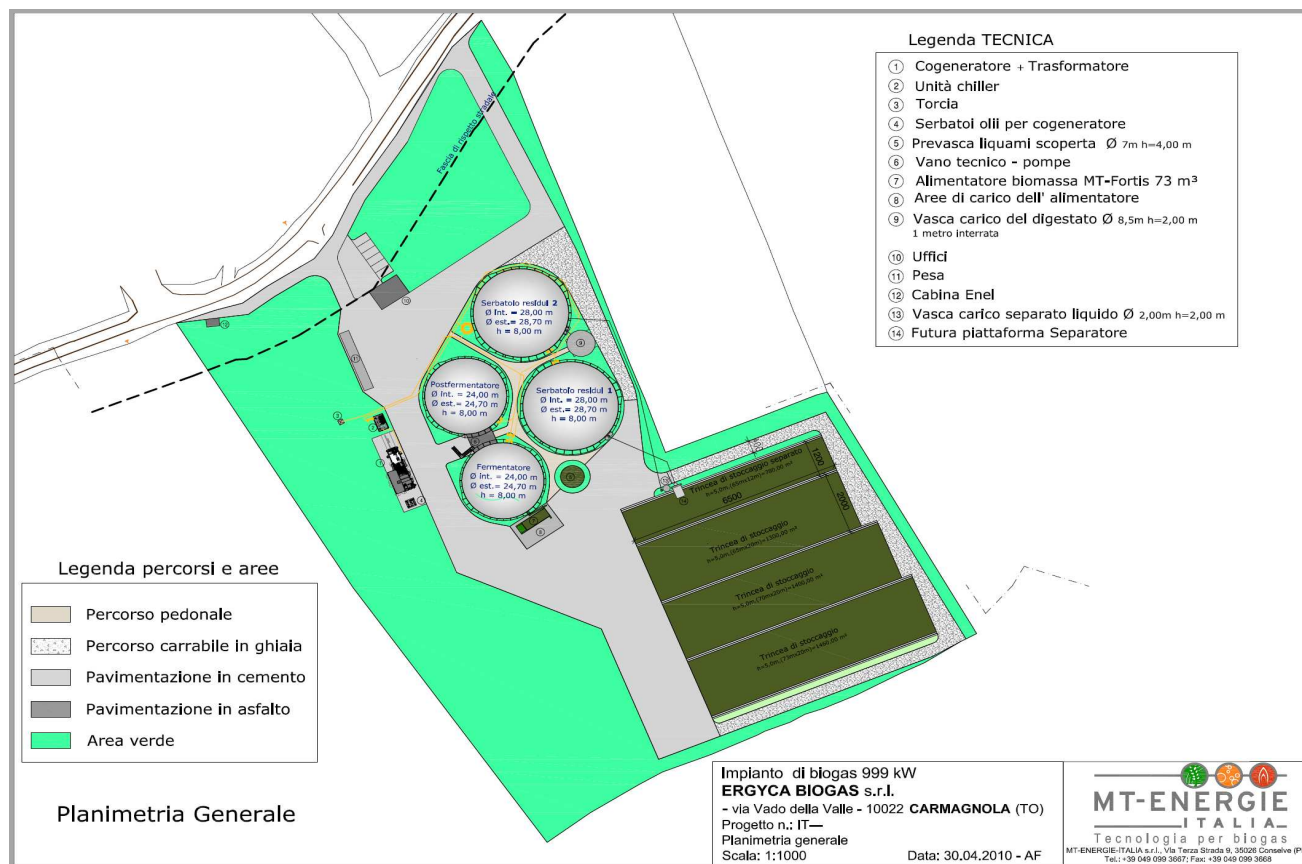
5.3.2.1 Dati di progetto

L'impianto della Soc. Agr. CARMAGNOLA BIOGAS è attualmente in fase di progettazione; sorgerà nel comune di Carmagnola (CN) e sarà l'impianto che dista maggiormente dalla sede italiana di Conselve.

Anche in questo caso, la società che costruirà quest'impianto appartiene alla divisione societaria ERGYCA BIOGAS del gruppo ERGY CAPITAL.

Dall'offerta di contratto e dai disegni planimetrici ho ricavato le seguenti indicazioni di fornitura MTE utili ai fini del calcolo degli autoconsumi:

- ✓ 1 fermentatore (4 mixer)
- ✓ 1 alimentatore di biomassa solida MT-ALLIGATOR da 73 m³
- ✓ 1 post-fermentatore (3 mixer)
- ✓ 2 vasche residui (2 mixer ciascuna)
- ✓ 1 pre-vasca liquami (1 mixer e una pompa)
- ✓ 1 vano pompe (1 pompa e organi di controllo)



<Disegno 5.5> Planimetria generale dell'impianto CARMAGNOLA BIOGAS

5.3.2.2 Lista utenze

SERVIZI AUSILIARI IN AUTOCONSUMO		IMPIANTO DI COGENERAZIONE ELETTRO-TERMICA											Progetto: Soc. Agr. CARMAGNOLA BIOGAS	
07/11/2010		DA BIOGAS_999kW											Redattore: Eugenio Scricco	
COMPONENTE DI PROCESSO	UTILIZZATORE	Pnominale (kW)	Ku	Ppeak (kW)	Ptotale peak (kW)	Fco [1]	Peff. (kW)	Fco [2]	Peff. Tot (kW)	Tempo funz.	Autoconsumo orario (kWh)	Autoconsumo annuo (kwh/a)		
ALIMENTATORE MT-ALLUGATOR 73 m³	gruppo idraulico	7,5	0,8	6	25,28	1	25,28	0,85		16,50%	4,17	34621		
	motore codea orizzontale di scarico	7,5	0,8	6										
	motore codea orizzontale di rimozione	5,5	0,8	4,4										
	motore codea verticale trasporto	7,5	0,8	6										
	motore codea riempimento	3,6	0,8	2,88										
TORCIA	gruppo torcia	10	0,8	8	186,54	0,7	130,58		139,28	0,10%	0,01	66		
	miscelatore sommerso_01	18,5	0,8	14,8										
	miscelatore sommerso_02	18,5	0,8	14,8										
	miscelatore sommerso_03	18,5	0,8	14,8										
FERMENTATORE (Ø24-h8) m FE-01	miscelatore sommerso_04	18,5	0,8	14,8						33,33%	4,93	40943		
	soffiante per la copertura	0,12	0,7	0,1										
	miscelatore sommerso_01	18,5	0,8	14,8										
	miscelatore sommerso_02	18,5	0,8	14,8										
POST-FERM. (Ø24-h8) m PF-01	miscelatore sommerso_03	18,5	0,8	14,8						24,81%	3,67	30477		
	soffiante per la copertura	0,12	0,7	0,1										
	miscelatore sommerso_01	18,5	0,8	14,8										
	miscelatore sommerso_02	18,5	0,8	14,8										
VASCA RESIDUI (Ø28-h8)m - VR-01	soffiante per la copertura	0,12	0,7	0,1						100,00%	0,08	697		
	miscelatore sommerso_01	18,5	0,8	14,8										
	miscelatore sommerso_02	18,5	0,8	14,8										
	soffiante per la copertura	0,12	0,7	0,1										
VASCA RESIDUI (Ø28-h8)m - VR-02	miscelatore sommerso_01	18,5	0,8	14,8						5,00%	0,74	6142		
	miscelatore sommerso_02	18,5	0,8	14,8										
	soffiante per la copertura	0,12	0,7	0,1										
	soffiante per la copertura	0,12	0,7	0,1										
VANO POMPE	pompa substrati_01	7,5	0,8	6						15,81%	0,95	7873		
	miscelatore sommerso_01	7,5	0,8	6										
	pompa liquami	9	0,8	7,2										
VASCIA LIQUAMI (Ø7-h4)m - VL-01	miscelatore sommerso_01	7,5	0,8	6						1,00%	0,06	498		
	soffiante per la copertura	0,12	0,7	0,1										
VARIE	fabbisogno di periferia, controllo, ecc.	7	0,6	4,2	219,82		163,86		139,28	100,00%	4,20	34860		
		276,58												
Potenza impianto [kW]		999										362268		
Ore di esercizio dell'impianto/anno		8760										43,65		
		Ore di esercizio con produzione di energia elettrica										Fabbisogno energetico		
		Energia elettrica prodotta/anno [kWh]										8291700		
												4,37%		

LEGENDA:
 Ppeak= Pnominale * Ku
 Ptotale peak= Σ (Ppeak)
 Autoconsumo orario= Ppeak * tempo funz.

Peff. Tot= Peff * Fco [2]
 Peff= Σ (Ptotale peak * Fco [1])
 Fco [1], Fco[2] = fattori di contemporaneità

Ku = coefficiente di utilizzazione



5.3.3 Soc. Coop. BIOIDEA

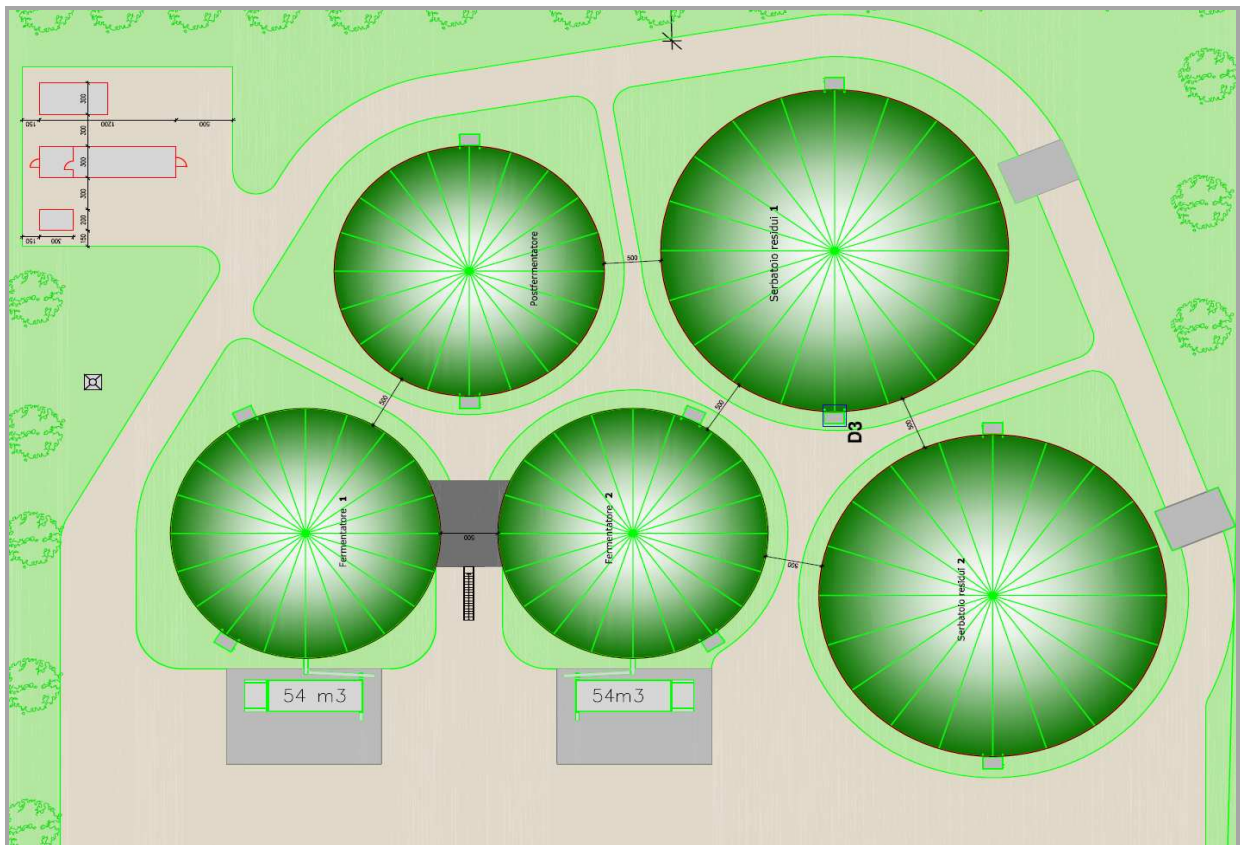
5.3.3.1 Dati di progetto

L'impianto della Soc. Agr. BIOIDEA è attualmente in fase di progettazione e sarà costruito nel comune di Vescovana (PD) a pochi km dalla sede italiana di Conselve.

Sarà dotato di un sistema con doppio fermentatore, post-fermentatore e 2 vasche residui, vale a dire un sistema a 5 vasche coperte in grado di produrre biogas per alimentare un cogeneratore della potenza di 999 kWel.

Dall'offerta di contratto e dai disegni planimetrici ho ricavato le seguenti indicazioni di fornitura MTE utili ai fini del calcolo degli autoconsumi:

- ✓ 2 fermentatori (3 mixer ciascuno)
- ✓ 2 alimentatori di biomassa solida MT-FORTIS da 60 m³
- ✓ 1 post-fermentatore (2 mixer)
- ✓ 2 vasche residui (2 mixer ciascuna)
- ✓ 1 pre-vasca liquami (1 mixer e una pompa)
- ✓ 1 vano pompe (1 pompa e organi di controllo)



<Disegno 5.6> Planimetria generale dell'impianto della Soc. Coop. BIOIDEA

5.3.3.2 Lista utenze

SERVIZI AUSILIARI IN AUTOCONSUMO		IMPIANTO DI COGENERAZIONE ELETTRO-TERMICA DA BIOGAS - 999kW										Progetto: Soc. Coop. BIOIDEA Redattore: Eugenio Scricco	
COMPONENTE DI PROCESSO	UTILIZZATORE	Phominale (kW)	Ku	Ppeak (kW)	Totale peak (kW)	Fco [1]	Peff. (kW)	Fco [2]	Peff. Tot (kW)	Tempo funz.	Autoconsumo orario (kWh)	Autoconsumo annuo (kWh/a)	
ALIMENTATORE MT-FORTIS 60 m³	gruppo idraulico	7,5	0,8	6	18,4	1	18,40			16,50%	3,04	25199	
	motore coclea orizzontale di rimozione	5,5	0,8	4,4									
	motore coclea verticale trasporto	7,5	0,8	6									
	motore coclea riempimento	2,5	0,8	2									
ALIMENTATORE MT-FORTIS 60 m³	gruppo idraulico	7,5	0,8	6	18,4	1	18,40			16,50%	3,04	25199	
	motore coclea orizzontale di rimozione	5,5	0,8	4,4									
	motore coclea verticale trasporto	7,5	0,8	6									
	motore coclea riempimento	2,5	0,8	2									
TORCIA	gruppo torcia	10	0,8	8		1	8			0,10%	0,008	66	
FERMENTATORE (Ø23-h6) m	miscelatore sommerso_01	18,5	0,8	14,8	168,936	0,85	118,2552				4,93	40943	
	miscelatore sommerso_02	18,5	0,8	14,8									
	miscelatore sommerso_03	18,5	0,8	14,8									
	soffiante per la copertura	0,12	0,7	0,1									
FERMENTATORE (Ø23-h6) m	miscelatore sommerso_01	18,5	0,8	14,8	168,936	0,85	118,2552				4,93	40943	
	miscelatore sommerso_02	18,5	0,8	14,8									
	miscelatore sommerso_03	18,5	0,8	14,8									
	soffiante per la copertura	0,12	0,7	0,1									
POST-FERM. (Ø23-h6) m	miscelatore sommerso_01	18,5	0,8	14,8	168,936	0,7	118,2552				3,67	30477	
	miscelatore sommerso_02	18,5	0,8	14,8									
	soffiante per la copertura	0,12	0,7	0,1									
VASCA RESIDUI (Ø30-h6) m	miscelatore sommerso_01	18,5	0,8	14,8	168,936	0,7	118,2552				0,74	6142	
	miscelatore sommerso_02	18,5	0,8	14,8									
	soffiante per la copertura	0,12	0,7	0,1									
VANO POMPE	pompa substrati_01	7,5	0,8	6	168,936	0,7	118,2552				0,91	7560	
	miscelatore sommerso_01	7,5	0,8	6									
VASCA LIQUAMI (Ø7-h4) m	miscelatore sommerso_01	7,5	0,8	6	168,936	0,7	118,2552				0,06	498	
	pompa liquami	5,5	0,8	4,4									
VARIE	fabbisogno di periferia, controllo, ecc.	7	0,6	4,2	268,98		163,06		138,60		50,14	416159	
Potenza impianto [kW]		999											Fabbisogno energetico
Ore di esercizio dell'impianto/anno		8760											5,02%

LEGENDA:

Ppeak= Phominale * Ku

Protale peak= Σ (Ppeak)

Autoconsumo orario= Ppeak * tempo funz.

Peff. Tot= Peff * Fco [2]

Peff= Σ (Protale peak * Fco [1])

Ku = coefficiente di utilizzazione
Fco [1], Fco[2] = fattori di contemporaneità

Ore di esercizio con produzione di energia elettrica

Energia elettrica prodotta/anno [kWh]



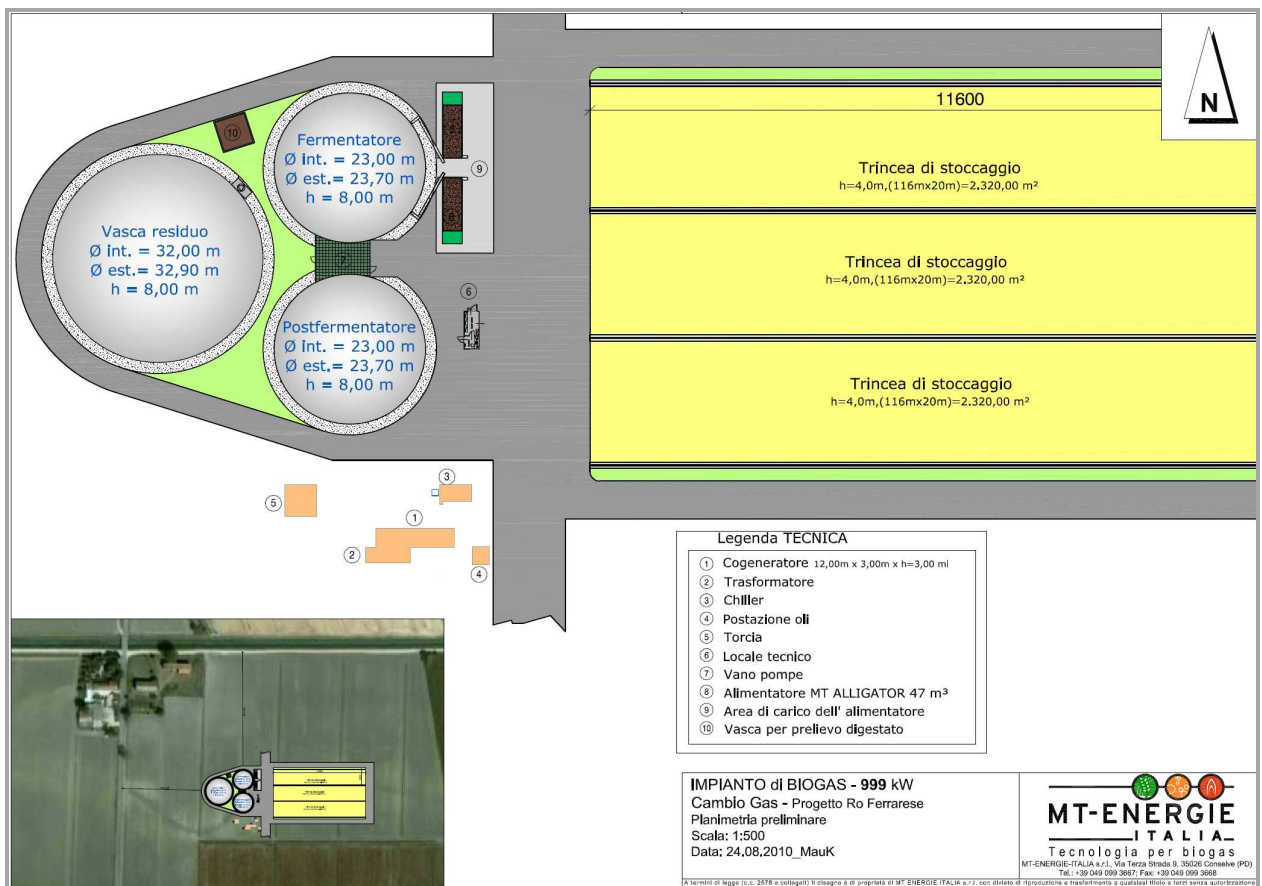
5.3.4 Az. Agr. GALASTENA ENERGY

5.3.4.1 Dati di progetto

L'impianto della Az. Agr. GALASTENA ENERGY è attualmente in fase di progettazione e sarà costruito nel comune di Ro' Ferrarese (FE).

Dall'offerta di contratto e dai disegni planimetrici ho ricavato le seguenti indicazioni di fornitura MTE utili ai fini del calcolo degli autoconsumi:

- ✓ fermentatore (4 mixer)
- ✓ alimentatori di biomassa solida MT-ALLIGATOR da 47 m³
- ✓ 1 post-fermentatore (3 mixer)
- ✓ 1 vasca residui (3 mixer)
- ✓ 1 pre-vasca prelievo digestato (1 mixer e una pompa)
- ✓ 1 vano pompe (1 pompa e organi di controllo)



<Disegno 5.7> Planimetria generale dell'impianto dell'Az. Agr. Galastena Energy

5.3.4.2 Lista utenze

SERVIZI AUSILIARI IN AUTOCONSUMO		IMPIANTO DI COGENERAZIONE ELETTRO-TERMICA										Progetto: Az. Agr. GALASTENA ENERGY s.r.l. Redattore: Eugenio Scricco	
Data: 08/11/2010		DA BIOGAS - 999 kW											
COMPONENTE DI PROCESSO	UTILIZZATORE	Pnominale (kW)	Ku	Ppeak (kW)	Ptotale peak (kW)	Fco [1]	Peff. (kW)	Fco [2]	Peff. Tot (kW)	Tempo funz.	Autoconsumo orario (kWh)	Autoconsumo annuo (kwh/a)	
ALIMENTATORE MT-ALLIGATOR 47 m³ AL-01	gruppo idraulico	7,5	0,8	6,0	25,3	1	25,3			16,50%	4,17	34621	
	motore codlea orizzontale di scarico	7,5	0,8	6,0									
	motore codlea orizzontale di rimozione	5,5	0,8	4,4									
	motore codlea verticale trasporto	7,5	0,8	6,0									
	motore codlea riempimento	3,6	0,8	2,9									
ALIMENTATORE MT-ALLIGATOR 47 m³ AL-02	gruppo idraulico	7,5	0,8	6,0	25,3	1	25,3			16,50%	4,17	34621	
	motore codlea orizzontale di scarico	7,5	0,8	6,0									
	motore codlea orizzontale di rimozione	5,5	0,8	4,4									
	motore codlea verticale trasporto	7,5	0,8	6,0									
	motore codlea riempimento	3,6	0,8	2,9									
FERMENTATORE (Ø23-h8) m FE-01	miscelatore sommerso_01	18,5	0,8	14,8	0,85					33,33%	4,93	40943	
	miscelatore sommerso_02	18,5	0,8	14,8									
	miscelatore sommerso_03	18,5	0,8	14,8									
	miscelatore sommerso_04	18,5	0,8	14,8									
POST-FERM. (Ø23-h8) m FE-02	soffiante per la copertura	0,12	0,7	0,1	0,85					100,00%	0,08	697	
	miscelatore sommerso_01	18,5	0,8	14,8									
	miscelatore sommerso_02	18,5	0,8	14,8									
	miscelatore sommerso_03	18,5	0,8	14,8									
VASCA RESIDUI (Ø26-h6) m VR-01	soffiante per la copertura	0,12	0,7	0,1	0,7					100,00%	0,08	697	
	miscelatore sommerso_01	18,5	0,8	14,8									
	miscelatore sommerso_02	18,5	0,8	14,8									
	miscelatore sommerso_03	18,5	0,8	14,8									
VASCA PRELIEVO DIGESTATO	soffiante per la copertura	0,12	0,7	0,1	0,7					100,00%	0,08	697	
	miscelatore sommerso_01	7,5	0,8	6,0									
	pompa a codlea eccentrica digestato	7,5	0,8	6,0									
	pompa a codlea eccentrica substrati	7,5	0,8	6,0									
VARIE	fabbisogno di periferia, controllo, ecc.	7	0,6	4,2						100,00%	4,20	34860	
		313,3			221,0		189,6		161,2		46,95	389685	
Potenza impianto [kW]		999											Fabbisogno energetico
Ore di esercizio dell'impianto/anno		8760											4,70%
		Ore di esercizio con produzione di energia elettrica										8300	
		Energia elettrica prodotta/anno [kWh]										8291700	



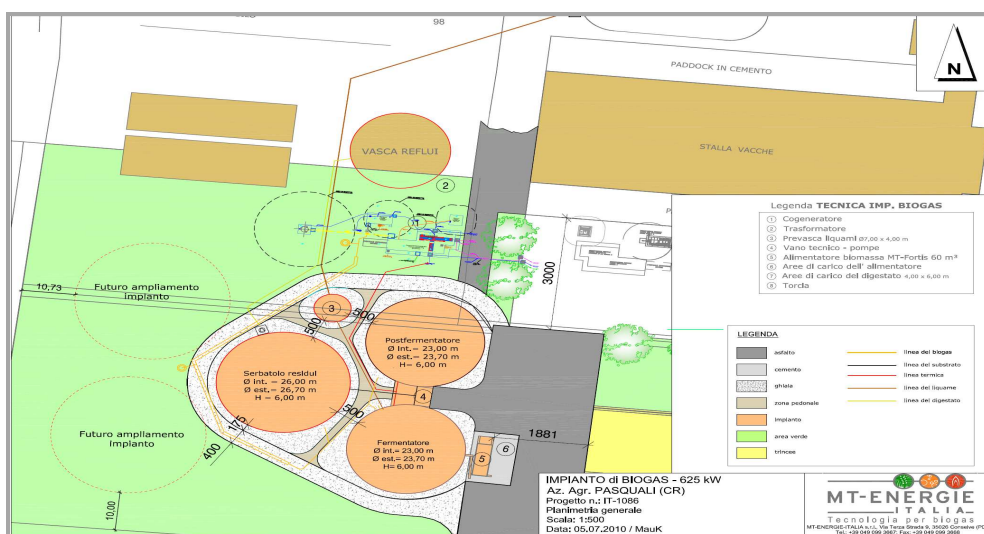
LEGENDA:
 Ppeak= Pnominale * Ku
 Ptotale peak= Σ (Ppeak)
 Autoconsumo orario= Ppeak * tempo funz.
 Peff. Tot= Peff * Fco [2]
 Peff= Σ (Ptotale peak * Fco [1])
 Ku = coefficiente di utilizzazione
 Fco [1], Fco[2] = fattori di contemporaneità

5.3.5 Az. Agr. PASQUALI

5.3.5.1 Dati di progetto

L'impianto dell' Az. Agr. PASQUALI è attualmente in fase di avviamento e sarà prossimo ad immettere nella rete elettrica entro la fine dell'anno; è stato costruito nel comune di Torre de Picanardi (CR). Quest'impianto, come si è già visto al capitolo 1, funziona a liquame bovino, letame bovino, insilato di mais e insilato di triticale. A differenza degli altri impianti costruiti in Italia, l'impianto dell'Az. Agr. Pasquali è l'unico dotato di miscelatori sommersi ad altezza regolabile automatizzata; infatti, proprio in questo sito si è montato per la prima volta in Italia il sistema automatizzato di regolazione denominato EASYLIFT, proposto dalla casa madre tedesca come innovazione tecnologica nel 2009 e già installato in alcuni impianti in Germania. Nella relazione sugli autoconsumi sono stati trascurati i fabbisogni delle pompe idrauliche azionate da motore da 1,5 kW che alimentano ciascuna il sistema di regolazione pneumatica del fermentatore e del post-fermentatore. E' dotato di un alimentatore MT-ALLIGATOR PLUS che ha due coclee in più, di strappo e rimozione, rispetto all' MT-FORTIS: questo comporta anche un aumento della potenza nominale dell'intero apparato, da 21,5 kW a 34,6 kW. Dal contratto stipulato e dai disegni planimetrici ho ricavato i seguenti elementi di fornitura MTE, ai fini del calcolo degli autoconsumi:

- ✓ fermentatore (3 mixer)
- ✓ 1 alimentatore di biomassa solida MT-ALLIGATOR PLUS da 57 m³
- ✓ 1 post-fermentatore (2 mixer)
- ✓ 1 vasca residui (2 mixer e una pompa)
- ✓ 1 pre-vasca prelievo digestato (1 mixer e una pompa)
- ✓ 1 vano pompe (1 pompa e organi di controllo)



<Disegno 5.5> Planimetria generale dell'impianto dell'Az. Agr. Pasquali

5.3.5.2 Lista utenze

SERVIZI AUSILIARI IN AUTOCONSUMO 07/11/2010		IMPIANTO BIOGAS DI COGENERAZIONE ELETTRO-TERMICA DA BIOGAS - 625kW								Progetto: IT1086_Az.Agr.Pasquali Autore: Eugenio Scricco		
COMPONENTE DI PROCESSO	UTILIZZATORE	Pnominale (kW)	Ku	Ppeak (kW)	Ptotale peak (kW)	Fco [1]	Peff. (kW)	Fco [2]	Peff. Tot (kW)	Tempo funz.	Autoconsumo orario (kWh)	Autoconsumo annuo (kwh/a)
ALIMENTATORE MT-ALLIGATOR PLUS 57 m ³ AL-01	gruppo idraulico motore codlea orizzontale di scarico motore codlea orizzontale di rimozione motore codlea orizzontale di strappo motore codlea verticale trasporto motore codlea riempimento	7,5 7,5 5,5 3 7,5 3,6	0,8 0,8 0,8 0,8 0,8 0,8	6 6 4,4 2,4 6 2,88	27,68	1	27,68			16,50%	4,57	37908
GRUPPO TORCIA	torcia	10	0,8	8	8	1	8			0,01%	0,00	7
FERMENTATORE (φ=23, h=6) m FE-01	miscelatore sommerso_01 miscelatore sommerso_02 miscelatore sommerso_03 soffiante per la copertura	18,5 18,5 18,5 0,12	0,8 0,8 0,8 0,7	14,8 14,8 14,8 0,1				0,85		33,33% 33,33% 33,33% 100,00%	4,93 4,93 4,93 0,08	40943 40943 40943 697
POST-FERM. (φ=23, h=6) m PF-01	miscelatore sommerso_01 miscelatore sommerso_02 soffiante per la copertura	18,5 18,5 0,12	0,8 0,8 0,7	14,8 14,8 0,1	128,85	0,7	90,20			24,81% 24,81% 100,00%	3,67 3,67 0,08	30477 30477 697
VASCA RESIDUI (φ=26, h=6) m VR-01	miscelatore sommerso_01 miscelatore sommerso_02 soffiante per la copertura pompa substrati_02	18,5 18,5 0,12 5,5	0,8 0,8 0,7 0,8	14,8 14,8 0,1 4,4						5,00% 5,00% 100,00% 3,00%	0,74 0,74 0,08 0,13	6142 6142 697 1096
VANO POMPE PRE-VASCA LIQUAMI (φ=7, h=4)m VL-01	pompa substrati_01 pompa liquami miscelatore sommerso	7,5 5,5 7,5	0,8 0,8 0,8	6 4,4 6						15,81% 3,00% 1,00%	0,95 0,13 0,06	7873 1096 498
VARIE	fabbisogno di periferia, controllo, ecc.	7	0,6	4,2	164,53		125,88		106,99	100,00%	4,20	34860
		207,46									33,91	281494
Potenza impianto [kW]		625										Fabbisogno energetico
Ore di esercizio dell'impianto/anno		8760										5,43%
												5187500

LEGENDA:
Ppeak= Pnominale * Ku
Ptotale peak= Σ (Ppeak)
Autoconsumo orario= Ppeak * tempo funz.
Peff. Tot= Peff * Fco [2]
Peff= Σ (Ptotale peak * Fco [1])
Ku = coefficiente di utilizzazione
Fco [1], Fco [2] = fattori di contemporaneità



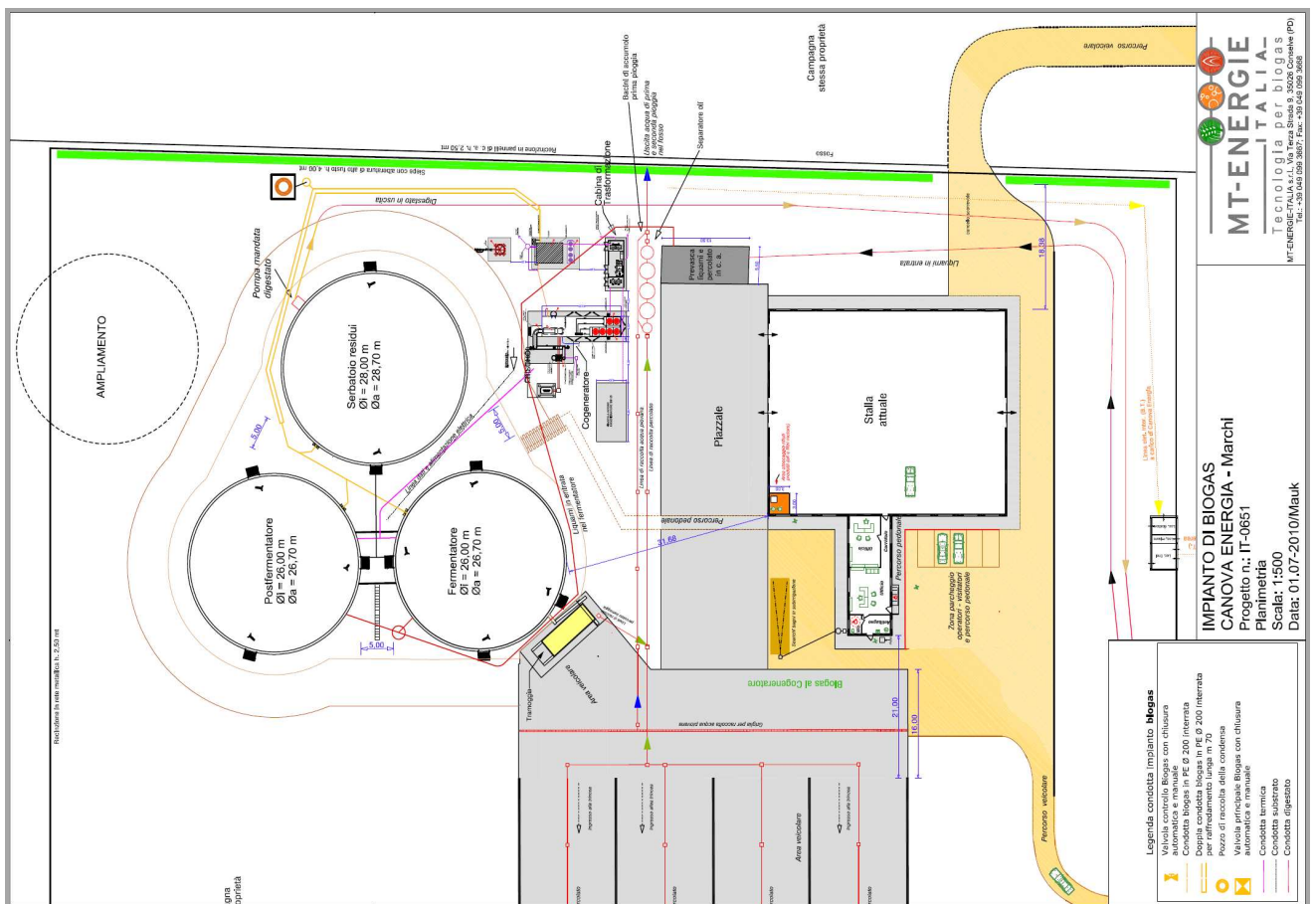
5.3.6 Az. Agr. CANOVA ENERGIA

5.3.6.1 Dati di progetto

L'impianto dell' Az. Agr. CANOVA ENERGIA ha iniziato ad immettere energia nella rete elettrica solamente da pochi mesi; è stato costruito nel comune di Poggio Rusco (MN).

Dal contratto stipulato e dai disegni planimetrici ho ricavato le seguenti indicazioni di fornitura MTE utili ai fini del calcolo degli autoconsumi:

- ✓ fermentatore (4 mixer)
- ✓ 1 alimentatore di biomassa solida MT-FORTIS da 60 m³
- ✓ 1 post-fermentatore (3 mixer)
- ✓ 1 vasca residui (2 mixer)
- ✓ 1 pre-vasca prelievo digestato (una pompa)
- ✓ 1 vano pompe (1 pompa e organi di controllo)



<Disegno 5.8> Planimetria dell'impianto dell'Az. Agr. CANOVA ENERGIA

5.3.6.2 Lista utenze

SERVIZI AUSILIARI IN AUTOCONSUMO		IMPIANTO DI COGENERAZIONE ELETTRO-TERMICA		Progetto: IT651_Az. Agr. CANOVA ENERGIA								
07/11/2010		DA BIOGAS_703kW		Redattore: Eugenio Scricco								
COMPONENTE DI PROCESSO	UTILIZZATORE	Pnominale (kW)	Ku	Ppeak (kW)	Ptotale peak (kW)	Fco [1]	Peff. (kW)	Fco [2]	Peff. Tot (kW)	Tempo funz.	Autoconsumo orario (kWh)	Autoconsumo annuo (kwh/a)
ALIMENTATORE MT-FORTIS 60 m³	gruppo idraulico	7,5	0,8	6	18,40	1	18,40			16,50%	3,04	25199
	motore codea orizzontale di rimozione	5,5	0,8	4,4								
	motore codea verticale trasporto	7,5	0,8	6								
	motore codea riempimento	2,5	0,8	2								
FERMENTATORE (Ø=26,h=8)m FE-01	miscelatore sommerso_01	18,5	0,8	14,8						33,33%	4,93	40943
	miscelatore sommerso_02	18,5	0,8	14,8								
	miscelatore sommerso_03	18,5	0,8	14,8								
	miscelatore sommerso_04	18,5	0,8	14,8								
POST FERMENTATORE (Ø=26,h=8)m PF-01	soffiante per la copertura	0,12	0,7	0,1	148,25	0,7	103,78	0,85		100,00%	0,08	697
	miscelatore sommerso_01	18,5	0,8	14,8								
	miscelatore sommerso_02	18,5	0,8	14,8								
	miscelatore sommerso_03	18,5	0,8	14,8								
VASCA RESIDUI (Ø=28,h=8)m VR-01	soffiante per la copertura	0,12	0,7	0,1						5,00%	0,74	6142
	miscelatore sommerso_01	18,5	0,8	14,8								
	miscelatore sommerso_02	18,5	0,8	14,8								
	soffiante per la copertura	0,12	0,7	0,1								
VANO POMPE VASCA LIQUAMI	pompa substrati_01	7,5	0,8	6						15,81%	0,95	7873
	pompa liquami	11	0,8	8,8								
VARIE	fabbisogno di periferia, controllo, ecc.	7	0,6	4,2	166,65		122,18		103,85	100,00%	4,20	34860
		215,36										
Potenza impianto [kW]		703								8300		Fabbisogno energetico
Ore di esercizio dell'impianto/anno		8760								5834900		5,82%
LEGENDA:												
Ppeak= Pnominale * Ku		Peff. Tot= Peff * Fco [2]										
Ptotale peak= Σ (Ppeak)		Peff= Σ (Ptotale peak * Fco [1])										
Autoconsumo orario= Ppeak * tempo funz.		Ku = coefficiente di utilizzazione										
		Fco [1], Fco[2] = fattori di contemporaneità										



CAPITOLO 6: Autoconsumi realmente misurati e calcoli della redditività di alcuni impianti

In questo capitolo mi soffermerò a descrivere ed analizzare le produzioni di energia elettrica e gli autoconsumi registrati nei protocolli mensili di due impianti di cogenerazione alimentati a biogas, dotati di tecnologia MT-Energie e andrò a fare una valutazione energetica ed economica degli stessi. In particolare ho voluto riportare i casi di due impianti totalmente differenti tra loro sia come dimensioni sia come organizzazione imprenditoriale dei proprietari. Ne faccio qui di seguito una breve descrizione:

Azienda Agricola FERRARIO FRANCESCO ed ERNESTO di Calcinato (BS)

L'azienda agricola dei soci, nonché fratelli, FERRARIO di Calcinato, un piccolo paesino della provincia di Brescia, produce suini da ingrasso a ciclo continuo ormai da molti anni. Nel giugno del 2010 è entrato in funzione il loro impianto di cogenerazione da biogas, una scommessa sulla quale hanno fortemente puntato per avere un ulteriore introito alla loro attività agricola, in questo caso nel campo dell'agroenergia.



<Foto 6.1> I fratelli imprenditori FERRARIO all'interno della loro stalla di suini

Quest'impianto è perfettamente integrato nella piccola realtà imprenditoriale della loro azienda: è di taglia medio-piccola, da 327 kWel, ed è funzionante con liquami prodotti dal loro allevamento di 4000 suini oltre che insilato di mais e triticale prodotti dai 70 Ha di terreno degli stessi soci.



<Foto 6.2> Vista aerea complessiva dell'impianto da 327 kWel dell'Azienda Agricola FERRARIO

L'impianto sorge proprio all'interno dell'azienda suinicola su una superficie di 4000 m² ed è composto da un fermentatore e un post-fermentatore entrambi del diametro di 21 metri e 6 metri d'altezza. La vasca residui è stata invece recuperata dalla vasca liquami scoperta che in precedenza fungeva da stoccaggio reflui dell'allevamento. Il cogeneratore della potenza di 327 kW è dotato, diversamente dagli altri impianti MTE, di un termoreattore per il recupero ed il trattamento fumi. Tale disposizione è stata voluta dalle autorità locali in sede di autorizzazione dell'impianto stesso.



<Foto 6.3> Altra vista dell'impianto da 327 kWel dell'azienda FERRARIO

Cooperativa Agroenergetica Territoriale "C.A.T." di Correggio (RE)

Il progetto CAT significa molto in termini di persone, sacrificio e scommesse vinte. Un grande numero di imprenditori agricoli (26 soci e 4 cantine sociali che rappresentano altri 800 soci) che da anni vive l'oppressione delle produzioni senza più mercato ha pensato bene di mettersi insieme e di scommettere sulla bioenergia. Ad oggi CAT consta una superficie agricola di circa 1167 Ha complessivi ed ha vincolato la produzione di biomasse di 288 Ha entro il raggio di 10 km per la realizzazione del progetto agroenergetico. Le aziende conferenti producono orticole, frutticole, viticole, cereali, oleaginose, barbabietole, foraggere, bovini, suini, avicoli. Per fare alcuni esempi della perfetta integrazione con il contesto agricolo locale si pensi che i soci continuano a produrre barbabietola da zucchero e al contempo raccolgono foglie, coltetti e residui di cereali per la produzione di energia. Lo stesso avviene con la frantumazione dei raspi dell'uva.



<Foto 6.4> Alcuni soci della cooperativa posano davanti al loro impianto

La linea di fermentazione del progetto C.A.T. è costituita da due fermentatori di 23 metri di diametro, un post-fermentatore di 26 metri e due vasche residui (una coperta e una scoperta) di 30 metri. Tutti i digestori hanno un'altezza di 6 metri e sono stati progettati per garantire un tempo di ritenzione adeguato ad ottenere il massimo dell'energia contenuta nel substrato. La scelta del tipo di biomassa vegetale più adatto per l'alimentazione dell'impianto è il risultato di tre anni di prove eseguite negli 8 Ha di campi sperimentali di proprietà dei soci C.A.T.. Nel laboratorio microbiologico della MT-ENERGIE che dall'apertura nel 2002 ha analizzato nel dettaglio oltre 500 substrati, sono stati realizzati numerosi studi sulla resa di biogas delle colture scelte. Oltre alla biomassa vegetale vengono aggiunti 20 m³ al giorno di liquame bovino e suino provenienti dalle stalle dei soci.



<Foto 6.5> Vista dall'alto dell'impianto da 999 kW della cooperativa CAT di Correggio

L'impianto è dotato di un separatore il quale divide la frazione solida da quella liquida del digestato esausto. Questi saranno poi riutilizzati come fertilizzanti nei campi aziendali. La linea di fermentazione riesce a produrre biogas per alimentare costantemente due cogeneratori da 500 kWel. L'energia elettrica viene immessa in rete mentre l'energia termica viene in parte riutilizzata per riscaldare le vasche coibentate e in parte viene invece dispersa nell'ambiente. A detta dei soci questo è solamente il primo passo di un progetto destinato ad ingrandirsi: prossime tappe saranno il completo riutilizzo dell'energia termica per il riscaldamento di serre ad uso ortofrutticolo oltre che la costruzione di un secondo impianto.



<Foto 6.6> Le due unità di cogenerazione da 500 kW fornite dalla ditta "DREYER & BOSSE"

6.1 Report mensili

Il report-protocollo mensile di un impianto rappresenta nient'altro che la storia funzionale dell'impianto stesso, in questo caso nell'arco temporale di un mese. Ciascun impianto è dotato di un personal computer attivo 24 ore su 24 che registra tutti i dati e segnali forniti dal sistema di controllo comandato da PLC. Grazie al sistema di archiviazione dati in formato excel è possibile rivedere tutta la cronostoria funzionale in modo tale da poter effettuare delle valutazioni sia tecniche che economiche e programmatiche per una gestione efficace dell'impianto stesso. Attualmente il software MTE di gestione è fornito all'azienda tedesca WELLBROCK la quale ha fornito il know-out ai tecnici MTE, che si occupano della programmazione e della manutenzione ordinaria degli impianti. Ai prossimi paragrafi, come predetto, vengono illustrati i report mensili dei mesi dell'impianto FERRARIO e dell'impianto CAT dal momento in cui sono entrati in funzione fino a settembre. Questi impianti sono due fiori all'occhiello della tecnologia MTE e rappresentano rispettivamente due taglie di potenza molto diverse, in questo modo i confronti e le valutazioni economiche possono essere visti quindi da due prospettive diverse: piccola taglia e grande taglia d'impianto di cogenerazione.

6.1.1 Azienda Agricola FERRARIO FRANCESCO ed ERNESTO di Calcinato (BS)

Luglio

Di seguito i report mensili del mese di Luglio:

			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15		
Riempimento bunker; divieto di allegri componenti o addetti 1	mais	kg/giorno	10.887	10.271	13.380	12.300	14.422	13.087	13.882	14.805	17.275	8.200	16.448	16.546	10.305	8.005	7.182		
	litricale	kg/giorno																	
	3	kg/giorno																	
	4	kg/giorno																	
	5	kg/giorno																	
	6	kg/giorno																	
	-	kg/giorno																	
	-	kg/giorno																	
	-	kg/giorno																	
	Completivo	kg/giorno	10.887	10.271	13.380	12.300	14.422	13.087	13.882	14.805	17.275	8.200	16.448	16.546	10.305	8.005	7.182		
Desaggio nei fermentatori 1	Quantità giornaliera dal bunker	kg/giorno	10.095	11.095	12.295	13.295	14.395	15.095	16.295	16.295	18.295	15.295	16.295	16.295	16.295	16.295	16.295	16.295	
Temperatura sistema	Fermentatore 1	°C	42,5	42,5	42,5	42,5	41,1	41,5	41,5	41,7	41,5	41,5	42,1	40,5	42,5	42,5	42,5	42,5	
	Fermentatore 2	°C	39,9	39,9	39,9	39,9	37,2	36,8	37,2	37,2	37,2	37,2	37,2	37,2	37,2	37,2	37,2	37,2	
	Postfermentatore 1	°C	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	
Composizione del gas 1 Gas 1	CH ₄	Vol%	0,1	0,1	2,0	9,9	13,2	8,9	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	50,8	82,8	52,8	
	H ₂ S	ppm	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	O ₂	Vol%	18,3	18,3	18,3	17,2	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	21,0	20,9	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	
Dati positivi di analisi del gas 1 - Gas 1	Pressione dell'aria	mbar																	
	Pressione del gas	mbar (rel.)																	
	Contatori del gas	m ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	46	46	
	Consumo di gas	m ³ /giorno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	46	46	
	Temperatura del gas	°C	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	13,2	26,9	26,9	26,9	24,0	24,0	24,0	25,0	
	Contatore ore di esercizio	h	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	9,0	21,0	
	Ore di esercizio	h/giorno	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	9,0	21,0	
	Lavoro svolto Stato contatore	kWh	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	80	2.620	4.000	
	Lavoro svolto Generatore	kWh/giorno	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	80	2.620	4.000	
	Potenza media	kW									0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8	118,7	98,8	
Impianto biogas	Esaurimento Cogeneratore	%								0,01%						0,74%	36,20%	21,06%	
	Consumo	kWh	5,557	8,285	8,247	8,737	7,197	7,704	8,104	8,267	8,234	9,279	9,200	10,250	10,213	11,422	11,590	11,590	
	Consumo in proporzioni	kWh/giorno	402,0	390,0	391,0	392,0	482,0	357,0	601,0	399,0	427,0	444,0	481,0	522,0	560,0	600,0	640,0	640,0	
	Contatore ore di esercizio	h	747,0	771,0	758,0	819,0	843,0	867,0	891,0	914,0	938,0	962,0	986,0	1.010,0	1.034,0	1.058,0	1.082,0	1.106,0	
	Ore di esercizio a giorno	kg/giorno	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	23,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	
	Consumo assoluto in proprio	kW	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	17,1	16,0	17,2	17,8	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	
	Consumo linea del gas in proprio	%									3990,0%					246,2%	17,7%	26,0%	
	generatore - Produzione giornaliera energia elettrica	kWh/giorno														58	2.875	1.870	
	Cogeneratore - Potenza assoluta	kW	#NOME?	#NOME?	#NOME?	#NOME?	#NOME?	#NOME?	#NOME?	#NOME?	#NOME?	#NOME?	#NOME?	#NOME?	#NOME?	#NOME?	#NOME?	#NOME?	
	Rendimento cogenerazione	%									100%					0,74%	36,20%	21,06%	
Gruppo di pompaggio compatto centralizzato 1 Pompe 1	1: Ferra1->Postferra.1	m ³		20,0	10,0	10,0	20,0	80,0			30,0		15,0			80,0	10,0		
	2: Ferra1->serbatoio res. 1	m ³																	
	3: Postferra.1->Ferra1	m ³																	
	4: Postferra.1->serbatoio res. 1	m ³																	
	5: serbatoio res. 1->Ferra1	m ³																	
Gruppo di pompaggio compatto centralizzato 2 Pompe del digestato	10: serbatoio res. 1->Postferra.1	m ³																	
	Completivo	m ³		20,0	10,0	10,0	20,0	80,0			30,0		15,0			80,0	10,0		
	Completivo	m ³																	
Gruppo di pompaggio compatto centralizzato 3 Pompe del digestato	1: Staffa-> Ferra1	m ³																	
	Completivo	m ³																	
Forcia a gas 1	Ore di esercizio	h	0	4	1	0	0	8	0	5	10	15	15	17	18	7	0		
	Contatore del gas	m ³																	
	Consumo di gas	m ³ /giorno																	

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Valore medio	Somma
10.030	8.120	8.885	5.755	12.645	10.390	10.025	10.900	11.000	7.885	7.075	5.995	9.795	9.810	4.930		8.530	265.890
4.825	5.155	9.700	5.220	5.415	5.025	9.230	8.525	8.840	8.090	4.870	8.890	8.950	7.250	8.950		7.850	235.585
14.855	13.275	18.585	10.975	19.050	15.385	19.255	17.515	19.730	15.775	12.845	14.785	18.745	17.050	11.880		16.389	491.475
16.030	16.065	16.040	16.030	16.090	20.055	16.020	16.060	17.045	17.065	17.055	18.035	18.035	18.040	18.055		17.099	512.845
40,8	40,9	41,0	40,9	40,9	40,9	40,8	40,8	40,6	40,6	40,9	40,3	40,3	40,3	40,2		40,8	
40,8	41,1	40,9	40,9	41,1	40,9	40,9	41,2	41,0	40,8	41,2	41,0	40,9	41,2	41,1		41,0	
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0	
45,6	45,2	45,2	45,2	45,8	45,5	45,6	45,6	44,7	45,0	44,9	45,5	45,4	44,8	44,9		45,5	
108	123	114	121	148	127	148	178	156	144	146	171	213	136	119		136	
0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,2		0,1	
46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46	46		46	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		#NOME?	#NOME?
26,3	26,4	26,5	27,2	27,7	26,8	27,5	27,5	27,0	26,8	26,4	24,4	25,1	25,6	25,1		#NOME?	#NOME?
1.512,0	1.534,0	1.557,0	1.581,0	1.605,0	1.627,0	1.651,0	1.675,0	1.699,0	1.723,0	1.747,0	1.771,0	1.795,0	1.819,0	1.843,0			
24,0	23,0	23,0	24,0	24,0	22,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0		23,8	714,0
488.840	456.723	503.563	511.487	519.241	526.445	534.359	542.122	550.040	557.962	565.879	573.461	581.303	589.219	597.141			
7.921	6.883	7.840	7.924	7.754	7.204	7.914	7.763	7.918	7.922	7.917	7.582	7.842	7.916	7.922		7.853	235.000
390,0	288,8	326,7	330,2	329,1	330,2	329,8	329,4	329,9	330,1	329,0	319,9	329,9	330,1	330,1		329,4	
100,01%	98,01%	98,99%	100,05%	97,90%	99,99%	99,99%	98,92%	99,97%	100,03%	99,96%	95,73%	98,02%	98,95%	100,03%		98,91%	
41.750	42.232	42.701	43.206	43.777	44.281	44.772	45.282	45.752	46.242	46.733	47.302	47.803	48.292	48.765		503,7	15.110,0
499,0	482,0	489,0	505,0	571,0	503,0	491,0	509,0	470,0	489,0	491,0	568,0	501,0	488,0	473,0			
2.691,0	2.615,0	2.639,0	2.663,0	2.687,0	2.711,0	2.735,0	2.759,0	2.783,0	2.807,0	2.831,0	2.855,0	2.879,0	2.903,0	2.927,0			
24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0			
20,8	20,1	18,8	21,0	22,8	25,0	25,0	25,0	18,8	20,0	20,0	20,3	20,3	19,7	21,0		24,0	728,0
8,3%	7,0%	8,0%	8,4%	7,4%	7,0%	8,2%	8,6%	5,9%	8,2%	8,2%	7,8%	8,4%	8,0%	8,0%		#NOME?	
7.821	6.883	7.840	7.924	7.754	7.204	7.914	7.763	7.918	7.922	7.917	7.582	7.842	7.916	7.922		7.853	235.000
#NOME?	#NOME?	#NOME?	#NOME?	#NOME?	#NOME?	#NOME?	#NOME?	#NOME?	#NOME?	#NOME?	#NOME?	#NOME?	#NOME?	#NOME?		#NOME?	
100,01%	98,01%	98,99%	100,05%	97,90%	99,99%	99,99%	98,92%	99,97%	100,03%	99,96%	95,73%	98,02%	98,95%	100,03%		98,91%	
30,0	12,0		20,0	20,0	30,0	30,0	30,0	35,0	60,0	40,0	35,0	40,0	40,0	40,0		40,4	1.173,0
26,0	16,0			5,0		30,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	20,0	25,0	30,0		29,8	798,0
58,0	28,0		20,0	25,0	30,0	50,0	60,0	55,0	80,0	60,0	55,0	60,0	65,0	70,0		68,0	1.671,0
13,0	2,0	10,0	4,0	20,0	18,0	18,0	27,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0		18,1	574,0
13,0	2,0	10,0	4,0	20,0	18,0	18,0	27,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0		18,1	574,0
0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		1	31

6.1.1.1 Considerazioni

Dai report precedenti è possibile fare le seguenti considerazioni:

- Le utenze elettriche in funzione non sono distinte per consumo energetico bensì viene indicato il consumo complessivo di ogni singolo giorno e la media giornaliera;
- Si distinguono tre tipi di pompaggi riferiti rispettivamente alle tre pompe di fornitura MTE: pompa substrati del vano pompe di movimentazione digestato, pompa della prevasca liquami, pompa del siero;
- Non viene indicato il consumo energetico degli organi di trattamento del biogas prima dell'utilizzo nel cogeneratore, tale dato è di competenza del fornitore del cogeneratore (AB Energy);
- E' possibile ricavare i valori di consumo delle singole utenze conoscendo i dati di targa e le caratteristiche tecniche delle varie utenze: portata oraria per le pompe, quantità di immissione oraria dell'alimentatore, ecc.
- Alcuni dati non sono caricati per piccoli errori del programma di archiviazione o per interruzione prolungata dell'alimentazione elettrica.

6.1.2 Cooperativa Agroenergetica Territoriale CAT di Correggio (RE)

Giugno

Di seguito vengono riportati i report mensili del mese di Giugno:

			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Carico della biomassa nell'alimentatore: Pesatura dei singoli substrati 1	Mais	kg/giorno		7.883	85				7.330	3.741	6	10.243	19.003	3.483	2.887	9.966	11.050	
	Sorgo	kg/giorno		80	3												1	
	Triticale	kg/giorno		90														
	Graspi	kg/giorno																
	Componenti 5	kg/giorno																
	Componenti 6	kg/giorno																
	Componenti 7	kg/giorno																
	Componenti 8	kg/giorno																
	Componenti 9	kg/giorno																
-	kg/giorno																	
Complessivo	kg/giorno		7.663	188					7.330	3.741	6	10.243	19.003	3.483	2.889	9.966	11.050	
Biomassa introdotta nel fermentatore	Quantità giornaliera caricata dall'alimentatore	kg/giorno	0	1.458	0	0	0	0	1.327	3.175	5.103	4.998	6.011	7.044	8.001	9.015	10.080	
Carico della biomassa nell'alimentatore: Pesatura dei singoli substrati 2	Mais	kg/giorno		66.729	3				10.759	1	10.033	6.107	3.234	3.013	10.969	7.926		
	Sorgo	kg/giorno		87	3													
	Triticale	kg/giorno		8														
	Graspi	kg/giorno		16														
	Componenti 5	kg/giorno																
	Componenti 6	kg/giorno																
	Componenti 7	kg/giorno																
	Componenti 8	kg/giorno																
	Componenti 9	kg/giorno																
-	kg/giorno																	
Complessivo	kg/giorno		66.824	16					10.759	1	10.033	6.107	3.234	3.013	10.969	7.926		
Biomassa introdotta nel fermentatore	Quantità giornaliera caricata dall'alimentatore	kg/giorno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Temperatura nelle vasche	Fermentatore 1	°C	29,9	31,3	32,7	34,1	35,3	36,4	37,4	38,3	39,2	40,1	38,6	40,3	40,4	40,4	40,4	
	Fermentatore 2	°C	28,9	30,3	31,7	33,1	34,3	35,4	36,6	37,4	38,3	39,2	38,6	40,2	40,3	40,4	40,5	
	Postfermentatore 1	°C	23,3	23,5	23,5	24,1	24,6	25,1	25,6	26,2	26,5	27,1	27,0	30,2	30,1	29,3	28,0	
	Seratoio residui 1	°C	23,2	23,7	23,6	24,1	24,6	25,7	26,2	26,7	27,3	27,6	26,6	28,3	30,1	29,2	27,6	
	Seratoio residui 2	°C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	BB	°C																
	CH ₄	Vol%																
H ₂ S	ppm																	
O ₂	Vol%																	
Analizzatore del gas 1 - Gas 1	Pressione dell'aria	mbar																
Cogeneratore 1	Pressione del gas	mbar (+/-)																
	Contatore del gas	m ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Consumo di gas	m ³ /giorno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Temperatura del gas	°C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	Autoconsumo elettrico complessivo	kWh																
	Autoconsumo elettrico al giorno	kWh/giorno																
	Autoconsumo elettrico Cogeneratore	%																
	Ore di esercizio complessive	h	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	Ore di esercizio / giorno	h/giorno	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	Produzione complessiva energia elettrica	kWh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Produzione giornaliera energia elettrica	kWh/giorno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	Potenza media	kW																
	Rendimento cogeneratore	%																
	Cogeneratore 2	Pressione del gas	mbar (+/-)															
Contatore del gas		m ³	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Consumo di gas		m ³ /giorno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Temperatura del gas		°C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Autoconsumo elettrico complessivo		kWh																
Autoconsumo elettrico al giorno		kWh/giorno																
Autoconsumo elettrico Cogeneratore		%																
Ore di esercizio complessive		h	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Ore di esercizio / giorno		h/giorno	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Produzione complessiva energia elettrica		kWh	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Produzione giornaliera energia elettrica		kWh/giorno	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Potenza media		kW																
Rendimento cogeneratore		%																
Impianto di biogas		Autoconsumo elettrico	kWh	3.034	3.574	4.091	4.597	5.090	5.605	6.109	6.573	7.214	7.857	8.440	9.053	9.803	10.528	11.265
	Autoconsumo elettrico al giorno	kWh/giorno	391,0	539,2	556,0	596,0	632,0	614,0	633,0	664,0	664,0	741,0	642,0	583,0	612,0	750,0	735,0	
	Ore di esercizio complessive	h	547,0	570,0	594,0	618,0	642,0	666,0	690,0	711,0	736,0	759,0	783,0	807,0	831,0	855,0	879,0	
	Ore di esercizio / giorno	h/giorno	24,0	23,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	21,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	
	Autoconsumo elettrico / ora	kW	16,3	23,4	21,1	21,1	26,4	21,4	21,8	22,1	28,0	32,6	24,3	28,6	31,3	30,2	30,6	
	Stato di autoconsumo elettrico dell'impianto di biogas	%																
	Produzione giornaliera energia elettrica Cogeneratore - Potenza assoluta	kWh/giorno																
Pompa 1 Pompa 1	Rendimento cogeneratore	%																
	1: Fermentatore 1 -> Fermentatore 2	m ³											25,0					
	2: Fermentatore 1 -> Postfermentatore 1	m ³												25,0				
	3: Fermentatore 1 -> Seratoio residui 1	m ³													25,0			
	4: Fermentatore 1 -> Seratoio residui 2	m ³														25,0		
	5: Fermentatore 2 -> Fermentatore 1	m ³		2,0														
	6: Fermentatore 2 -> Postfermentatore 1	m ³											25,0					
	7: Fermentatore 2 -> Seratoio residui 1	m ³													25,0			
	8: Fermentatore 2 -> Seratoio residui 2	m ³														25,0		
	9: Postfermentatore 1 -> Fermentatore 1	m ³																
	10: Postfermentatore 1 -> Fermentatore 2	m ³																
	11: Postfermentatore 1 -> Seratoio residui 1	m ³																
	12: Postfermentatore 1 -> Seratoio residui 2	m ³																
	13: Seratoio residui 1 -> Fermentatore 1	m ³																
	14: Seratoio residui 1 -> Fermentatore 2	m ³																
	15: Seratoio residui 1 -> Postfermentatore 1	m ³																
	16: Seratoio residui 2 -> Fermentatore 1	m ³																
	17: Seratoio residui 2 -> Fermentatore 2	m ³																
18: Seratoio residui 2 -> Postfermentatore 1	m ³																	
Complessivo	m ³		2,0									50,0		50,0				
Pompa 2 Separatore	1: Seratoio residui 1 -> Seratoio residui 2	m ³																
	Complessivo	m ³																
Pompa 7 Fossa anteriore	1: Fossa anteriore -> Ferm 1	m ³																
	Complessivo	m ³																
Torcia 1	Ore di esercizio / giorno	h	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
	Contatore del gas	m ³																
Consumo di gas	m ³ /giorno																	

Analisi dei servizi ausiliari e autoconsumi effettivi degli impianti di cogenerazione elettro-termica da biogas MT-ENERGIE di Eugenio Scricco

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Valore medio	Somma	Massimo	Minimo	
24.650	18.140	19.475	28.297	27.586	11.995	18.076	23.985	15.045	18.437	24.588	15.795	22.207	9.518	19.236	20.742	20.094	622.911	41.485	9.518	
22.049	22.051	20.067	20.067	20.087	20.067	20.102	19.093	19.037	19.047	19.019	19.019	19.565	19.526	19.511	19.533	19.121	592.736	24.154	13.061	
20.595			27.885	12.622	5.826	17.742	22.132	16.726	17.732	24.658	14.223	23.376	9.597	19.302	20.574	18.210	509.884	27.969	5.820	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0					
45,2	45,9	45,7	45,9	45,2	45,4	46,5	46,7	46,8	46,9	47,0	47,0	47,0	47,1	47,0	47,8	44,8		47,1	41,2	
45,5	45,7	45,9	45,1	45,3	46,5	46,6	46,7	46,8	46,9	46,9	46,9	46,9	46,8	46,8	46,8	46,9	46,9	46,8	46,9	
40,5	40,5	40,3	39,9	39,5	39,5	39,5	39,7	39,8	39,8	39,8	39,7	39,5	39,5	39,5	39,6	37,3		40,6	36,6	
32,6	33,3	32,5	32,3	32,4	33,0	32,5	32,6	31,6	30,7	30,3	30,1	29,3	28,4	27,6	27,9	31,6		33,3	27,6	
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0					
49,9	50,3	50,7	51,6	52,3	52,5	52,9	53,2	53,5	53,8	53,6	52,8	52,5	52,2	52,3	52,3	51,6		54,0	49,0	
31	33	28	30	27	29	30	32	32	22	25	18	17	10	23	26	26		50	26	
0,2	0,2	0,1	20,9	20,9	20,9	20,9	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	3,7			0,0	
117.682	123.709	128.163	134.572	140.596	146.024	151.618	157.575	163.427	169.269	175.113	180.953	186.791	192.702	198.619	204.463		204.463	39.988		
5.447	5.847	4.444	6.710	5.694	5.518	5.594	5.267	5.662	5.842	5.844	5.840	5.838	5.911	5.917	5.844					
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0					
568,0	592,0	610,0	638,0	661,0	684,0	708,0	732,0	756,0	780,0	804,0	828,0	851,0	875,0	899,0	923,0					
23,0	24,0	18,0	28,0	23,0	23,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	23,0	24,0	24,0	22,7	706,0		24,0	
239.214	250.290	268.904	272.152	283.525	294.682	305.836	317.813	329.790	341.769	353.748	365.599	377.284	389.264	401.242	412.955					
10.241	11.076	8.614	13.248	11.373	11.157	11.154	11.977	11.973	11.983	11.977	11.853	11.685	11.980	11.978	11.713					
426,7	461,5	358,3	552,0	473,9	464,3	464,3	499,0	498,9	499,0	493,9	499,0	499,0	499,0	499,0	488,0	444,6		473,4	488,0	
81,12%	87,74%	68,24%	104,34%	90,09%	88,38%	88,36%	94,87%	94,84%	94,92%	94,87%	93,89%	92,56%	94,90%	94,88%	92,76%	84,57%		92,76%	47,51%	
16.802.250	16.807.290	16.811.570	16.818.120	16.823.810	16.829.320	16.834.050	16.838.960	33.554.530	33.560.210	33.565.990	33.571.600	33.574.550	159.364	165.118	170.959		33.574.550	40.023		
5.190	5.040	4.280	6.550	5.690	5.510	4.730	4.910	16.715.570	5.680	5.680	5.710	2.950	-33.415.196	5.754	5.841					
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0					
474,0	495,0	514,0	542,0	565,0	589,0	609,0	629,0	645,0	670,0	694,0	718,0	741,0	765,0	789,0	813,0					
23,0	22,0	18,0	28,0	24,0	22,0	21,0	20,0	17,0	24,0	24,0	24,0	24,0	23,0	24,0	24,0	19,4	602,0		24,0	
192.166	202.295	210.973	224.331	235.399	246.969	256.335	266.988	274.444	286.496	298.547	310.588	321.665	333.718	345.752	357.797					
10.329	10.129	8.678	13.366	11.568	10.980	9.370	10.229	7.876	12.052	12.051	12.041	11.077	12.053	12.034	12.048					
430,4	422,0	415	417	417	417	31,8	38,3	37,2	37,8	34,6	36,5	32,6	34,0	32,5	24,0	23,8	738,0	24,0	19,0	
81,82%	80,24%	68,74%	105,81%	92,39%	86,98%	74,22%	81,03%	62,39%	85,47%	85,46%	85,38%	87,79%	85,48%	85,33%	85,41%	72,16%		88,89%	41,71%	
55.914	56.838	57.636	58.636	59.471	60.236	61.156	62.050	62.957	63.788	64.665	65.448	66.207	67.024	67.803	68.696		27.977,0	68.696	41.711	
970,0	923,0	797,0	1001,0	633,0	764,0	920,0	853,0	907,0	630,0	676,0	782,0	759,0	816,0	779,0	692,0	903,5		1.061	789	
2.062,0	2.066,0	2.105,0	2.134,0	2.158,0	2.182,0	2.206,0	2.230,0	2.254,0	2.278,0	2.302,0	2.326,0	2.350,0	2.374,0	2.398,0	2.422,0			2.422,0	1.703,0	
24,0	24,0	19,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	23,8	738,0	24,0	19,0	
40,4	38,6	41,9	41,7	34,7	31,8	38,3	37,2	37,8	34,6	36,5	32,6	34,0	32,5	24,0	24,0	37,9		44,3	31,6	
4,7%	4,4%	4,6%	3,8%	3,6%	3,5%	4,5%	4,6%	4,6%	3,5%	3,6%	3,3%	3,3%	3,4%	3,2%	3,8%	#DIV/0!		0,1	0,0	
20.570	21.205	17.292	26.506	23.031	22.137	20.524	22.206	19.849	24.035	24.028	23.894	22.762	24.033	24.012	23.758	19.683	870.810	26.608	11.996	
857,1	883,5	720,5	1.106,6	869,6	922,4	855,2	925,3	827,0	1.001,6	1.001,2	995,6	946,4	1.001,4	1.000,5	989,9			1.108,6	165,0	
81,47%	83,99%	68,49%	105,39%	91,22%	87,60%	81,29%	87,59%	78,52%	95,20%	95,17%	94,64%	90,15%	95,19%	95,10%	94,10%	77,96%		105,39%	47,51%	
																	1,0	1,0	1,0	1,0
																	1,0	1,0	1,0	1,0
																	2,0	2,0	2,0	2,0
9,0	9,0	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	9,0	9,0	9,0	0,0	9,0	9,0	9,0	9,0	7,5	180,0	9,0	9,0	
9,0	9,0	9,0	0,0	0,0	0,0	0,0	9,0	9,0	9,0	9,0	0,0	9,0	9,0	9,0	9,0	7,5	180,0	9,0	9,0	
18,0	18,0	18,0				18,0	18,0	18,0	18,0	18,0		18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	360,0	18,0	18,0	
1	2	3	0	0	0	3	3	5	0	0	0	0	0	0	0	1	37	10		

Analisi dei servizi ausiliari e autoconsumi effettivi degli impianti di cogenerazione elettro-termica da biogas
MT-ENERGIE di *Eugenio Scricco*

Agosto

Di seguito vengono riportati i report mensili del mese di Agosto:

			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
Carico della biomassa nell'alimentatore: Pesatura dei singoli substrati 1	Mais	kg/giorno	19.498	19.386	16.541	19.000	19.000	14.852	20.170	13.359	26.430	9.790	16.665	17.566	26.394	20.516	41.935	
	Sorgo	kg/giorno																
	Triticale	kg/giorno											1.065	1.024	1.077	3.209	6.336	
	Graspi	kg/giorno																
	Componenti 5	kg/giorno																
	Componenti 6	kg/giorno																
	Componenti 7	kg/giorno																
	Componenti 8	kg/giorno																
	Componenti 9	kg/giorno																
	-	kg/giorno																
Complessivo	kg/giorno	19.498	19.386	16.541	19.000	19.000	14.852	20.170	13.359	26.430	9.790	16.665	17.566	26.394	20.516	41.935		
Biomassa introdotta nel fermentatore	Quantità giornaliera caricata dall'alimentatore	kg/giorno	19.519	19.585	19.537			19.495	19.547	19.527	19.501	19.534	20.026	21.029	21.029	22.334	21.545	
	Mais	kg/giorno	19.572	17.888	16.096	19.000	19.000	21.520	16.771	13.337	27.832	7.563						
	Sorgo	kg/giorno											1.026	1.123	20.167	1.963	2.126	
	Triticale	kg/giorno																
	Graspi	kg/giorno																
	Componenti 5	kg/giorno																
	Componenti 6	kg/giorno																
	Componenti 7	kg/giorno																
	Componenti 8	kg/giorno																
	Componenti 9	kg/giorno																
-	kg/giorno																	
Complessivo	kg/giorno	19.572	17.568	16.096	19.000	19.000	21.520	16.771	13.337	27.832	7.563	17.000	16.149	25.659	20.422	22.154		
Quantità giornaliera caricata dall'alimentatore	kg/giorno	0	0	0			0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Temperatura nelle vasche	Fermentatore 1	°C	47,1	47,2	47,2	47,2	47,2	47,2	47,1	47,2	47,2	47,3	47,4	47,4	47,5	47,5	47,5	
	Fermentatore 2	°C	46,9	46,9	47,0	47,0	47,0	46,9	46,8	46,9	47,0	47,1	47,3	47,4	47,4	47,4	47,5	
	Postfermentatore 1	°C	39,6	39,7	39,7	39,7	39,7	39,6	39,5	39,5	39,5	39,5	39,7	39,8	39,9	39,9	40,0	
	Seratoio residui 1	°C	29,8	29,8	30,1	30,1	30,1	29,0	27,5	29,2	29,2	30,3	30,1	29,8	29,8	29,8	29,8	
	Seratoio residui 2	°C	0,0	0,0	0,0			0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	B6	°C																
	CH4	Vol%	52,4	52,5	51,8	51,6	51,4	51,3	51,5	51,2	51,3	50,9	50,8	50,8	50,7	50,4	50,6	
H2S	ppm	29	29	22	12	11	10	21	14	6	7	7	6	5	2	11		
O2	Vol%	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,4	0,4	0,5	0,3	0,3		
Cogeneratore 1	Pressione dell'aria	mbar																
	Pressione del gas	mbar (+/-)																
	Contatore del gas	m³	210.488	216.419	222.514	228.500	234.450	239.537	244.659	250.593	256.572	262.578	268.595	274.653	280.252	286.164	292.188	
	Consumo di gas	m³/giorno	6.025	5.931	6.096	5.986	5.850	6.544	5.122	5.934	5.979	6.006	6.017	6.058	5.599	5.912	6.024	
	Temperatura del gas	°C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
	Autoconsumo elettrico complessivo	kWh																
	Autoconsumo elettrico al giorno	kWh/giorno																
	Autoconsumo elettrico Cogeneratore	%																
	Ore di esercizio complessive	h	947,0	971,0	995,0	1.019,0	1.043,0	1.063,0	1.084,0	1.108,0	1.132,0	1.156,0	1.180,0	1.204,0	1.227,0	1.251,0	1.275,0	
	Ore di esercizio / giorno	h/giorno	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	
	Produzione complessiva energia elettrica	kWh	424.929	436.635	448.620	460.120	471.620	482.936	493.242	505.218	517.197	529.155	541.127	553.098	564.988	576.259	588.245	
	Produzione giornaliera energia elettrica	kWh/giorno	11.974	11.706	11.985	11.900	11.900	13.248	10.406	11.976	11.979	11.958	11.972	11.971	11.971	11.290	11.871	
	Potenza media	KW	498,6	487,8	499,4	479,2	479,2	552,0	433,6	499,0	499,1	498,3	498,6	498,6	470,4	494,6	499,4	
	Rendimento cogeneratore	%	94,88%	92,73%	94,84%	91,10%	91,10%	104,34%	82,43%	94,87%	94,89%	94,72%	94,84%	94,83%	94,93%	94,64%	94,96%	
	Cogeneratore 2	Pressione del gas	mbar (+/-)															
Contatore del gas		m³	176.967	182.845	188.896	194.600	200.300	206.029	212.149	218.402	224.718	231.011	237.422	243.931	250.144	256.732	263.314	
Consumo di gas		m³/giorno	5.908	5.978	6.051	5.900	5.950	7.103	6.121	6.253	6.316	6.290	6.411	6.509	6.213	6.596	6.592	
Temperatura del gas		°C	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Autoconsumo elettrico complessivo		kWh																
Autoconsumo elettrico al giorno		kWh/giorno																
Autoconsumo elettrico Cogeneratore		%																
Ore di esercizio complessive		h	837,0	861,0	885,0	909,0	933,0	954,0	979,0	1.002,0	1.026,0	1.050,0	1.074,0	1.098,0	1.121,0	1.145,0	1.169,0	
Ore di esercizio / giorno		h/giorno	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	23,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	
Produzione complessiva energia elettrica		kWh	369.835	381.880	393.934	405.600	417.300	428.548	440.424	452.456	464.496	476.410	488.452	500.474	511.967	523.906	535.691	
Produzione giornaliera energia elettrica		kWh/giorno	12.038	12.045	12.054	11.700	11.700	14.142	11.576	12.032	12.030	11.924	12.042	12.022	11.493	11.939	11.785	
Potenza media		KW	501,4	501,9	502,3	487,5	489,3	593,3	494,8	501,3	501,3	498,8	501,8	500,4	478,9	497,5	491,0	
Rendimento cogeneratore		%	95,36%	95,41%	95,48%	92,68%	92,68%	112,02%	94,07%	95,31%	95,29%	94,46%	95,39%	95,23%	91,04%	94,57%	93,36%	
Impianto di biogas		Autoconsumo elettrico	kWh	69.519	70.274	71.003	71.731	72.459	73.187	73.915	74.643	75.371	76.100	76.828	77.556	78.284	79.012	79.740
		Autoconsumo elettrico al giorno	kWh/giorno	823,0	755,0	728,0	728,0	728,0	728,0	867,0	784,0	887,0	791,0	785,0	948,0	673,0	975,0	
	Ore di esercizio complessive	h	2.446,0	2.470,0	2.484,0	2.518,0	2.542,0	2.566,0	2.590,0	2.614,0	2.638,0	2.662,0	2.686,0	2.710,0	2.734,0	2.758,0		
	Ore di esercizio / giorno	h/giorno	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0			
	Autoconsumo elettrico / ora	KW	34,3	31,5	30,3	30,3	30,3	30,3	36,1	32,7	37,0	33,0	32,7	39,6	40,5	40,6		
	Autoconsumo elettrico dell'impianto di biogas	%	3,4%	3,2%	3,0%	3,1%	3,1%	2,7%	3,9%	3,3%	3,7%	3,3%	3,3%	4,0%	4,3%	4,1%		
	Autoconsumo elettrico dell'impianto di biogas / ore di esercizio	°C	24,012	23,751	24,039	23,200	23,200	27,350	22,282	24,008	24,009	23,882	24,014	23,993	22,783	23,810		
	Cogeneratore - Potenza assoluta	KW	1.000,5	899,6	1.001,6	966,7	966,7	1.141,3	929,4	1.000,3	1.000,4	995,1	1.000,6	999,7	949,3	992,1		
	Rendimento cogeneratore	%	95,10%	94,07%	95,21%	91,89%	91,89%	108,48%	88,26%	95,09%	95,09%	94,59%	95,11%	95,03%	90,24%	94,30%		
	Pompa 1	1: Fermentatore 1 -> Fermentatore 2	m³															
2: Fermentatore 1 -> Postfermentatore 1		m³											25,0		25,0	25,0		
3: Fermentatore 1 -> Seratoio residui 1		m³																
4: Fermentatore 1 -> Seratoio residui 2		m³																
5: Fermentatore 2 -> Fermentatore 1		m³																
6: Fermentatore 2 -> Postfermentatore 1		m³																
7: Fermentatore 2 -> Seratoio residui 1		m³												25,0	25,0	25,0		
8: Fermentatore 2 -> Seratoio residui 2		m³																
9: Postfermentatore 1 -> Fermentatore 1		m³																
10: Postfermentatore 1 -> Fermentatore 2		m³																
11: Postfermentatore 1 -> Seratoio residui 1		m³																
12: Postfermentatore 1 -> Seratoio residui 2		m³																
13: Seratoio residui 1 -> Fermentatore 1		m³																

Analisi dei servizi ausiliari e autoconsumi effettivi degli impianti di cogenerazione elettro-termica da biogas MT-ENERGIE di Eugenio Scricco

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	Valore medio	Somma	Massimo	Minimo
17,881	16,910	17,266	17,750	16,079	12,487	14,966	14,282	12,888	10,042	10,441	16,128	10,943	11,373	14,754	13,611	16,634	515,660	36,896	9,790
2,077	2,018	2,589	2,592	3,787	5,026	5,120	4,982	5,134	6,823	5,046	5,122	5,396	5,171	5,467	6,995	4,046	85,008	6,995	1,028
			1,698													1,698	1,698	1,698	1,698
19,768	18,929	19,865	20,302	21,564	17,493	19,186	19,274	17,822	16,865	15,487	21,250	16,299	16,544	20,221	20,606	19,431	602,369	41,836	9,790
20,579	20,123	20,113	19,553	19,555	19,546	19,052	18,548	18,014	18,062	18,069	17,997	18,009	18,061	18,026	19,031	19,496	564,236	22,034	17,997
17,669	15,077	13,684	17,463	17,145	12,616	13,632	13,811	13,406	10,944	12,070	14,823	11,611	11,466	14,366	12,330	15,386	476,928	27,832	5,492
2,288	2,023	2,452	2,495	2,883	5,026	4,950	5,007	5,186	6,179	5,397	5,014	5,155	5,169	5,529	7,098	4,629	97,217	20,167	1,028
			1,673													1,673	1,673	1,673	1,673
19,921	17,100	16,136	19,959	21,701	17,641	18,582	18,818	18,561	15,719	17,467	19,837	16,766	16,625	19,895	19,428	18,575	575,818	27,832	7,663
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
47,6	47,6	47,7	47,8	47,9	48,0	48,1	48,3	48,3	48,4	48,4	48,4	48,5	48,5	48,4	48,3	47,7		-8,9	47,1
47,6	47,7	47,8	48,0	48,1	48,2	48,4	48,5	48,6	48,8	48,9	49,0	49,1	49,1	49,1	49,1	47,8		49,1	46,8
40,1	40,0	40,1	40,2	40,2	40,3	40,3	40,6	40,6	40,6	40,7	40,7	40,7	40,7	40,7	40,7	40,1		40,7	39,9
26,5	26,9	27,6	28,2	28,0	28,9	29,3	29,8	30,0	30,0	30,3	30,3	30,1	29,2	28,5	27,4	28,9		30,3	26,9
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
51,0	51,3	51,4	51,5	51,4	51,2	51,3	51,3	51,6	51,6	51,3	51,0	51,1	51,1	51,5	51,6	51,3		54,0	49,0
48	24	21	25	25	36	34	52	92	59	53	51	41	31	90	117	32		50	
20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,4	7,0			
																		0,0	0,0
298,145	304,067	310,040	316,148	322,265	328,070	333,789	339,741	345,663	350,292	356,271	361,995	367,834	373,541	379,304	384,998		384,998	210,488	
5,957	5,922	5,973	6,108	6,117	5,805	5,719	5,952	5,942	4,609	5,979	5,724	5,839	5,707	5,763	5,694				
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
1,299,0	1,323,0	1,347,0	1,371,0	1,395,0	1,418,0	1,441,0	1,465,0	1,489,0	1,508,0	1,532,0	1,556,0	1,580,0	1,604,0	1,628,0	1,652,0				
24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	23,0	23,0	24,0	24,0	19,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	23,6	733,0		24,0
600,221	612,109	624,031	636,026	648,005	659,409	670,910	682,890	694,870	704,133	716,093	727,400	738,581	750,699	762,621	774,330				
11,976	11,884	11,926	11,995	11,979	11,404	11,501	11,980	11,980	9,263	11,960	11,307	11,581	11,716	11,522	11,709	11,723	363,407	23445,6	0,0
499,0	499,2	496,9	499,9	499,1	475,2	479,2	499,2	499,2	398,0	499,3	471,1	482,5	488,3	496,9	487,9	488,6		497,9	473,4
94,87%	94,14%	94,47%	95,02%	94,89%	90,34%	91,10%	94,90%	94,90%	73,38%	94,74%	89,57%	91,74%	92,82%	94,44%	92,79%	92,86%			82,11%
270,008	276,794	283,696	290,653	297,727	305,004	311,956	319,495	326,806	333,249	340,238	346,938	353,582	360,310	367,092	373,911		373,911	176,887	
6,694	6,786	6,902	6,957	7,074	7,277	6,952	7,539	6,311	7,443	6,990	6,699	6,644	6,728	6,782	6,819				
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0				
1,193,0	1,217,0	1,241,0	1,264,0	1,288,0	1,312,0	1,335,0	1,359,0	1,379,0	1,402,0	1,426,0	1,450,0	1,474,0	1,498,0	1,522,0	1,546,0				
24,0	24,0	24,0	23,0	24,0	24,0	23,0	24,0	20,0	23,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	23,7	736,0		24,0
547,719	559,752	571,776	583,602	595,375	607,425	618,828	630,875	640,748	652,216	664,264	676,303	688,145	700,206	712,257	724,299				
12,028	12,033	12,024	11,828	11,773	12,050	11,403	12,047	9,673	11,468	12,048	12,039	11,842	12,061	12,051	12,042	11,917	369,430	23,834,2	0,0
901,2	901,4	901,0	892,8	890,5	902,1	879,1	902,0	871,4	477,8	902,0	891,6	893,4	902,5	902,1	901,8	901,8		896,9	873,4
95,28%	95,32%	95,23%	93,68%	93,26%	95,46%	90,33%	95,43%	78,21%	90,84%	95,44%	95,37%	93,81%	95,64%	95,46%	95,39%	94,40%			82,11%
155,080	155,953	156,949	157,916	158,859	159,847	160,786	161,786	162,759	163,622	164,502	165,459	166,336	167,255	168,267	169,288			169,288	69,519
1019,0	873,0	996,0	967,0	943,0	967,0	938,0	999,0	972,0	863,0	879,0	957,0	877,0	919,0	1012,0	1020,0	890,8	27,615,0	1,020	728
6,963,0	6,987,0	7,011,0	7,035,0	7,059,0	7,083,0	7,107,0	7,131,0	7,155,0	7,179,0	7,203,0	7,227,0	7,251,0	7,275,0	7,299,0	7,323,0			7,323,0	2,446,0
24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	744,0	24,0	24,0
42,9	36,4	41,5	40,3	39,3	41,1	39,1	41,5	40,9	36,0	36,6	39,9	36,9	38,3	42,2	42,9	37,1		42,9	30,3
4,2%	3,7%	4,2%	4,1%	4,0%	4,2%	4,1%	4,2%	4,4%	4,4%	3,7%	4,1%	3,7%	3,9%	4,2%	4,3%	3,8%		0,0	0,0
24,004	23,917	23,980	23,821	23,752	23,454	22,904	24,027	21,853	20,731	24,008	23,346	23,423	23,779	23,973	23,751	23,640	732,837	27,390	20,731
1,000,2	996,6	997,9	992,5	989,7	977,3	954,3	1,001,1	910,5	863,8	1,000,3	972,8	976,0	990,8	998,9	989,6			1,141,3	863,8
95,07%	94,73%	94,86%	94,35%	94,07%	92,89%	90,72%	95,16%	86,55%	82,11%	95,09%	92,47%	92,77%	94,18%	94,56%	94,07%	93,63%		106,48%	82,11%
	25,0	15,0				30,0	15,0						15,0		15,0	21,1	190,0	30,0	15,0
7,0	25,0	15,0				45,0	15,0			15,0				15,0		20,6	227,0	48,0	7,0
9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	261,0	9,0	9,0
9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	261,0	9,0	9,0
18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	522,0	18,0	18,0
0	1	2	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	8	2	

Analisi dei servizi ausiliari e autoconsumi effettivi degli impianti di cogenerazione elettro-termica da biogas MT-ENERGIE di Eugenio Scricco

16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31		Valore medio	Somma	Massimo	Minimo
9.799	12.729	13.704	13.971	13.873	14.991	13.090	12.289	12.729	9.305	11.846	12.722	10.869	13.087	12.315		12.403	372.097	15.341	7.338	
6.181	5.031	5.170	5.059	4.873	4.995	5.070	4.572	5.033	4.723	6.319	5.331	4.192	5.112	5.158		6.114	183.417	7.695	4.192	
3.248	3.138	3.205	3.188	3.245	3.188		3.216	3.478	3.214	3.252	3.191	3.277	2.714	3.360	3.212		2.739	55.177	3.478	981
19.228	20.891	22.079	22.218	21.691	23.172	21.376	20.305	20.972	17.280	21.355	21.330	17.775	21.569	20.685		20.366	610.691	23.172	14.960	
20.546	21.062	22.035	22.063	22.068	21.024	20.565	20.565	20.522	20.602	20.061	20.571	20.572	20.571	20.078		20.598	617.948	22.068	19.516	
9.195	13.383	13.781	13.548	14.529	12.344	11.866	12.127	12.595	10.962	12.408	13.162	11.489	12.799	12.266		12.382	371.767	15.147	9.136	
6.319	5.173	5.059	5.250	5.096	5.050	5.164	4.896	4.917	4.531	5.041	5.136	4.167	5.036	5.161		6.084	182.827	8.210	4.157	
3.151	3.348	3.137	3.101	3.209	3.046	3.205	3.557	3.453	3.059	3.130	3.163	2.746	3.142	3.095		2.748	54.964	3.557	1.098	
18.606	21.874	21.977	21.899	22.833	20.440	20.355	20.580	20.865	18.549	20.579	21.451	18.391	20.977	20.522		20.309	609.298	22.833	16.779	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
46,9	46,9	46,8	46,7	46,6	46,5	46,4	46,4	46,4	46,1	46,1	46,0	45,7	45,6	45,5		47,0		48,2	45,9	
47,1	47,0	46,8	46,6	46,4	46,3	46,2	46,1	46,0	45,8	45,6	45,5	45,3	45,1	45,0		47,1		48,9	45,0	
40,1	40,1	40,0	40,0	40,1	40,1	40,0	39,9	39,9	40,1	40,2	40,0	40,0	40,1	39,9		40,2		40,5	39,9	
28,3	28,9	29,3	29,2	29,1	29,3	29,3	29,4	29,3	29,4	29,4	29,4	29,4	29,4	29,3		28,0		29,4	25,1	
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0						
51,6	51,4	51,5	51,3	51,5	51,1	51,5	51,7	51,4	51,3	51,6	51,5	51,6	51,8	51,6		51,6		54,0	49,0	
56	46	46	68	37	60	53	60	44	177	68	34	85	39	37		104		50		
0,6	0,6	0,6	0,6	1,0	1,0	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9		6,7				
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				0,0	0,0	
473.707	479.380	485.148	490.814	495.734	499.262	503.422	509.217	515.000	520.764	526.507	531.700	537.399	543.001	548.721				548.721	390.733	
6.798	5.673	5.768	5.666	4.920	3.528	4.160	5.795	5.783	5.764	5.743	5.193	5.699	5.602	5.720						
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0						
2.021,0	2.045,0	2.069,0	2.092,0	2.114,0	2.132,0	2.153,0	2.177,0	2.201,0	2.225,0	2.249,0	2.271,0	2.295,0	2.318,0	2.342,0						
24,0	24,0	24,0	23,0	22,0	18,0	21,0	24,0	24,0	24,0	24,0	22,0	24,0	23,0	24,0		23,0	690,0		24,0	
957.507	969.173	981.150	992.902	1.003.091	1.010.070	1.018.463	1.030.436	1.042.377	1.054.346	1.066.317	1.077.192	1.089.176	1.100.965	1.112.935						
11.980	11.666	11.977	11.752	10.189	6.979	8.393	11.973	11.541	11.969	11.971	10.875	11.984	11.789	11.970		11.287	338.605	22873,7	0,0	
499,2	486,1	499,0	489,7	424,6	280,8	349,7	498,9	497,6	498,7	498,8	483,1	499,3	491,2	498,8		470,3			473,4	
94,50%	92,41%	94,87%	93,09%	80,17%	55,28%	66,48%	94,84%	94,89%	94,81%	94,83%	96,19%	94,91%	93,99%	94,82%		89,41%			75,33%	
482.965	489.924	496.442	503.387	510.343	517.710	524.530	531.173	537.121	543.075	549.024	554.420	560.486	566.536	572.641				572.641	380.582	
6.529	6.569	6.519	6.345	6.556	7.367	6.820	6.643	6.548	6.354	6.349	5.396	6.096	6.050	6.305						
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0						
1.928,0	1.952,0	1.975,0	1.998,0	2.022,0	2.046,0	2.069,0	2.092,0	2.116,0	2.140,0	2.164,0	2.186,0	2.210,0	2.234,0	2.258,0						
24,0	24,0	23,0	23,0	24,0	24,0	22,0	24,0	24,0	24,0	24,0	22,0	24,0	24,0	24,0		23,7	712,0		24,0	
915.200	927.247	938.371	950.132	961.699	973.739	984.776	996.811	1.008.831	1.020.864	1.032.897	1.043.695	1.055.634	1.067.474	1.079.509						
12.052	12.047	11.124	11.761	11.567	12.040	11.037	12.035	12.020	12.033	12.033	10.696	12.039	11.840	12.035		11.840	355.210	23.680,7	0,0	
501,2	502,0	483,6	490,0	493,0	501,7	499,9	501,8	500,8	501,4	501,4	449,8	501,6	499,3	501,5		499,3			473,4	
95,47%	95,43%	88,12%	93,16%	91,63%	95,37%	87,43%	95,23%	95,22%	95,32%	95,32%	84,74%	95,37%	93,79%	95,33%		93,79%			75,33%	
182.769	183.571	184.390	185.202	186.014	186.840	187.732	188.516	189.297	190.114	190.927	191.704	192.621	193.424	194.210				194.210	170.137	
818,0	802,0	819,0	812,0	791,0	845,0	892,0	784,0	780,0	816,0	813,0	776,0	917,0	803,0	786,0		830,3	24.908,0	929	776	
7.706,0	7.730,0	7.754,0	7.778,0	7.801,0	7.825,0	7.849,0	7.873,0	7.897,0	7.921,0	7.945,0	7.969,0	7.993,0	8.017,0	8.041,0						
24,0	24,0	24,0	24,0	23,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0	24,0		23,9	718,0	24,0	23,0	
34,1	33,4	34,1	33,8	34,4	35,2	37,2	32,7	32,5	34,0	34,0	33,9	32,3	38,2	33,5	32,8		34,7		32,3	
3,4%	3,4%	3,5%	3,5%	3,6%	4,4%	4,6%	3,2%	3,3%	3,4%	3,4%	3,4%	3,6%	3,6%	3,4%		3,6%		0,0	0,0	
24.032	23.713	23.101	23.513	21.756	19.019	19.430	24.008	23.961	24.002	24.004	21.573	24.023	23.629	24.005		23.127	693.815	24.041	19.019	
1.001,3	988,0	962,5	979,7	906,5	792,5	809,6	1.000,3	998,4	1.000,1	1.000,2	868,9	1.001,0	984,5	1.000,2		1.001,7			792,5	
95,18%	93,92%	91,50%	93,13%	86,17%	75,33%	76,96%	95,09%	94,90%	95,06%	95,07%	85,44%	95,15%	93,59%	95,06%		91,60%			75,33%	
35,0		15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	10,0	15,0		16,6	395,0	35,0	10,0	
20,0	12,0		15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	10,0	20,0			16,9	372,0	35,0	10,0	
25,0	40,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	20,0	65,0	30,0	30,0	65,0	30,0			35,6	640,0	78,0	20,0	
									35,0			35,0					30,0	120,0	35,0	25,0
80,0	52,0	45,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	60,0	90,0	130,0	60,0	60,0	120,0	65,0		88,7	1.527,0	130,0	15,0	
9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0		9,0	270,0	9,0	9,0	
9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0	9,0		9,0	270,0	9,0	9,0	
18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0		18,0	540,0	18,0	18,0	
0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0		0	3	3		

6.1.2.1 Considerazioni

Dai report precedenti è possibile fare le seguenti considerazioni:

- Le utenze elettriche in funzione non sono distinte per consumo energetico bensì viene indicato il consumo complessivo di ogni singolo giorno e la media giornaliera;
- Si distinguono tre tipi di pompaggi riferiti rispettivamente alle due pompe di fornitura MTE e alla 7° pompa di fornitura CRI-MAN ma controllata dal sistema di controllo MTE: pompa substrati del vano pompe di movimentazione digestato, pompa della pre-vasca liquami, pompa del gruppo di separazione
- Non viene indicato il consumo energetico degli organi di trattamento del biogas prima dell'utilizzo nel cogeneratore, tale dato è di competenza del fornitore dei cogeneratori (DREYER & BOSSE);
- E' possibile ricavare i valori di consumo delle singole utenze conoscendo i dati di targa e le caratteristiche tecniche delle varie utenze: portata oraria per le pompe, quantità di immissione oraria degli alimentatori, ecc...
- Alcuni dati non sono caricati per piccoli errori del programma di archiviazione o per interruzione prolungata dell'alimentazione elettrica.

6.2 Redditività dell'impianto: caso di sola alimentazione in autoconsumo

In questo paragrafo vengono fatte alcune considerazioni a carattere energetico ed economico dei due impianti visti al paragrafo precedente 6.1; in particolare i valori si riferiscono al caso di completo autoconsumo delle utenze elettriche ausiliarie.

Az. Agr. FERRARIO

Viene qui di seguito fatta l'analisi economica del mese di settembre:

- Prezzo dell'energia in prelievo al cogeneratore: 0,28 €cent
- Media ore giornaliere di lavoro del cogeneratore: 23,8 h
- Media energia prodotta in media all'ora: 326,4 kWh
- Totale energia prodotta nel mese di settembre: 23.3049,6 kWh

A) *Ricavo totale lordo: 65.253,88 €*

- Media energia oraria prelevata in autoconsumo: 21 kWh
- Media ore giornaliere di lavoro del cogeneratore: 23,8 h
- Totale energia assorbita in autoconsumo dagli ausiliari*: 14.994 kWh

- Autoconsumo medio orario: 6,2 %

B) Costo dell'energia dovuta agli autoconsumi: 4198,32 €

*C) Ricavo totale netto**[C=A-B]: 61055,56 €*

Note:

*: Autoconsumi relativi alla sola parte impiantistica di fornitura MT-Energie. Sono stati trascurati gli autoconsumi del trattamento gas e dei servizi ausiliari propri del cogeneratore di fornitura AB-Energy.

** : Nel ricavo netto vengono trascurate le spese dovute alla manutenzione dell'impianto, dipendenti, costo della biomassa, ecc.

Cooperativa Agroenergetica Territoriale C.A.T.

- Prezzo dell'energia in prelievo al cogeneratore: 0,28 €cent
- Media ore giornaliere di lavoro del cogeneratore (1): 23 h
- Media ore giornaliere di lavoro del cogeneratore (2): 23,7 h
- Media energia prodotta oraria, cogeneratore (1): 470,3 kWh
- Media energia prodotta oraria, cogeneratore (2): 493,3 kWh
- Totale energia prodotta nel mese di settembre: 675.243 kWh

A) Ricavo totale lordo: 189.068 €

- Media energia oraria prelevata in autoconsumo: 34,7 kWh
- Media ore giornaliere di lavoro dei cogeneratori: 23,4 h
- Totale energia assorbita in autoconsumo dagli ausiliari*: 24.359 kWh
- Autoconsumo medio orario: 3,6%

B) Costo dell'energia dovuta agli autoconsumi: 6.820 €

*C) Ricavo totale netto**[C=A-B]: 182.248 €*

Note:

*: Autoconsumi relativi alla sola parte impiantistica di fornitura MT-Energie. Sono stati trascurati gli autoconsumi del trattamento gas e dei servizi ausiliari propri del cogeneratore di fornitura Dreyer & Bosse.

** : Nel ricavo netto vengono trascurate le spese dovute alla manutenzione dell'impianto, dipendenti, costo della biomassa, ecc.

6.3 Redditività dell'impianto: caso con distinzione delle alimentazioni

In questo paragrafo vengono fatte alcune considerazioni a carattere energetico ed economico dei due impianti visti in precedenza ai paragrafi 6.1. e 6.2; in particolare le valutazioni si riferiscono al caso in cui vi sia una linea separata per alimentare le utenze che non vengono definite come ausiliarie.

Az.Agr.FERRARIO

Viene qui di seguito fatta l'analisi economica del mese di settembre:

- Prezzo dell'energia in prelievo al cogeneratore: 0,28 €/cent
- Prezzo dell'energia in prelievo dalla rete: 15,59 €/cent
- Media ore giornaliere di lavoro del cogeneratore: 23,8 h
- Media energia prodotta in media all'ora: 326,4 kWh
- Totale energia prodotta nel mese di settembre: 233.049,6 kWh

A) Ricavo totale lordo: 65.253,88 €

Secondo la classificazione stabilita per i servizi ausiliari è possibile eliminare dall'autoconsumo del cogeneratore e alimentare da linea esterna le seguenti utenze:

Componente di processo	Utilizzatore	Pn	Ku	Ppeak	Ptot	Tempo funzionamento (ore al mese)	Autoconsumo mensile (kWh)
ALIMENTATORE MT-ALLIGATOR 47 m ³ AL-01	Gruppo idraulico	7,5	0,8	6,0	25,3	85,48	2.162,52
	Motore COS	7,5	0,8	6,0			
	Motore COR	5,5	0,8	4,4			
	Motore CVT	7,5	0,8	6,0			
	Motore CR	3,6	0,8	2,9			
Pre-vasca liquami	POMPA TRITURATRICE	11	0,8	8,8	8,8	29,86	262,77
							Totale 2.424,29

- Media energia oraria prelevata: 21 kWh
- Media ore giornaliere di lavoro del cogeneratore: 23,8 h

X) Totale energia assorbita dalle utenze dell'impianto: 14.994 kWh

Y) Totale energia assorbita dalle utenze alimentate da linea esterna: 2.424,29 kWh

Z) Totale energia assorbita in autoconsumo [$Z=X-Y$] : 12.569,71 kWh

B) Costo dell'energia dovuta agli autoconsumi: 3.519,52 €

C) Costo dell'energia delle utenze alimentate da linea esterna (15,59 €/cent): 377,95 €

D) Ricavo totale netto**[$D=A-B-C$]: 61.356,41 €

E) Risparmio mensile dovuto alla separazione delle utenze***: 301 €

F) Risparmio annuo dovuto alla separazione delle utenze: 3.612 €

G) Risparmio nell'arco dei 15 anni, durata della tariffa omnicomprensiva: 54.180 €

Note:

*: Autoconsumi relativi alla sola parte impiantistica di fornitura MT-Energie. Sono stati trascurati gli autoconsumi del trattamento gas e dei servizi ausiliari propri del cogeneratore di fornitura AB-Energy.

** : Nel ricavo netto vengono trascurate le spese dovute alla manutenzione dell'impianto, dipendenti, costo della biomassa, ecc.

*** Nel risparmio dovuto alla separazione delle utenze sono state escluse le utenze elettriche che nel mese in esame non sono state messe in funzione, come la pompa del siero da 5,5 kW , oltre alle varie pompe del percolato, acqua di condensa e separatore del digestato esausto, quest'ultimo non di fornitura MTE.

Cooperativa Agroenergetica Territoriale C.A.T.

Nella tabella seguente vengono elencate le utenze che è possibile alimentare dalla rete elettrica anziché in autoconsumo al cogeneratore; i dati sono relativi alle registrazioni di protocollo considerando rispettivamente per gli alimentatori una portata di immissione della biomassa di 100 Kg/min, per il mixer della pre-vasca liquami (di fornitura MTE ma non rappresentato nel protocollo) un funzionamento dell'1% e per la pompa a coclea eccentrica di caricamento liquami una portata di 28 m³/h (portata nominale 30 m³/h).

Componente di processo	Utilizzatore	Pn	Ku	Ppeak	Ptotale	Tempo funzionamento (ore al mese)	Autoconsumo mensile (kWh)
ALIMENTATORE FLIEGL 54 m ³ AL-01	Gruppo idraulico	3	0,8	2,4	28,08	101,78	2.857,98
	Motore CO	5,5	0,8	4,4			
	Motore CV	5	0,8	4			
	Motore CI	3,6	0,8	2,88			
	Motore CVS	3	0,8	2,4			
	Motore CVS	3	0,8	2,4			
	Motore CVS	3	0,8	2,4			
	Motore CVS	3	0,8	2,4			
	Motore CVS	3	0,8	2,4			
	Motore CVS	3	0,8	2,4			
ALIMENTATORE FLIEGL 54 m ³ AL-01	Gruppo idraulico	3	0,8	2,4	28,08	101,545	2.851,38
	Motore CO	5,5	0,8	4,4			
	Motore CV	5	0,8	4			
	Motore CI	3,6	0,8	2,88			
	Motore CVS	3	0,8	2,4			
	Motore CVS	3	0,8	2,4			
	Motore CVS	3	0,8	2,4			
	Motore CVS	3	0,8	2,4			
	Motore CVS	3	0,8	2,4			
	Motore CVS	3	0,8	2,4			
Pre-vasca Liquami	Miscelatore sommerso	7,5	0,8	6	6	7,2	43,2
Pre-vasca Liquami	Pompa a coclea eccentrica	5,5	0,8	4,4	4,4	19,29	84,87
							Totale 5.837,43

Di seguito vengono fatte le considerazioni economiche:

- Prezzo dell'energia in prelievo al cogeneratore: 0,28 €/cent
- Prezzo dell'energia in prelievo dalla rete: 15,59 €/cent
- Media ore giornaliere di lavoro del cogeneratore (1): 23 h
- Media ore giornaliere di lavoro del cogeneratore (2): 23,7 h
- Media energia prodotta oraria, cogeneratore (1): 470,3 kWh
- Media energia prodotta oraria, cogeneratore (2): 493,3 kWh
- Totale energia prodotta nel mese di settembre: 675.243 kWh

A) Ricavo totale lordo: 189.068 €

- Media energia oraria prelevata in autoconsumo: 34,7 kWh
- Media ore giornaliere di lavoro dei cogeneratori: 23,4 h
- X) Totale energia assorbita dalle utenze dell'impianto*: 24.359 kWh
- Y) Totale energia assorbita dalle utenze alimentate da linea esterna: 5.837,43 kWh
- Z) Totale energia assorbita in autoconsumo [Z=X-Y] : 18.521,57 kWh

B) Costo dell'energia dovuta agli autoconsumi (0,28 €/cent): 5.186 €

C) Costo dell'energia delle utenze alimentate da linea esterna (15,59 €/cent): 910 €

*D) Ricavo totale netto**[D=A-B-C]: 182.972 €*

*E) Risparmio mensile dovuto alla separazione delle utenze***: 724 €*

F) Risparmio annuo dovuto alla separazione delle utenze: 8.688 €

*G) Risparmio nell'arco dei 15 anni, tempo di durata della tariffa omnicomprensiva:
130.320 €*

Note:

*: Autoconsumi relativi alla sola parte impiantistica di fornitura MT-Energie. Sono stati trascurati gli autoconsumi del trattamento gas e dei servizi ausiliari propri del cogeneratore di fornitura Dreyer & Bosse.

** : Nel ricavo netto vengono trascurate le spese dovute alla manutenzione dell'impianto, dipendenti, costo della biomassa, ecc.

*** Nel risparmio dovuto alla separazione delle utenze sono state escluse le utenze elettriche che nel mese in esame non sono state messe in funzione, come la pompa di travaso delle vasche residui da 5,5 kW , oltre alle varie pompe del percolato, acqua di condensa e gruppo di separazione, quest'ultimo non di fornitura MTE.

CONCLUSIONI

Dal seguente elaborato che raccoglie la mia esperienza di tirocinio presso l'azienda MT-Energie, relativamente all'argomento che ho approfondito, si possono trarre le seguenti conclusioni:

- La classificazione delle zone ATEX risulta indispensabile per l'installazione delle apparecchiature elettriche all'interno dell'impianto di cogenerazione elettro-termica da biogas. Tutte le apparecchiature e sistemi di sicurezza, destinati ad essere utilizzati in atmosfere potenzialmente esplosive, dovranno avere contrassegno CENELEC (EN 50014) e/o ATEX (Direttiva 94/9/CE, recepita con DPR 126/98).
- Il P&Id raccoglie in modo schematico tutte le informazioni necessarie a descrivere il processo funzionale dell'impianto, oltretutto, grazie agli allegati, risulta essere un validissimo strumento per la manutenzione ordinaria e straordinaria.
- Non c'è ancora una normativa ufficiale che regola la classificazione dei servizi ausiliari degli impianti di biogas, in ogni caso si può far riferimento alla delibera dell'AEEG 02/06.
- Stando alle linee guida del GSE per l'impianto di fornitura MTE è da considerarsi ausiliario tutto ciò che contribuisce a produrre il biogas vale a dire tutte le utenze dei digestori a captazione più la pompa substrati di bypass.
- Le tabelline sugli autoconsumi di nuova concezione, oltre a soddisfare i progettisti dei clienti che si adoperano alla compilazione delle pratiche ENEL-GSE, risultano corrispondenti al vero. Infatti, i valori percentuali di autoconsumo ricavati, si differenziano di poco rispetto ai valori registrati nei centri di protocollo mensili degli impianti.
- La suddivisione delle utenze con l'alimentazione separata è comunque sempre conveniente sia nel breve che nel lungo termine se si considera che un cablaggio ulteriore non costa eccessivamente tanto, specialmente se l'impianto è già predisposto (vedi Energy TRE, Energy QUATTRO, PASQUALI, ecc):
Per l'impianto di Ferrario da 327 kW si può risparmiare una cifra annua che si aggira sui 3600 € e, considerando l'intera durata della tariffa omnicomprensiva 15 anni, il risparmio sale a circa 54.000 €.
Per l'impianto CAT da 999 kW si può risparmiare una cifra annua che si aggira all'incirca sugli 8600 € e, considerando l'intera durata della tariffa omnicomprensiva di 15 anni, il risparmio sale a circa 130.000 €.

GLOSSARIO

Aerobico: processo attuato da microrganismi aerobi, che utilizzano, cioè, l'ossigeno libero.

Anaerobico: processo attuato da microrganismi anaerobi, che vivono cioè in assenza di ossigeno. I microrganismi anaerobi possono essere anaerobi facoltativi o obbligati a seconda che siano in grado o meno di utilizzare, quando è disponibile, anche l'ossigeno libero.

ATEX: è il nome convenzionale della direttiva 94/9/CE dell'Unione Europea per la regolamentazione di apparecchiature destinate all'impiego in zone a rischio di esplosione. Il nome deriva dalle parole ATmosphères ed EXplosibles.

Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas (AEEG): autorità indipendente, istituita con la legge 14/11/1995 n°481, con funzioni di regolazione e di controllo dei servizi pubblici nei settori dell'energia elettrica e del gas. All'AEEG il decreto Bersani ha inoltre attribuito compiti specifici attinenti l'obbligo del mercato libero, tra cui quello di fissare le condizioni tecnico-economiche di accesso alla rete di trasmissione nazionale, risolvendo le possibili controversie in materia di diritto di accesso alla rete.

Biogas: miscela gassosa composta dai seguenti gas: 52% metano, 43% anidride carbonica, 0,5% ossigeno, 2,5% azoto, ecc...

Cogeneratore: motore endotermico accoppiato ad un generatore elettrico sincrono in grado di recuperare l'energia termica prodotta durante il funzionamento.

Digestione anaerobica: processo biologico complesso per mezzo del quale, in assenza di ossigeno, la sostanza organica viene trasformata in biogas. Le fasi che intervengono nella produzione del biogas sono essenzialmente quattro: idrolisi, acidogenesi, acetogenesi, metanizzazione.

Digestore: reattore nel quale avviene il processo di digestione anaerobica.

Gassificazione: processo che consiste nella conversione di un materiale solido o liquido in un gas combustibile (anidride carbonica, gas metano, monossido di carbonio, idrogeno e miscele di essi) ottenute tramite ossidazione parziale condotta sotto l'azione del calore.

Idrolisi: reazione per cui un legame chimico viene scisso per intervento dell'acqua.

Mesofilo: ambito di temperatura che comprende valori tra i 30°C e 45°C.

Omnicomprendiva (tariffa): tariffa con la quale viene pagata l'energia elettrica immessa in rete prodotta da fonti rinnovabili quali il biogas; la tariffa è di 0,28 €/cent.

pH: grandezza che esprime l'acidità di una soluzione. La scala dei pH si estende dal valore 0 al valore 14; quando il pH è inferiore a 7 la soluzione è acida, quando è superiore a 7 è alcalina. Il valore 7 corrisponde alla neutralità.

Pirolisi: Processo che consiste nella conversione di un materiale solido o liquido in un gas combustibile (anidride carbonica, metano, monossido di carbonio, idrogeno e miscele di essi) ottenuto in assenza totale di agente ossidante con apporto esterno di calore.

Psicrofilo: ambito di temperatura che comprende valori tra i 10°C e 30°C.

Teleriscaldamento: sistema di riscaldamento a distanza di un quartiere o di una città che utilizza il calore prodotto da una centrale termica, da un impianto di cogenerazione o da una sorgente geotermica. In un sistema di teleriscaldamento il calore viene distribuito agli edifici tramite una rete di tubazioni nella quale fluiscono l'acqua calda o il vapore.

Termofilo: ambito di temperatura che comprende valori superiori ai 45°C.

BIBLIOGRAFIA

- 1) Sito internet: **WWW.MT-ENERGIE.IT**
- 2) Disegno impianti chimici - Manuale ad uso degli studenti; tratto dal sito internet:
WWW.DIVINI.NET
- 3) Sito internet: **WWW.ENEL.IT**
- 4) Sito internet: **WWW.GSE.IT**
- 5) Server di archiviazione dati MT-ENERGIE ITALIA s.r.l
- 6) Norme **CEI**

RINGRAZIAMENTI

Ringrazio infinitamente la mia famiglia, dalle origini contadine di cui vado fiero, che mi ha trasmesso l'amore e la passione per l'agricoltura e l'allevamento oltre allo spirito di sacrificio e la dedizione allo studio che sono stati fondamentali per il conseguimento dei miei obiettivi;

Ringrazio il Dott. Luigi Buson, legale rappresentate dell'azienda MT-Energie Italia srl che mi ha ospitato durante il tirocinio, per il suo interesse nei miei confronti oltre che per la serietà dimostrata; lo ringrazio soprattutto per aver creduto in me anche dopo il percorso extra-scolastico di tirocinio offrendomi un importante contratto di lavoro;

Ringrazio il mio Tutor aziendale Ing. Andrea Brunello che mi ha sempre seguito e sostenuto nel mio percorso di tirocinio in MTE; va dato atto di essere stato un punto di riferimento importante per la mia formazione extra-scolastica;

Ringrazio l'Ing. Renato Minto, dalla grande esperienza e cultura, per i preziosissimi consigli e le indicazioni che mi ha dato; lo ringrazio particolarmente per avermi insegnato e trasmesso l'approccio ingegneristico nel mondo del lavoro;

Ringrazio il mio Tutor scolastico prof. Ing. Arturo Lorenzoni, che mi ha guidato nella stesura della tesi di laurea, per la disponibilità dimostrata nei miei confronti;

Ringrazio tutti i dipendenti della *mia* azienda MT-Energie Italia e MT-Energie GmbH & Co. che si sono sempre dimostrati disponibili nei miei confronti e che dall'aprile 2010, per mia grande fortuna, sono diventati anche colleghi di lavoro;

Ringrazio infine i miei amici e colleghi di studio che si sono prestati ad aiutarmi e sostenermi sempre con la massima collaborazione.