

MANUALE USO E MANUTENZIONE

DI

IMPIANTO UPGRADING BIOGAS A MEMBRANE

Capacità 440 Nm³/h (biogas grezzo)

TECNO PROJECT INDUSTRIALE

Via Fermi 24
24035 CURNO (BERGAMO) - ITALIA

Oggetto : MANUALE USO E MANUTENZIONE
Cliente : ANAERGIA
Commessa : B20C19080
Capo Commessa : Y. JIANG
Autore : L. Lumassi
Sito : Calimera (LC)

Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato
1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/03/2021	LL	AC	YJ

Sommario

1 . INFORMAZIONI GENERALI	4
1.1 NORMATIVE E DIRETTIVE CE DI RIFERIMENTO.....	4
2. REGOLE GENERALI DI SICUREZZA	5
2.1 REGOLE DI SICUREZZA PER GLI OPERATORI	5
2.1.1 <i>Indicazioni di carattere generale sulla sicurezza d'impianto</i>	5
2.2 RISCHI RESIDUI	7
2.3 PRESCRIZIONI DI SICUREZZA	9
2.3.1 <i>Generale</i>	9
2.3.2 <i>Componenti elettrici</i>	9
2.3.3 <i>Avvertenze specifiche per il pericolo di incendio o esplosione</i>	10
3 SKID TORRE DI LAVAGGIO	12
3.1 SPECIFICHE BIOGAS IN INGRESSO	12
3.2 DATI TECNICI E UTILITY.....	12
3.2.1 <i>Dati elettrici:</i>	13
3.2.2 <i>Performance abbattimento</i>	13
3.3 COMPONENTI	13
3.4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	14
3.5 INSTALLAZIONE.....	15
3.6 DESCRIZIONE PROCESSO.....	15
3.6.1 <i>Torre di lavaggio</i>	15
3.6.3 <i>Sistema di dosaggio acido solforico</i>	17
3.6.4 <i>Booster</i>	17
3.6.5 <i>Messa in servizio</i>	17
3.7 OPERATIVITA' IMPIANTO	17
3.7.1 <i>Sistemi di controllo da prevedere</i>	17
3.7.2 <i>Misure di sicurezza</i>	18
3.6.3 <i>Misure di controllo</i>	18
3.6.4 <i>Condizioni di normale operatività</i>	19
3.8 MANUTENZIONE.....	19
3.8.1 CONTROLLI PERIODICI	19
3.8.2 <i>Ricerca guasti</i>	20
4 PURIFICAZIONE DI BASSA PRESSIONE.....	21
4.1 DATI TECNICI	21
4.1 COMPONENTI PRINCIPALI.....	21
4.2 DESCRIZIONE DEL PROCESSO	22
4.3 OPERATIVITA' IMPIANTO	22
5 SKID UPGRADING BIOGAS	24
5.1 DATI TECNICI	24
5.2 SPECIFICHE BIOMETANO PRODOTTO	26
5.2.1 <i>Dati elettrici:</i>	27
5.3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO	27
5.4 INSTALLAZIONE	27
5.5 DESCRIZIONE DEL PROCESSO	28
5.6 OPERATIVITA' IMPIANTO	33
5.6.1 <i>Avviamento automatico</i>	33
5.6.2 <i>Flussaggio e condizionamento ad azoto</i>	33
5.6.3 <i>Procedura caricamento olio</i>	34
5.6.4 <i>Messa in servizio</i>	34
5.6.5 <i>Messa di sicurezza</i>	35

1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ
Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato

5.6.6	Misure di controllo	36
5.6.7	Condizioni di normale operatività	36
5.7	MANUTENZIONE.....	39
5.7.1	Controlli periodici	39
5.8	LUBRIFICAZIONE	40

1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ
Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato

1 . INFORMAZIONI GENERALI

Le prescrizioni e raccomandazioni presenti nel seguente manuale sono parte integrale della garanzia della macchina.

L'operatore deve familiarizzare con le istruzioni d'uso ed averle a portata di mano quando opera con il macchinario.

E' severamente vietato installare e utilizzare la macchina al di fuori delle limitazioni d'uso e delle prescrizioni di installazione ivi descritte, pena il decadimento delle garanzie contrattuali.

1.1 NORMATIVE E DIRETTIVE CE DI RIFERIMENTO

Il compressore è stato progettato e costruito rispettando le seguenti norme comunitarie, in particolare:

- Direttiva macchine 2006/42 CE
- Direttiva bassa tensione 2014/35/UE
- Direttiva PED (Pressure Equipment Directive) 2014/68/UE
- Direttiva sulla Compatibilità elettromagnetica 2014/30/UE
- Direttiva ATEX (apparecchiature destinate all'impiego in zone a rischio di esplosione) 2014/34/UE
- EN 1127-1:2011 Prevenzione dell'esplosione e protezione contro l'esplosione. Concetti fondamentali e metodologia.
- EN/ISO 80079-36:2016 Atmosfere esplosive Parte 36: Apparecchi non elettrici destinati alle atmosfere esplosive. Metodo e requisiti di base
- EN/ISO 80079-37:2016 Atmosfere esplosive Parte 37: Apparecchi non elettrici destinati alle atmosfere esplosive. Tipo di protezione non elettrica per sicurezza costruttiva "c", per controllo della sorgente di accensione "b", per immersione in liquido "k"
- CLC/TR 60079-32-1 Atmosfere esplosive Parte 32-1: Pericoli da fenomeni elettrostatici - Guida
- EN 60079-14 Costruzione elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 14: Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere).
- EN 60079-17 Costruzione per atmosfere esplosive per la presenza di gas.
Parte 17: Verifica e manutenzione degli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas.
- EN 60079-x Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Modi di protezione per le apparecchiature elettriche.
- CEI EN 60079-10-1 Atmosfere esplosive Parte 10-1: Classificazione dei luoghi. Atmosfere esplosive per la presenza di gas
- CEI EN 60079-10-2 Atmosfere esplosive Parte 10-2: Classificazione dei luoghi. Atmosfere esplosive per la presenza di polveri combustibili


1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ
Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato

2. REGOLE GENERALI DI SICUREZZA

2.1 REGOLE DI SICUREZZA PER GLI OPERATORI

Raccomandiamo che le condizioni di pressione e temperatura dei fluidi, le condizioni di funzionamento e la manutenzione siano in accordo con le istruzioni contenute nel presente manuale.

Per garantire la sicurezza è indispensabile che i dispositivi di sicurezza installati sulla macchina vengano mantenuti in stato di efficienza e controllati periodicamente.

	<p><u>Macchina installata in zone con rischio di esplosione:</u></p> <p>è vietato operare sulla macchina anche in assenza di tensione se è presente o vi è rischio di una potenziale atmosfera esplosiva.</p> <p>Prima di operare quindi assicurarsi che l'area sia stata bonificata ed il compressore purgato con gas inerte.</p> <p>Vanno inoltre osservate strettamente le prescrizioni in materia vigenti nel sito di installazione in tema di prevenzione del rischio e di autorizzazione al lavoro su macchine.</p> <p>Si prescrive l'uso di abbigliamento antistatico quando si opera sull'impianto, anche durante le operazioni di fermata e manutenzione.</p>
---	--

2.1.1 Indicazioni di carattere generale sulla sicurezza d'impianto

L'impianto è formato da apparecchiature e linee che lavorano a diversi livelli di pressione. Vanno pertanto tenute presenti le seguenti indicazioni.

IDENTIFICAZIONE:

Tutte le apparecchiature in pressione sono identificate dalla targa su di esse fissata, sulla quale sono precisati valori di temperatura e pressione per i quali le apparecchiature stesse sono state progettate.

MONTAGGIO E INSTALLAZIONE:

Prima dell'installazione si raccomanda di verificare l'assenza di qualsiasi tipo di danneggiamento dovuto alla movimentazione, al trasporto o ad altri fattori contingenti.

L'installazione deve avvenire secondo criteri e metodologie atte ad eliminare i rischi per le persone.

In particolare devono essere impiegati attrezzature e strumenti idonei, il personale addetto all'installazione deve essere qualificato e istruito in merito ai rischi e l'area d'installazione deve essere definita e riservata esclusivamente a suddetto personale.

MESSA IN SERVIZIO:

Non è autorizzata la messa in servizio in assenza della targa riportante la marcatura.

La messa in servizio dell'attrezzatura dovrà avvenire osservando scrupolosamente le istruzioni di avviamento dell'insieme del quale essa fa parte.

LIMITI DI IMPIEGO:

Un corretto utilizzo delle attrezzature in pressione è necessario per garantire la sicurezza dell'impianto.

A tale scopo l'utilizzatore deve seguire quanto indicato nelle istruzioni delle singole apparecchiature.

1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ
Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato

È assolutamente vietato l'utilizzo dell'attrezzatura al di fuori dei limiti d'impiego.

MANUTENZIONE E CONTROLLI DA PARTE DELL'UTILIZZATORE

L'impianto e tutte le apparecchiature e tubazioni che lo compongono, accessori inclusi, devono essere conservati in efficienza e in buono stato.

Le apparecchiature in pressione devono essere sottoposte annualmente a una verifica di esercizio e, almeno ogni dieci anni, a una verifica completa secondo le prescrizioni di legge.

La verifica annuale di esercizio consiste nella constatazione che le condizioni d'installazione dell'apparecchiatura, ai fini della sicurezza, permangono invariate rispetto a quelle accertate in sede d'impianto, nonché nell'esame dell'efficienza ed idoneità dei dispositivi di protezione.

La verifica decennale completa consiste nella visita interna ed esterna dell'attrezzatura allo scopo di accertare lo stato di conservazione delle membrane, in relazione alla stabilità per le condizioni di esercizio.

L'utilizzatore è comunque tenuto al pieno rispetto della legislazione sull'esercizio delle attrezzature in pressione vigente nel Paese di utilizzo.

PERICOLI DI UN USO SCORRETTO

Ogni apparecchiatura non deve essere utilizzata al di fuori delle condizioni di progetto previste e riportate nella targa su di essa fissata.

Non possono essere effettuate saldature, manomissioni, riparazioni e modifiche senza preventiva autorizzazione da parte di Tecno Project Industriale.

Le attrezzature non devono essere collocate in locali non sufficientemente aerati né in vicinanza di sostanze infiammabili, non devono essere esposte a sorgenti di calore né a vibrazioni che possano indurre rotture a fatica.

Le attrezzature non sono state progettate per sostenere sovraccarichi dovuti a fattori esterni.

È vietato ogni tipo di utilizzo improprio dell'attrezzatura.

DISPOSITIVI DI PROTEZIONE

Le attrezzature dell'impianto possono essere esercite esclusivamente se protette da dispositivi integrati nell'insieme di cui fanno parte. Tali dispositivi sono, come minimo, gli accessori adeguati al fine di rispondere ai requisiti in materia di limitazione dei danni in caso d'incendio di origine esterna, nonché gli opportuni dispositivi di limitazione della pressione.

I dispositivi di limitazione della pressione devono essere progettati e costruiti coerentemente alla PED 2014/68/UE e in modo che la pressione non superi permanentemente la soglia massima ammissibile PS.

PREVENZIONE INCENDI/ESPLOSIONI

Il presente macchinario è idoneo ad installazione possibili atmosfere esplosive a causa della presenza di gas metano (biogas o biometano) secondo CEI EN 60079-10 - ZONA 2; tutte le apparecchiature elettriche che li compongono sono state fornite antideflagranti ATEX Ex-d o a sicurezza intrinseca Ex-ia.

Consultare la classificazione dell'area pertinente al luogo di installazione emessa unitamente al Layout di impianto.

E' fatto divieto di utilizzo di fiamme libere e fonti di innesco potenziali (telefoni cellulari, apparecchiature elettriche ed elettroniche non idonee, fonti di energia statica) sugli skid all'interno delle aree classificate.

Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato
1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ

2.2 Rischi residui

Vengono di seguito riportati i rischi residui da tenere in considerazione per l'impianto nel suo insieme.

Pos.	RISCHIO RESIDUO	AZIONE	RESPONSABILITÀ (X=UTILIZZATORE)
1	Uso al di fuori dei limiti d'impiego	Proibito (1) (2)	X
2	Zona di installazione	Installazione in area adeguata Vie di accesso Restrizioni sull'accesso all'area	X
3	Esposizione degli operatori	Istruzione operatori Equipaggiamenti di protezione individuale	X
4	Illuminazione	Illuminazione a norma di legge dei luoghi di lavoro accessibili.	X
5	Stabilità strutturale	Adeguatezza opere civili	X
6	Emissioni gas	Convogliamento emissioni in zona sicura	X
7	Emissioni liquide accidentali – sversamento olio compressore	Prevedere adeguato sistema di raccolta olio e separazione acque superficiali	X
8	Rotture durante l'esercizio	Manutenzione Impiego ricambi originali	X
9	Alte temperature superficiali circuito compressore	Istruzione operatori Equipaggiamenti di protezione individuale	X
10	Incendio esterno	Sistema prevenz. / protezione da incendi	X
11	Elettricità statica	Completamento impianto di messa a terra e sua verifica / manutenzione periodica Verifica periodica collegamenti equipotenziali	X
12	Emissione sonora all'interno del cabinato > 85 dB(a)	Istruzione operatori Equipaggiamenti di protezione individuale	X
13	Componenti in tensione	Adeguatezza impianto elettrico	X
14	Incendio esplosione	- La rilevazione ed il sistema antincendio non sono parte del sistema in oggetto e vanno previsti ed installati a cura del utente finale - Si prescrive che il contenuto di ossigeno nel biogas in ingresso non superi mai il 5%, verifica e controllo a cura del utente finale	X
15	Sistema di rilevazione gas area impianto	Il sistema di rilevazione gas installato sull'impianto deve essere sempre operativo e ricalibrato a intervalli regolari (max 6 mesi) , compito dell'utilizzatore finale osservare tale prescrizione	X
16	Sistema di ventilazione gas cabinato	I sistemi di ventilazione (ridondanti) devono essere sempre operativi, compito dell'utilizzatore finale mantenerne il buon funzionamento che è fondamentale per la sicurezza dell'impianto	X
17	Disturbi elettromagnetici	Valutazione effetti presenza di disturbi elettromagnetici dovuta ad azionamento motore con VFD su dispositivi di sicurezza	X

1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ
Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato

		portatili	
--	--	-----------	--

- (1) L'insieme è protetto opportunamente in modo passivo ed attivo da valvole di sicurezza presenti sulla linea in modo da prevenire l'utilizzo al di fuori dei campi di impiego delle linee e degli apparecchi.
- (2) I circuiti dell'acqua glicolata, dell'aria compressa e dell'azoto sono protetti da valvola di sicurezza al di fuori dei limiti di batteria dell'insieme e a cura del cliente

1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ
Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato

2.3 PRESCRIZIONI DI SICUREZZA

La gestione dell'impianto sia in condizioni di normale operatività sia durante le operazioni di manutenzione deve essere fatta in conformità alle istruzioni contenute in questo manuale.

Tutti gli interventi di manutenzione e riparazione devono essere operati da personale specializzato.

2.3.1 Generale

	<p>Gli impianti di seguito descritti sono dotati delle protezioni di sicurezza necessarie ad un corretto e sicuro funzionamento.</p> <p>Il responsabile degli impianti presso la deve assicurarsi che il personale presente sull'impianto conosca le note di seguito riportate:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Il controllo e la manutenzione dell'impianto devono essere fatti da personale specializzato e ben istruito. Il personale deve essere correttamente informato delle norme di sicurezza e delle informazioni contenute in questo manuale. b) Tutte le vie di fuga devono essere mantenute libere pulite e chiaramente indicate. c) Per il trasporto, carico e scarico di parti d'impianto pesanti, devono essere utilizzati mezzi di sollevamento idonei. d) Le linee di sfiato e di purga devono essere convogliate all'aperto in area sicura. e) La manutenzione delle macchine o di parti delle stesse deve essere fatta utilizzando solamente strumenti idonei per evitare possibili danneggiamenti. f) Durante la manutenzione di macchine o parti di macchine devono essere apposti cartelli che indichino lo stato di manutenzione dell'impianto. Assicurarsi anche che l'impianto non possa essere avviato per nessun motivo durante la manutenzione.
--	---


2.3.2 Componenti elettrici

	<p>Durante le fasi di montaggio, modifica o riparazione di parti elettriche dell'impianto possono essere presenti solamente tecnici specializzati ed autorizzati.</p> <p>Le apparecchiature elettriche possono essere utilizzate solamente se in accordo alle istruzioni del costruttore e alle norme locali di sicurezza. Le apparecchiature devono essere utilizzate nelle condizioni idonee; queste condizioni devono essere mantenute.</p> <p>È strettamente proibito lavorare su a parti d'impianto quando questo è in tensione o è presente del biogas in pressione.</p> <p>L'interruttore generale dell'impianto deve essere nella posizione di "OFF" durante qualsiasi azione di manutenzione o di lavoro sull'impianto.</p> <p>Le sicurezze del quadro elettrico non devono essere by-passate per nessun motivo.</p> <p>Tutti le apparecchiature elettriche montate sugli impianti come motori elettrici, soffiante, resistenze elettriche</p> <ul style="list-style-type: none"> - sono idonee all'istallazione in zona 2 gas al fine di prevenire scintille che potrebbero causare possibili inneschi. - sono provviste di targa del costruttore sulla quale sono indicate il numero di fabbrica, l'anno di costruzione, la capacità, e il numero di giri al minuto. Questa targa non deve essere rimossa, danneggiata o pitturata per nessun motivo.
--	--

Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato
1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ




	<p>Inoltre:</p> <ul style="list-style-type: none"> - i dispositivi di sicurezza non devono essere esclusi o rimossi in modo che non possano svolgere la loro funzione, - altri dispositivi di sicurezza, come termostati e pressostati, sono tarati su valori specifici. Il valore di taratura non deve essere cambiato, - l'interruttore generale deve essere nella posizione di "OFF" mentre si lavora sulla macchina. <p>Le macchine possono essere avviate solo quando:</p> <ul style="list-style-type: none"> - non si stanno effettuando lavori di qualsiasi tipo sull'impianto, - i dispositivi di sicurezza sono attivi - è attivo il sistema antincendio di zona (escluso dallo scopo di fornitura TPI) e il sistema di rilevazione fughe
--	--


2.3.3 Avvertenze specifiche per il pericolo di incendio o esplosione


	<p>Il personale che opera su un impianto dove è presente biogas/metano deve conoscere a fondo i rischi associati con il prodotto poiché sussistono diverse condizioni che possono rivelarsi pericolose per il personale e le attrezzature:</p> <p>PERDITA DI BIOGAS O BIOMETANO DAGLI IMPIANTI</p> <p>In caso di perdite di biogas/metano in uno degli impianti prima di intervenire per la riparazione:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Arrestare immediatamente l'apparecchiatura - Intercettare l'apparecchiatura presso la quale si è rilevata la perdita. - Sezionare i dispositivi elettrici lucchettando aperti i sezionatori locali - Scarico il biogas gas in area sicura - Bonificare il circuito e procedere alla ricerca perdite <p>Nel caso specifico dei sistemi di compressione che si troveranno all'interno di una cabina:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Accedere all'area con un dispositivo portatile per il rilevamento di gas se quello installato non fosse funzionante <p>OPERAZIONI DI NORMALE MANUTENZIONE DELLE APPARECCHIATURE</p> <p>Per evita possibili atmosfere esplosive o incendi prima di intervenire su un'apparecchiatura che deve essere "aperta" (per sostituzione i carboni, pulizia, riparazione, manutenzione, ecc) procedere al flussaggio delle stesse con azoto.</p> <p>Gli impianti sono equipaggiati di sistemi di flussaggio con azoto e scarico che vanno convogliati in zona sicura (a cura del Cliente). Solo quando tutto il metano è stato flussato è possibile aprire le apparecchiature ed effettuare gli interventi.</p>
---	---



Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato
1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ


Inoltre:

  	<p>“X” CONDIZIONI PARTICOLARI DI UTILIZZO:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lo SKID COMPRESSIONE BIOGAS è provvisto di una ventilazione di estrazione che garantisce il ricambio d'aria necessario per garantire la classificazione delle zone. - Lo SKID COMPRESSIONE BIOGAS deve essere collegato a terra. È a cura dell'utente verificare che sia sempre garantita e assicurata nel tempo la messa a terra dello SKID COMPRESSIONE BIOGAS è altresì necessaria la verifica della messa a terra delle apparecchiature elettriche installate sullo SKID. - Lo SKID MEMBRANE BIOGAS deve essere opportunamente pulito con antistatici per evitare un accumulo di carica elettrostatica. Il personale deve predisporre di indumenti di tipo antistatico
---	--

	<p>Per qualsiasi operazione (montaggio, smontaggio, pulizia, manutenzione) utilizzare attrezzi e procedure atte a non provocare fonti di innesco di eventuali esplosioni (es.: scintille, accumulo di cariche elettrostatiche).</p>
---	---

	<p>Le apparecchiature / componenti elettrici non devono essere aperti sotto tensione eccetto le apparecchiature a sicurezza intrinseca (marcatura Ex i). Le apparecchiature / componenti elettrici con marcatura Ex i devono essere collegati ad apparecchiature associate dall'utente. È stato quindi verificato il sistema a SI, mentre il cablaggio risulta a carico del cliente secondo quanto specificato negli schemi elettrici di progetto.</p> <p>Per la sicurezza legata all'utilizzo dei singoli componenti elettrici e non, installati consultare i manuali d'uso e manutenzione e rispettive istruzioni per la sicurezza.</p>
--	---

	<p>Lo SKID COMPRESSIONE BIOGAS deve essere opportunamente pulito con prodotti antistatici per evitare un accumulo di carica elettrostatica. Il personale deve predisporre di indumenti di tipo antistatico.</p>
	<p>Mantenere l'alimentazione dei ventilatori di estrazione sempre attiva. La ventilazione deve prevedere un'alimentazione dedicata di sicurezza per permetterne il funzionamento anche in caso di guasto o anomalia della rete. Gestione dell'alimentazione è a cura dell'utente finale</p>

	<p>Non sono ammessi usi diversi o aggiuntivi a quanto previsto nel Manuale d'uso e Manutenzione. Tutte le operazioni di manutenzione devono essere eseguite secondo quanto riportato nei manuali d'uso e manutenzione. Le sostituzioni non autorizzate o con componenti non originali invalidano la sicurezza dell'insieme; tutte le parti di ricambio devono essere sostituite con componenti equivalenti all'originale.</p>
---	---

Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato
1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ

3 SKID TORRE DI LAVAGGIO

3.1 SPECIFICHE BIOGAS IN INGRESSO

temperatura		35÷50 °C	
Punto rugiada max biogas ingresso		< 50°C	
Pressione biogas in ingresso minima		10 mbarg	
Portata max Design		440 Nm ³ /h	
Range composizione	Dato di progetto	Dato di progetto	
CO2 gas secco	Resto a 100	% V/V (= %mol)	
N2 gas secco	< 0,6	% V/V (= %mol)	
O2 gas secco	< 0,2	% V/V (= %mol)	
CH4 gas secco	55÷65	% V/V (= %mol)	
H2S ⁽²⁾	200	ppm	
NH3	10	ppm	
VOC's ⁽¹⁾	10	mg/Nm3	
TOT	100		

IMPORTANTE: PER PREVENIRE INQUINAMENTO DEL OLIO DEL COMPRESSORE E SUO DEPERIMENTO DANNEGGIAMENTO E' IMPORTANTE MONITORARE I PARAMETRI DI PROCESSO E LE CONCENTRAZIONI DEGLI INQUINANTI, TRAMITE ANALISI REGOLARI DEL BIOGAS TRATTATO PRIMA DEL LORO INGRESSO.

3.2 DATI TECNICI E UTILITY

FLUIDO DA TRATTARE	:	BIOGAS
ORIGINE	:	DIGESTIONE ANAEROBICA
PORTATA MAX INGRESO	:	440 Nm ³ /h
TEMPERATURA MAX INGRESSO	:	50°C
PRESSIONE DI DESIGN	:	0,5 BARG
MATERIALE TORRE	:	AISI316
MATERIALE RIEMPIMENTO	:	AISI316

Utilities	Unit	Minimum	Maximum
Aria strumenti:			
- Pressure	barg	5,5	7
- Temperature	°C	5	40
- Pressure dew point	°C	--	-10
- Quality	--	Oil free	--
Acqua lavaggio:			
- Temperatura	°C	10	20
- Portata	litri/h	100	500

1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ
Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato

3.2.1 Dati elettrici:

POTENZA ELETTRICA DI ALIMENTAZIONE : 400 V / 3 phase / 50 Hz
POTENZA ELETTRICA INSTALLATA : vedi schema elettrico

3.2.2 Performance abbattimento

Conc. NH3 max. INGRESSO	100 PPM
Conc. NH3 max. USCITA	10 PPM

3.3 COMPONENTI

Torre lavaggio ad acqua refrigerata T1001:

Numero sezioni : 2
Mat. Riempimento sez.1 : RIEMPIMENTO STRUTTURATO 500Y
Mat. Riempimento sez.2 : IMTP® #25 AISI316L (caotico)
Duametro : 406,4 mm
Altezza : 7096 mm
Temperatura di Design : -15°C / +50°C
Pressione di Design : 0,5 barg

Pompa circolazione P1002:

Modello : ROBUSCHI RSM 25-12 D 2B 11 M122 3
Portata : 6 m³/h
Prevalenza : 16 m
Certificazione ATEX : II 3G c Tx F1000
Certificazione ATEX motore : II2G Ex db IIB T4 Gb
Potenza installata : 1,1 kW
Tensione : 400V/3/50 Hz

Soffiante B1001 :

Modello : MAPRO CM 310.6.0.0.6
Portata : 450 Nmc/h
Prevalenza : 310 mbar
Potenza elettrica assorbita : 9 kW
Potenza elettrica installata : 11 kW
Protezione ATEX del motore : EX II3G c T3
Alimentazione elettrica : 400 V / 3 fase / 50 Hz

Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato
1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ

Raffreddatore acqua E1003

Tipo:	:	Piastre a Doppio pacco
Numero sezioni	:	2
Fluido caldo sez.A	:	Acqua di lavaggio
Fluido caldo sez.B	:	Acqua di ricircolo
Fluido di raffreddamento	:	Acqua glicolata 20%
Potenza termica sez.A	:	23 kW
Numero piastre sez.A	:	36
Potenza termica sez.A	:	55 kW
Numero piastre sez.A	:	44
Pressione progetto	:	10 barg
Temperatura progetto	:	100 °C
Materiale piastre	:	AISI316
Guarnizioni	:	Nitrile

Raffreddatore biogas di bassa pressione E1004

Tipo	:	Fascio tubiero
Materiale	:	aisi 316
Potenza termica	:	20 kW
Pressione progetto	:	6 barg/ 90°C (lato tubi) 0.5 barg/ 90°C (lato mantello)
Fluido caldo	:	biogas
Fluido freddo	:	Acqua glicolata 20%

Preraffreddatore biogas di bassa pressione E1005

Tipo	:	Fascio tubiero
Materiale	:	AISI 304L
Potenza termica	:	16 kW
Pressione progetto	:	0,6 barg/ 75°C (lato tubi) 6 barg/ 75°C (lato mantello)
Fluido caldo	:	biogas
Fluido freddo	:	Acqua

Pompa addizione acido solforico P1009

Fabbricante	:	PROMINENT
Modello	:	BT4B
Portata	:	20 lt/h
Prevalenza	:	200 mbar

3.4 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

DESCRIPTION	TPI REFERENCE
P&ID	
BASSA PRESSIONE BIOGAS	2019080-10-001

1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ
Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato

COSTRUTTIVO	
TORRE DI LAVAGGIO BIOGAS	SIL20-040-001
LAY OUT	
LAY OUT GENERALE	2019080-0-30-001
SKID TORRE DI LAVAGGIO	SWB17001-1-30-001-004
FONDAZIONI	
TORRE DI LAVAGGIO BIOGAS	2019080-0-40-001
ARCHITETTURA	2019080-20-020

3.5 INSTALLAZIONE

Lo skid di lavaggio viene pre-assemblato in fabbrica.

La parte superiore della torre di lavaggio che, a causa della sua altezza, è stata rimossa smontata, per ragioni di trasporto, deve essere attentamente rimontato secondo i disegni pertinenti e testata di nuovo.

Effettuare i seguenti collegamenti all'unità:

- Tubazioni biogas in ingresso e uscita DN150
- Acqua di lavaggio di lavaggio gas DN15
- Aria strumenti
- Installazione PHmetro AE+AT140
- Connessione pompa acido solforico P1009 (da installare sopra la tanica del Cliente)
- Scarico idrico

Nota: Fare attenzione che tutti i tubi e le connessioni siano puliti.

Procedere all'installazione o al controllo dell'installazione di tutti gli strumenti previsti nell'allestimento della torre

Tutti i collegamenti devono essere in accordo con il diagramma d'ingegneria e lo schema elettrico.

Nota: Accertarsi che tutti i tubi e le connessioni tra le unità siano pulite.

Alimentazione elettrica:

- la tensione deve essere controllata prima di alimentare gli strumenti.
- I dispositivi di terra e di protezione devono essere controllati e testati.

3.6 DESCRIZIONE PROCESSO

Lo skid di lavaggio è essenzialmente composto da 2 sezioni:

- Torre di lavaggio ad acqua refrigerata
- Soffiante per incremento della pressione seguita da scambiatore di raffreddamento

Entrambi gli scambiatori E1003, a servizio della torre; E1004, a servizio della soffiante sono raffreddati dal medesimo flusso di acqua glicolata proveniente dal sistema di raffreddamento. La regolazione di portata di questo flusso è effettuata dalla valvola pneumatica TCV101 che utilizza come variabile di processo la temperatura del biogas in uscita dallo scambiatore E1004.

3.6.1 Torre di lavaggio

1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ
Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato

Prima dell'ingresso nella torre di lavaggio il biogas passa nello scambiatore E1005, dove viene preraffreddato a circa 26°C in modo che il lavaggio nella torre sia più efficace. Il raffreddamento avviene tramite parte dell'acqua di lavaggio la cui portata è regolata tramite la valvola di regolazione pneumatica LCV161 in base al livello della torre di acqua nella torre di lavaggio misurato da LT107 (LIC107)

Nella torre di lavaggio ad acqua T1001, il biogas proveniente dall'impianto di estrazione viene lavato per abbattere principalmente l'ammoniaca, presente nel gas in ingresso.

La torre è equipaggiata con 2 sezioni poste rispettivamente alla base, in cui è presente un riempimento strutturato ad alta superficie di scambio e nella parte superiore ove è presente un riempimento caotico (anelli IMTP 25 in AISI316). Il gas fluisce dalla base della torre verso l'alto, in controcorrente rispetto all'acqua di lavaggio che cade dall'alto per ottimizzare l'assorbimento dell'ammoniacale e la solubilità delle impurezze.

L'acqua di lavaggio prima di entrare nella torre viene raffreddata a circa 7°C nella sezione A del raffreddatore ad acqua glicolata E1003. Questo al fine di ottenere la duplice funzione di raffreddare il gas in ingresso e incrementare la capacità di assorbimento dell'acqua.

L'acqua di lavaggio raccolta sul fondo della colonna per mezzo della pompa di ricircolo P1002 viene ulteriormente raffreddata nella sezione B dello scambiatore a doppio pacco E1004 (a circa 7°C) e re iniettata in testa alla prima sezione della colonna; ne consegue che il flusso d'acqua nella sezione di base, riempita con materiale strutturato, è maggiore e pari alla somma dell'acqua di lavaggio, in caduta dalla sezione sovrastante, più il ricircolo.

Per ottimizzare la distribuzione dell'acqua di lavaggio la torre è dotata di distributori dell'acqua in acciaio inossidabile. L'efficienza della torre di lavaggio assicura un basso consumo di acqua e una bassa perdita di carico.

Le gocce di liquido eventualmente trascinate vengono bloccate da un demister installato nella parte alta della torre al di sopra dei distributori dell'acqua di lavaggio.

L'acqua di lavaggio alle condizioni di design deve essere reintegrata al ritmo di circa 1500 litri l'ora. La portata è indicata localmente dal misuratore di flusso FI109; in caso di bassissimo flusso acqua di lavaggio il misuratore produce la segnalazione di allarme FALL109, mentre la temperatura è indicata localmente da un termometro d'uopo. La portata può essere regolata manualmente per mezzo del riduttore PCV116 e della valvola manuale X115.

Il sistema dispone di una valvola automatica on/off CV103 d'immissione acqua di lavaggio che deve essere attivata prima della immissione del biogas.

La perdita di carico della torre è indicata localmente dal misuratore differenziale DPI102 mediante il quale è possibile rilevare eventuali problemi d'intasamento.

All'interno della torre di lavaggio il livello dell'acqua è gestito attraverso il livello LT107 che comanda l'azione della valvola di regolazione LCV161. Parimenti quale ulteriore sicurezza per prevenire l'allagamento della torre, il livellostato LSH103 comanda l'apertura della CV102 e trasmette allarme di altissimo livello.

Lo skid di lavaggio T1001 è equipaggiata con i seguenti dispositivi:

Valvola on/off pneumatica	CV102	Scarico automatico
Riduttore di pressione acqua	PCV116	Ingresso acqua lavaggio
Valvola manuale di regolazione	X115	Regolazione manuale portata acqua
Filtro a Y	F114	Filtro acqua di lavaggio
Misuratore flusso + Flussostato	FT109	Trasmettitore di flusso
Termometro acqua	TI106	Ingresso acqua ricircolo
Trasmettitore di livello	LT107	Livello acqua di lavaggio
Livellostato di massimo	LSH103	Massimo livello acqua torre
Trasmettitore di pressione	PT101	Ingresso biogas
Indicatore di pressione differenziale	DPI102	Pressione differenziale biogas tra ingresso e uscita torre lavaggio ad acqua

1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ
Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato

Valvola di regolazione acqua	LCV161	Ingresso acqua al preraffreddatore biogas/scarico acqua torre di lavaggio
Valvola farfalla intercettazioni	X100	Ingresso biogas

3.6.3 Sistema di dosaggio acido solforico

La Pompa di dosaggio P1009 viene installata sopra la tanica del Cliente in cui sono posti i livellostati di minimo:

LAL 81101 (Allarme basso livello acido) -> Avviso

LALL 81102 (Allarme bassissimo livello acido) -> Arresto pompa P1009

Il sistema è equipaggiato con:

- Valvola di regolazione portata (PROMINENT MFV DK MIS.1 1.5/6BAR PV), da installare all'uscita della pompa
- Valvola di non ritorno Y120 (da installare sull'ingresso della torre che evita il ritorno dell'acqua contenuta nella golla alla pompa P1009)

Ogni X secondi viene verificato il PH dell'acqua di lavaggio in circolazione nella torre mediante il PH-metro AE+AT140, se il valore letto risulta superiore al valore di set-point di 5,5÷6 il sistema attiva la pompa di dosaggio P1009 per Y secondi (con X>>Y).

La valvola di dosaggio, in realtà una non ritorno, Y120 evita il ritorno dell'acqua contenuta nella golla della torre alla tanica dell'acido del Cliente.

3.6.4 Booster

Il biogas in uscita dalla torre di lavaggio attraversa la soffiante B1001 in grado di elaborare una sovrappressione di circa 300 mbar che consentirà al biogas di attraversare le successive sezioni di trattamento di bassa pressione (non facenti parte lo skid).

La soffiante dispone di un inverter VFD1001 la cui regolazione è incentrata sul mantenimento a set della pressione in aspirazione PT101.

Poiché la compressione comporta un incremento di temperatura di circa 40°C a valle della stessa è posto il raffreddatore ad acqua glicolata E1004. La temperatura del gas in uscita viene regolata modulando il flusso di acqua glicolata che alimenta lo scambiatore per mezzo della TCV 101.

3.6.5 Messa in servizio

- Aprire la valvola aria strumenti X155
- Iniziare il riempimento della torre aprendo la valvola CV103 (energizzare la SV103) e regolando la portata per mezzo della X115 e del FI109.
- Verificare la presenza del segnale FALL101 riducendo la portata sotto la soglia minima (1000 lt/h) per mezzo della valvola PCV116 e della manuale X115, quindi riportare il flusso ai valori di normale operatività.
- Alle soglie impostate per LT107 e allo scatto del LSH103 verificare l'apertura e la chiusura temporizzata della valvola di scarico CV102
- Verificare la disponibilità di acqua glicolata per il raffreddamento dello skid
- Alimentare la torre di lavaggio con biogas grezzo
- Verificare la presenza di fughe di biogas da flange e filettature
- Verificare la concentrazione di ammoniaca nel biogas in uscita con il kit GASTEC

3.7 OPERATIVITA' IMPIANTO

3.7.1 Sistemi di controllo da prevedere

All'attivazione dello skid, sia in manuale che in automatico, deve corrispondere l'immediata:

Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato
1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ

- apertura della valvola alimentazione acqua di lavaggio CV103 (questa valvola aperta prima della immissione del biogas)
- Attivazione regolazione livello torre di seguito descritto.

Il livello nella parte inferiore della torre viene mantenuto costante dal trasmettitore LT107 che gestisce l'apertura della valvola on/off CV104 attraverso la quale viene scaricata l'acqua in eccesso

- soglia di alto livello LSH107 la valvola viene aperta
- soglia di basso livello LSL107 la valvola viene chiusa

Se la valvola rimane aperta per più di 30 secondi, viene comunque forzata chiusa e generato un allarme di mancato drenaggio T1001

Per LSHH103 presente costantemente per più di 30 secondi allarme alto livello condensa.

- In caso di fermata prolungata della torre (oltre 1 giorno) sfiatare il biogas in essa contenuto.
- Il PID TCV101 regola il flusso di acqua glicolata negli scambiatori E1003 e E1004 per mantenere a set la temperatura del gas in uscita dallo scambiatore E1004.
- Accensione soffiante B1001 e relativo PID regolazione portata PIC101 che mantiene a set la pressione in ingresso allo skid PT101.

3.7.2 Misure di sicurezza

	Sicurezza	Azione	Strumento
FALL109	Basso flusso acqua	Allarme Apro valvola CV103 Dopo 30" Trip skid	FSL101
LAHH103	Altissimo livello torre di lavaggio	Allarme Apertura valvola CV102 (energizzo SV102)	LSH103
CV102	Aperta per più di 30 secondi	Allarme mancato drenaggio Chiusura CV102 (de-energizzo SV102)	
TAH104	Alta temperatura biogas uscita skid	Trip skid	TE+TT104
TAH_P1002	Alta temperatura motore pompa circolazione P1002	Trip skid	TE_P102
LALL107	Bassissimo livello torre	Dopo 30" Trip skid	LT1007

Per i set point delle singole misure vedere il documento aggiornato a dopo l'avviamento.

3.6.3 Misure di controllo

Item	Sicurezza	Azione	Strumento
LAHH107	Altissimo livello torre di lavaggio	Allarme Chiusura CV103 Apertura CV102	LT107
PIC101	Controllo pressione ingresso skid	PV: PT101 M.V.: velocità soffiante B1001	PT101 VFD1001
TIC104	Controllo temperatura uscita skid	PV: TT104 M.V.: % apertura TCV101	TE+TT104
LIC107	Controllo livello acqua in torre di lavaggio	PV: LT107 M.V.: % apertura LCV161	LT107
TAH103	Alta temperatura sottoraffreddamento	Indicazione	TE+TT103
TAL103	Bassa temperatura sottoraffreddamento	Indicazione	TE+TT103
TAH104	Alta temperatura uscita biogas	Indicazione	TE+TT104

Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato
1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ

TAH104	Bassa temperatura uscita biogas	Indicazione	TE+TT104
--------	---------------------------------	-------------	----------

3.6.4 Condizioni di normale operatività

Item		Informazione	Normale operatività
PT101	Pressione gas in ingresso	Verificare la pressione gas in ingresso	20 mbar
DPI102	Pressione differenziale biogas	Verifico la perdita di carico della torre	PI102<50 mbar
LIC107	Livello acqua di lavaggio	Verificare il livello	L = 50%
FI109	Portata acqua di lavaggio	Verifica Portata	1.500÷2.000 lt/h
TE+TT103	Temperatura biogas uscita torre	Verifica sottoraffreddamento torre	7°C
TE+TT104	Temperatura biogas uscita skid	Verifica surriscaldamento torre	25-30°C
PT113	Pressione uscita skid	Indicazione	300-350 mbar

NOTA: I valori qui riportati sono puramente indicativi e vanno confermati o modificati al termine della messa in servizio dell'impianto.

3.8 MANUTENZIONE

Tutti i dati operativi, tutte le irregolarità e gli interventi di manutenzione dell'impianto vanno annotati in un registro di manutenzione.

Vanno seguite attentamente le istruzioni di manutenzione indicate dai costruttori delle apparecchiature principali e descritte nei singoli manuali (che sono stati raccolti nel documento IM155685 – Raccolta bollettini tecnici).

NOTA: due volte l'anno controllare il corretto funzionamento di tutti i dispositivi di sicurezza simulando difetti di funzionamento.

3.8.1 Controlli periodici

Cadenza settimanale:

- Controllare il flusso d'acqua di lavaggio
- Controllare il deltaP della torre di lavaggio

Cadenza annuale:

Aprire il passo di mano N1 e verificare la presenza di eventuale fanghiglia sul fondo da rimuovere.

Nel caso di un'elevata perdita di pressione della torre bisogna pulire gli anelli di riempimento. Nelle condizioni operative ipotizzato l'intasamento del materiale d'impaccamento della torre dovrebbe essere trascurabile. Nel contingente procedere a una pulizia meccanica degli anelli, estraendoli dalla torre, con solventi e procedure coerenti al tipo di sporcamento.

Effettuare una verifica visiva del tipo d'incrostazione/sporcamento e scegliere l'agente detergente o procedura di pulizia più adeguata.

1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ
Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato

Attenersi alle manutenzioni consigliate nel manuale d'uso della soffiante

3.8.2 Ricerca guasti

PROBLEMA	PROBABILE CAUSA	RIMEDIO
Alto livello acqua torre	Intasamento scarico dovuto a fanghiglia depositata sul fondo	Aprire il passo di mano N1 posto sul fondo e rimuovere la fanghiglia
Bassa portata acqua lavaggio	Chiusura valvole Errata regolazione Intasamento filtro ingresso acqua	Verifica apertura valvole X115 e CV103 Verifica regolazione PCV116 e X115 Verifica intasamento filtro ingresso acqua di lavaggio F114
Alta perdita di carico torre	Incrostazione impaccamento torre	Rimuovere il riempimento e procedere a una pulizia appropriata alla fattispecie
Alta temperatura sottoraffreddamento	Indisponibilità acqua glicolata proveniente sistema di raffreddamento Sporcamento scambiatore E1003	Non attivare lo skid fino a quando non saranno disponibili le frigoriferie necessarie per il funzionamento dello stesso Attenersi alle prescrizioni circa la pulizia periodica consigliata
Alta temperatura biogas uscita skid	Indisponibilità acqua glicolata proveniente sistema di raffreddamento Sporcamento scambiatore E1003	Non attivare lo skid fino a quando non saranno disponibili le frigoriferie necessarie per il funzionamento dello stesso Attenersi alle prescrizioni circa la pulizia periodica consigliata

1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ
Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato

4 PURIFICAZIONE DI BASSA PRESSIONE

4.1 DATI TECNICI

Fluido da trattare:	Biogas
Flusso massimo:	1000 Nm ³ /h
[H ₂ S] max uscita:	5 ppm (a cura serbatoi V1007A+V1007B)
[VOC's] max outlet:	5 ppm a cura serbatoi V1009A+V1009B)

4.1 COMPONENTI PRINCIPALI

N°2 Filtri desolforanti (V1005.1 + V1005.2)

Sorbente	:	Carbone attivo impregnato CHEMVIRON SOLCARB KS3
Volume	:	2650 litri
Pressione progetto	:	0,5 barg
Temperatura di progetto	:	-10/+80°C
Materiale	:	AISI304

N°2 purificatori VOC's (V1006.1 + V1006.2)

Sorbente	:	Carbone attivo impregnato CARBONE ATTIVO
Volume	:	2650 litri
Pressione progetto	:	0,5 barg
Temperatura di progetto	:	-10/+80°C
Materiale	:	AISI304

1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ
Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato

4.2 DESCRIZIONE DEL PROCESSO

Il sistema si compone dei seguenti equipaggiamenti posti in serie:

Filtri desolficatori V1005.1 + V1005.2

Si tratta di due filtri in configurazione lead-lag in modo da ottimizzare il consumo di carbone impregnato caricando al massimo il serbatoio posta a monte e utilizzando il secondo per la finitura.

Quando il secondo serbatoio è prossimo alla rottura del letto, il contenuto di quello a monte viene sostituito e l'ordine dei serbatoi invertito.

Se non c'è ossigeno nel biogas in ingresso al giusto livello, sullo skid torre di lavaggio è disponibile un sistema di iniezione d'aria che viene attivato manualmente dall'operatore presso HMI.

Tale sistema è composto da:

- elettrovalvola di alimentazione SV157.1 & SV157.2
- ,- trasmettitore di flussometro aria FT156,
- riduttore di pressione PCV154.

Il flusso è regolato dalla valvola a globo X151. Se la portata è troppo alta l'allarme FAHH156 porta alla chiusura dell'elettrovalvola SV157.

Per la regolazione della portata dell'aria è fondamentale un'analisi manuale della concentrazione di acido solfidrico in uscita dai desolficatori.

Filtri purificazione VOC's V1006.1 + V1006.2

Si tratta di due filtri in configurazione lead-lag in modo da ottimizzare il consumo di Ferrosorp S caricando al massimo il serbatoio posta a monte e utilizzando il secondo per la finitura.

Quando il secondo serbatoio è prossimo alla rottura del letto, il contenuto di quello a monte viene sostituito e l'ordine dei serbatoi invertito.

4.3 OPERATIVITA' IMPIANTO

Procedura sostituzione filtri desolficatori V1005.1 + V1005.2

- Accertarsi della disponibilità dell'azoto necessario per effettuare la bonifica del filtro da sostituire.
- Isolare il filtro posto a monte rispetto all'organizzazione circuitale contingente
- La sostituzione viene decisa in base al tempo di utilizzo maturato o alla concentrazione in uscita.
- Limitare l'area di lavoro e segnalare lo svolgimento dell'attività onde evitare la presenza di persone non coinvolte.
- Perché lo zolfo solido, formatosi all'interno, con l'ossigeno si infiamma, prima di aprire il filtro, bonificare con azoto attraverso la valvola di ingresso D103.1 (.2) e sfiato V173.1 (.2) per 20 ". Lo scarico (uscita V173.1/2) deve essere convogliato in zona sicura.
- Chiudere le valvole che collegano il filtro all'impianto X150, X170, X171.
- Scollegare i flessibili
- Rimuovere il vecchio filtro con il nuovo (seguire procedure indicate dalla società fornitrice dei carbone).
- Ricollegare i flessibili
- Aprire le valvole sul serbatoio
- Ventare con azoto come sopra descritto
- Aprire le valvole che collegano il filtro all'impianto X150, X170, X171.

Procedura sostituzione filtri desolficatori V1006.1 + V1006.2

Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato
1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ

- Accertarsi della disponibilità dell'azoto necessario per effettuare la bonifica del filtro da sostituire.
- Arrestare l'impianto
- Isolare il filtro posto a monte rispetto all'organizzazione circuitale contingente
- La sostituzione viene decisa in base al tempo di utilizzo maturato o alla concentrazione in uscita.
- Limitare l'area di lavoro per segnalare l'attività ed evitare la presenza di persone non coinvolte.
- Bonificare il serbatoio aprendo la valvola D154.1 (.2), ingresso azoto, e sfiato V156.1 (.2); ventare per circa 20 ". Lo scarico (uscita V156.1/2) deve essere convogliato in zona sicura.
- Chiudere le valvole che collegano il filtro all'impianto X150, X151, X153.
- Scollegare i flessibili
- Rimuovere il vecchio filtro con il nuovo (seguire procedure indicate dalla società fornitrice dei carbone).
- Ricollegare i flessibili
- Aprire le valvole sul serbatoio
- Ventare con azoto come sopra descritto
- Aprire le valvole che collegano il filtro all'impianto X150, X151, X153.

1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ
Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato

5 SKID UPGRADING BIOGAS

5.1 DATI TECNICI

Compressore:

Costruttore	:	ROTORCOMP
Modello	:	EVO28-G-Gas-V100
Fluido	:	biogas depurato
Temperatura di Design	:	110°C
Pressione di Design	:	20 barg
Temperatura minima ambientale	:	1°C
Portata biogas di Design	:	840 Nm ³ /h (max)

Motore compressore:

Modello	:	SEIPEE GM 315Mb
Potenza elettrica assorbita	:	116 kW max
Potenza elettrica installata	:	160 kW
Protezione ATEX del motore	:	II 3G Ex nA IIC T3 GcIP65
Alimentazione elettrica	:	400 V / 3 / 50 Hz

Oil cooler (E2510):

Costruttore	:	DAV COIL + SAMA (Ventilatore)
Temperatura di Design	:	120°C
Pressione di Design	:	20 barg
Portata aria	:	7000 m ³ /h
Potenza elettrica installata	:	0,75 kW
Protezione ATEX del motore	:	Ex II 3 GD II C T4
Alimentazione elettrica	:	230/400 V / 3 / 50 Hz

Aftercooler (E2504):

Costruttore	:	DAV COIL + SAMA (Ventilatore)
Temperatura di Design	:	120°C
Pressione di Design	:	20 barg
Portata aria	:	18.000 m ³ /h
Potenza elettrica installata	:	3 kW
Protezione ATEX del motore	:	Ex II 3 GD II C T4
Alimentazione elettrica	:	230/400 V / 3 / 50 Hz

Precooler (E2512):

Costruttore	:	KELVION
Temperatura di Design	:	200°C
Pressione di Design	:	27 barg
Nr piastre	:	40

Economizer (E2512):

Costruttore	:	KELVION
Temperatura di Design	:	200°C
Pressione di Design	:	27 barg

Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato
1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ

MANUALE USO E MANUTENZIONE

Nr piastre : 44

Hot water oil cooler (E2509):

Costruttore : KELVION
Temperatura di Design : 200°C
Pressione di Design : 27 barg
Nr piastre : 146

Sistema upgrading membrane:

Fluido : biogas in ingresso (a monte compressore)
Portata biogas di Design
(ricircolo al compressore escluso): : 600 Nm³/h
Pressione di Design: : 20 barg
Temperatura di Design : 50°C
Numero stadi : 3
Numero membrane per stadio : 10

Filtro carbone per rimozione olio F3006:

Cartuccia : BEA FCR-4002-CA

Filtro depolveratore F3007:

Cartuccia : BEA FCR 4001 DE
Grado filtrazione : 0,05 micron al 99%

Membrana:

Costruttore : EVONIK
Modello : SEPURAN Green Sys 150x1310 P1.5G-316-25EN
Fluido : biogas depurato
Temperatura di Design : 50°C
Pressione di Design : 20 barg
Numero di membrane per stage : 10
Temperatura minima ambientale : 1°C

Soffiante C4011:

Fluido in ingresso : Permeato 2° stadio
Portata : 110 Nmc/h
Prevalenza : 300 mbar
Potenza elettrica assorbita : 6 kW
Potenza elettrica installata : 7.5 kW
Protezione ATEX del motore : EX-NA II3G IIB T3
Alimentazione elettrica : 400 V / 3 fase / 50 Hz

Riscaldatore elettrico (H4510):

Fluido : Ritentato 1° stadio
Potenza installata : 2 kW
Alimentazione elettrica : 400 V / 3 fase / 50 Hz
Marcatura ATEX : II 2GD Exd IIC t4 - Ex tb IIIC T 135 °C
Equipaggiamento : n.1 Termostato di controllo
n.1 Termostato di sicurezza

Riscaldatore elettrico per container (H2518):

Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato
1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ

Potenza installata	:	10 kW
Alimentazione elettrica	:	400 V / 3 fase / 50 Hz
Marcatura ATEX	:	II 3 G Ex-d IIC T5 Gb - II 3 D Ex (-) / tb IIIC T100 °C- Db
Equipaggiamento	:	n.1 PT100 di controllo n.1 Termostato di sicurezza

Pompa per circolazione acqua riscaldamento (P2513):

Potenza installata	:	0,37 kW
Alimentazione elettrica	:	220-240V/380-415V V 50HZ
Marcatura ATEX	:	3G per zona 2 EExd II B T4
Portata	:	0,9 m ³ /h
Prevalenza	:	2,1 m

5.2 SPECIFICHE BIOMETANO PRODOTTO

Sia le portate sia le purezze dei gas prodotti (biometano e Corrente ricca di CO₂) possono dipendere da diversi fattori:

- Rapporto CH₄/CO₂ nel biogas in ingresso
- Portata biogas
- Configurazione membrane nei 3 stadi del Sistema
- Usura delle membrane

L'impianto è stato progettato in modo che nel rispetto dei range di concentrazione succitati e alla portata massimo in ingresso 768 Nm³/h (ricircolo compreso) è producibile un biometano conforme ai seguenti limiti d'immissione in rete indicate nel regolamento Tecnico UNI/TR 11537:

BIOMETANO (RITENTATO)

temperatura		30 °C	
Pressione		8 barg	
Portata max		235 Nm ³ /h	
Range composizione	Dato di progetto	Dato di progetto	
CO ₂ gas secco	<=1,5	% V/V (= %mol)	
N ₂ gas secco	<=1,0	% V/V (= %mol)	
O ₂ gas secco	>=0,5	% V/V (= %mol)	
CH ₄ gas secco	>=97	% V/V (= %mol)	
TOT	100		

Nota: le performance indicate in tabella sono perseguibili solo se la composizione del biogas in ingresso è confacente ai parametri indicati al paragrafo 3.1.

1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ
Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato

CORRENTE RICCA CO₂ (PERMEATO)

temperatura		25 °C	
Pressione		0,05 barg	
Portata max		165 Nm ³ /h	
Range composizione	Dato di progetto	Dato di progetto	
CO ₂ gas secco	>=98	% V/V (= %mol)	
N ₂ gas secco	<=0,5	% V/V (= %mol)	
O ₂ gas secco	<=0,5	% V/V (= %mol)	
CH ₄ gas secco	<1	% V/V (= %mol)	
TOT	100		

5.2.1 Dati elettrici:

POTENZA ELETTRICA DI ALIMENTAZIONE	:	400 V / 3 phase / 50 Hz
POTENZA ELETTRICA INSTALLATA	:	vedi schema elettrico

5.3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

DESCRIPTION	TPI REFERENCE	REV.
P&ID		
SKID UNICO BIOGAS	SUB19001-10-001	0
ASSIEME		
SKID UNICO BIOGAS	SUB19001-30-001	0
SCHEMA ELETTRICO	Q19I3328_B19C18510_Biogas_MCC01_	2
DISEGNO DI FONDAZIONE	SCB19001-40-001	0

5.4 INSTALLAZIONE

Il sistema arriva in cantiere completamente montato e opzionalmente racchiuso in un cabinato ventilato e riscaldato e sostenuto da un telaio autoportante.

Arrivata in cantiere l'unità deve essere attentamente rimontato secondo i disegni di installazione e di collegamento, eseguendo i test raccomandati prima della messa in servizio.

1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ
Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato

Effettuare i seguenti collegamenti all'unità:

- Biogas in ingresso
- Biogas in uscita
- Ricircolo gasometro
- Aria strumenti
- Scarico condense
- Ingresso acqua glicolata
- Uscita acqua glicolata
- Ingresso acqua di raffreddamento
- Uscita acqua di raffreddamento
- Ingresso azoto (gas condizionamento)
- Mandata acqua calda a skid membrane
- Ritorno acqua calda a skid membrane

Nota: Fare attenzione che tutti i tubi e le connessioni siano puliti.

Procedere all'installazione o al controllo dell'installazione di tutti gli strumenti eventualmente smontati durante il trasporto.

Nota: Effettuare un test in pressione con azoto N2 a 2.5 barg per verificare la presenza di perdite prima di permettere il carico con biogas.

Il sistema di upgrading deve essere alloggiato in zona riparata ove la temperatura esterna non scenda mai sotto i 3°C questo perché le membrane durante il periodo invernale potrebbero danneggiarsi.

Alimentazione elettrica: La tensione deve essere controllata prima di alimentare gli strumenti, la soffiante e le resistenze. I dispositivi di terra e di protezione devono essere controllati e testati.

5.5 DESCRIZIONE DEL PROCESSO

L'unità di compressione è del tipo a vite lubrificato con olio.

Il gas aspirato viene filtrato nel filtro a cartucce F2006 posto all'ingresso del compressore C2501, che ne aumenta la pressione mediante compressione volumetrica con iniezione di olio.

L'olio caricato in macchina è specificamente progettato e selezionato per il corrente tipo di gas e per le condizioni operative selezionate, non è possibile sostituirlo senza previa autorizzazione di TPI con olio diverso e nemmeno integrarne parte della carica, pena il decadimento delle proprietà lubrificanti ed il danneggiamento della macchina. Verificare la scheda olio per verificare tipologia e quantità olio caricato.

Il gas compresso è separato dall'olio nel separatore primario SP2507 e quindi inviato all'economizzatore E2511 dove viene abbassato di temperatura al di sopra comunque dei 60°C per evitare condensazione di acqua, separando poi ulteriormente le ultime tracce di olio nel separatore secondario SP2512.

Nel successivo raffreddatore ad aria E2510 la temperatura del gas viene ridotta < 45°C da una corrente di acqua raffreddamento per essere poi sottoraffreddato con acqua glicolata nel E2512 a meno di 10°C. L'umidità formata viene scaricata dal separatore SP2508; il biogas fa invece ritorno all'economizzatore E2511 in cui viene surriscaldato di circa 20°C, riscaldato dal gas caldo in uscita dal compressore e quindi inviato ai trattamenti successivi o all'utilizzo.

Il circuito dell'olio dispone di un sistema di dissipazione del calore composto da uno scambiatore a piastre e da un raffreddatore ad aria posti in serie:

- *Economizzatore Olio-Acqua_calda E2509*, consente un recupero energetico del calore al circuito acqua calda del cliente. La temperatura dell'olio in uscita è gestita meccanicamente dalla valvola termostatica TCV206

Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato
1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ

che bypass parte del flusso di olio per mantenere un set di 60°C. La portata dell'acqua calda nel lato tubi non viene invece regolata (piena portata).

- *Oil cooler E2504*, è composto da una batteria e da un ventilatore con una portata d'aria di 18.000 m³/h, posto a valle dello scambiatore E 2509 permette all'olio di raggiungere la corretta temperatura.

Il compressore dispone di un sistema interno di distribuzione delle utilities:

- *Acqua calda proveniente dal cliente*: la pompa idraulica P2513 fornisce la prevalenza necessaria a vincere le perdite di carico necessarie ad aspirare l'acqua calda dal circuito del cliente, indirizzarla a:
 - Economizzatore E2509 (per il recupero energetico del calore dell'olio),
 - Resistenza elettrica H2518 che è posta a monte del riscaldatore delle membrane E4011 il quale posto sotto i pacchi membrane garantisce che la temperatura non scenda al di sotto dei 20°C (temperatura ideale per le membrane) riscaldamento container membrane (posto esternamente bordo skid compressione); e restituirla a circuito del Cliente.

Il ventilatore che serve l'oil cooler assicura anche una circolazione di aria costante interna al container, quando lo skid è in funzione, pari a 18.000 Nmc/h.

Una volta uscito dall'economizzatore il biogas passa alla "sezione" membrane.

Una membrana è definita come un'interfaccia tra due fasi che regola selettivamente il flusso di specie chimiche da una fase all'altra. La membrana controlla lo scambio di massa tra le due fasi, favorendo il passaggio di una sostanza rispetto a un'altra.

La maggiore affinità delle molecole di CO₂ con il reticolo poliammidico delle membrane gli consente di diffondere più velocemente rispetto al metano, questo fenomeno è sfruttato per separare il flusso di biogas in ingresso (mediamente 60%CH₄; 40%CO₂) in due correnti: una più ricca di CO₂ detta permeato (permeata attraverso la membrana) e una più ricca in metano detta ritentato (ritenuta dalla membrana).

Il biogas è alimentato in pressione (15 barg) all'ingresso dei capillari che costituiscono la membrana per realizzare un ΔP tra le interfacce (forza motrice) che incrementa l'efficienza del processo, oltre a ridurre i volumi in gioco.

Le membrane sono in grado inoltre di essiccare il biogas fino a punti di rugiada di -90°C senza richiedere altri trattamenti di essiccamento a valle.

Le membrane EVONIK SEPURAN® mod. 3500 sono caratterizzate da ottime prestazioni in termini di separazione CO₂/CH₄ con una selettività ideale di 45 e un flusso per la CO₂ di ca 2000 NL/h, per ogni modulo.

Il processo brevettato da Evonik si basa su tre stadi in cui la corrente gassosa è fatta passare attraverso tre moduli a membrane 1.

Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato
1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ

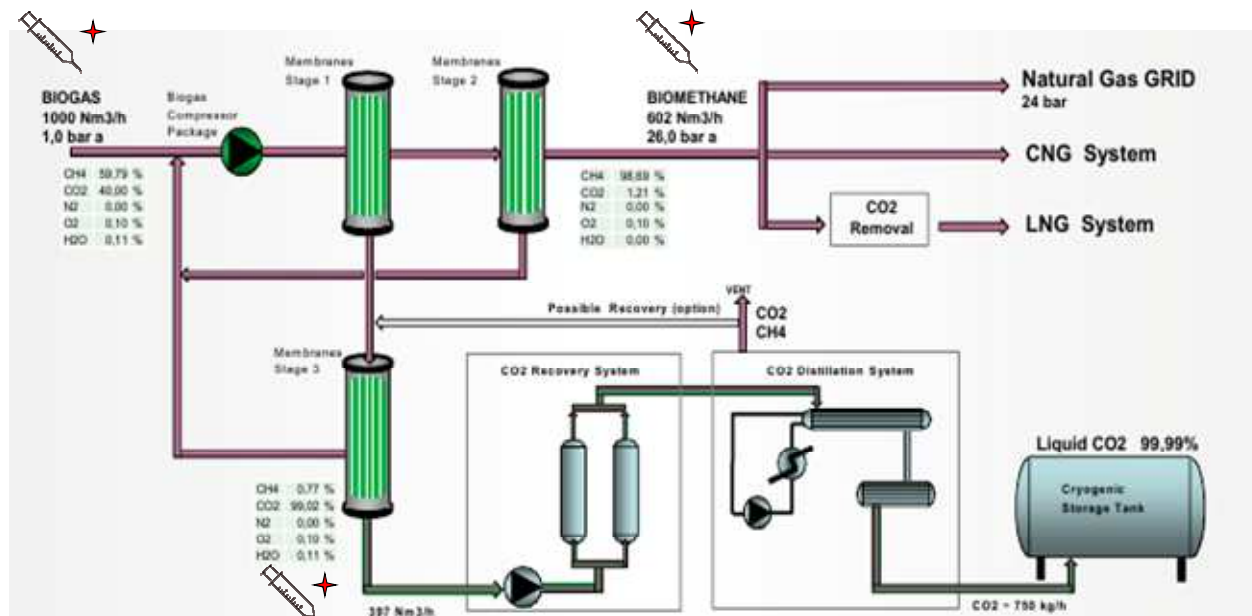


Figura 1: Illustrazione schematica del processo a tre stadi di purificazione a membrana della corrente di Biogas.

Il passaggio attraverso la 1° membrana produce un ritentato arricchito di metano e un permeato ricco di CO₂. Il retentato arricchito di metano sarà inviato al 2° modulo a membrana e per ulteriore separazione dalla CO₂ sarà ottenuto **Biometano** (retentato 2° modulo). Il permeato del primo stadio, ricco di CO₂ sarà inviato al 3° modulo a membrana. La separazione nel 3° modulo produrrà un permeato di **CO₂ puro** (permeato 3° modulo). Infine, il permeato del secondo modulo e il retentato del terzo saranno riciclati nell'alimentazione per avere un massimo recupero sia di CO₂ che di metano.

La sezione membrane è equipaggiata con i seguenti componenti:

Carboni di guardia in alta pressione:

Lo skid dispone di un serbatoio di guardi a carboni attivi V3001 per evitare che possibili trafiletti di olio dal compressore o (in misura più limitata) di VOC's da sistema di bassa pressione possa compromettere l'integrità delle membrane.

Modulo membrane:

Il modulo di upgrading prevede 3 moduli con banchi disposti orizzontalmente per minimizzare lo spazio richiesto e con supporti definiti per la massima facilità di manutenzione delle membrane.

L'organizzazione circuitale consente di escludere 1 fila (6 membrane), questa è l'unità minima intercettabile.

La configurazione di funzionamento del sistema (numero allineate membrane per modulo) varia in funzione della:

- portata di biogas in ingresso
- purezza del biogas in ingresso
- purezza del biometano che si vuole realizzare

Essa è generalmente determinata dal conduttore dell'impianto in funzione dell'esperienza specifica, alle condizioni di funzionamento dell'impianto, oltre a valutazioni di carattere economico e di manutenzione.

La pressione di scarico del permeato impostata per la regolatrice PCV424, che mantiene la pressione del permeato del 1° stadio e del ritentato del secondo ha effetti sulla concentrazione del biometano e CO₂ realizzati e sul numero delle membrane necessarie. Generalmente l'incremento di questo parametro a parità di membrane determina una riduzione della purezza del biometano e un incremento di quello della corrente ricca di CO₂.

La pressione del ritentato del 1° 2° stadio (15 barg) è stabilizzata dalla valvola di contropressione PCV446 rispetto a fluttuazioni della rete posta a valle.

1	Come costruito/collaudo	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ
Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato

Equipaggiamenti previsti per l'incremento dell'efficienza:

- Dato che il flusso del ritentato lungo le membrane del primo stadio tende a raffreddarsi (espansione conseguente alla deduzione della CO₂) è stato installato il riscaldatore elettrico H4010 che assicura una temperatura in ingresso al 2° stadio ottimale di circa 35°C.
- La soffiante C4011 consente di ridurre la pressione del permeato del 2° stadio a circa 0,9 bara. La soffiante dispone di un inverter che mantiene a set la pressione in aspirazione.

Equipaggiamenti supplementari:

- Il sistema è predisposto con delle valvole a spillo per il condizionamento con azoto.
- E' presente un sistema di scarico del biogas convogliato in un unico punto ai limiti di batteria del cabinato
- Ogni modulo è realizzato interamente in AISI304
- Tutta la strumentazione e le apparecchiature elettriche sono conformi alla normativa ATEX a sicurezza intrinseca 2G Ex-ia idonea per installazione in ZONA 2
- Il Sistema dispone di valvole di sicurezza che assicurano la protezione dello skid dalla sovrappressione per incendio esterno.

Consultare il manuale del blocco compressore Rotorkomp per ulteriori dettagli e requisiti.

Inoltre è presente la seguente strumentazione on line che consente di monitorare ed eventualmente registrare il funzionamento del sistema:

Controllo / misura	Tag
Pressione aspirazione	PT252
Temperatura aspirazione	TE+TT251
Pressione mandata	PT253 PT256
Temperatura mandata	TE+TT255
Pressione olio	PT265
Temperatura olio	TE+TT266
Temperatura sottoraffreddamento biogas	TE+TT271
Temperatura ambiente	TE+TT274
Sistema rilevamento fughe gas	AE272 AE273
Flusso biogas in ingresso	FT402
Temperatura biogas in ingresso	TE+TT404
Trasmettitore di temperatura ritentato 1° stadio (posta in uscita del riscaldatore H4510)	TE+TT427
Portata in Nmc/h del biometano prodotto	FIT4655
Pressione biometano prodotto	FIT423
Pressione permeato 1° stadio	PT477
Portata ritentato 3° stadio indirizzata al ricircolo	FIT482
Pressione ritentato 3° stadio indirizzata al ricircolo	PT484

1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ
Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato

Pressione permeato 2° stadio indirizzata al ricircolo	PIT480
Pressione permeato 2° stadio indirizzata al ricircolo	FIT447
<ul style="list-style-type: none"> - Monitoraggio concentrazioni: - biogas in ingresso - biometano in uscita - ritentato 3° stadio - scarico CO2 	AT452

Pannello locale per la gestione dei presidi di sicurezza dello skid membrane (sensori metano e sistema di ventilazione)

Questo sistema rappresenta un layer di protezione indipendente rispetto al BPCS; il PLC che gestisce tale quadro di comando è fire safe). Inoltre tutto la catena di sicurezza è di livello SIL2.

Il sistema di upgrading a membrane è inserito all'interno di uno container nel quale sono stati installati:

- n. 2 analizzatori per la misura dei limiti di esplosività
- Ventilatore che serve l'oil cooler e garantisce la giusta ventilazione nel container
- Sistema illuminazione container

Un pannello di controllo indipendente con relativo PLC presiede ai seguenti controlli:

- verifica il non superamento dei limiti di esplosività all'interno dello skid (AT421 e AT419)

Analizzatore multicomponente a scansione automatica di biogas (presente a seconda del progetto)

Questo strumento in base una programmazione impostabile a quadro effettua una scansione di 4 punti di campionamento:

Biogas ingresso	—	valvola S486
Biometano	-	valvola S482
Corrente ricca CO2	-	valvola S488
Ritentato 3° stadio	-	valvola S487

Per ogni campionamento sono effettuate le seguenti analisi:

P	Range	Precisione	Metodo
CH4 Metano	0 – 100%	0,3% o 2% della lettura	Infrarosso
CO2 Anidride Carb.	0 – 100%		Infrarosso
O2 Ossigeno	0 - 25%	0,2%	Elettrochimico
Potere Calorifico	0 – 50 MJ/m ³		Calcolato
H2S ^{low} Acido solfidrico	0 – 200/1000ppm	5ppm o 3% della lettura	Elettrochimico (discontinuo)

Poiché la pressione massima richiesta del biogas campionato in ingresso da questo strumento è di 300 mbar sono stati installati degli appositi riduttori di pressione muniti d'indicatori visivi di pressione di uscita.

Questo strumento non è ATEX è quindi va installato in area sicura. Ha protezione IP54 e dispone di un riscaldatore interno da 200W che lo protegge dalla bassa temperatura fino a -10°C.

Per maggiori dettagli vedi manuale d'uso del fabbricante

1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ
Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato

5.6 OPERATIVITA' IMPIANTO

Consultare il manuale del blocco compressore Rotorcomp per ulteriori dettagli e requisiti.

5.6.1 Avviamento automatico

Sequenza avviamento:

- Verifica interlock quadro locale SIS (per gestione sensori metano e sistema ventilazione) – segnale da cliente.
- Verifiche sicurezze compressore
- Richiesta attivazione air cooler (esterno skid)
- Attivazione pompa acqua di raffreddamento P2515
- Attivazione pompa acqua calda P2513 (se impostata modalità recupero energetico o richiesto riscaldamento container membrane)
- Chiusura sistema purga CV221 e CV202.
- Apertura della valvola di bypass SV278.
- Avvio del motore tramite VFD in rampa fino alla minima velocità.
- Tempo di stabilizzazione, verifica olio (timeout livello stato e pressione minima)
- Apertura valvola aspirazione CV286
- Attivazione PIC252 di controllo pressione biogas
- Attivazione PIC256.1 di controllo pressione biogas in mandata (minima pressione nel separatore)
- Attivazione PIC256.2 di controllo pressione biogas in ricircolo (minima pressione nel separatore)
- Attivazione sistema scarico condensa SP2508
- Verifica attivazione quadro locale SIS (per gestione sensori metano e sistema ventilazione).
- Apertura della valvola di pressurizzazione CV423.
- Quando la pressione interna dello skid ha superato la soglia di minima PAL301 la CV423 chiude e la valvola di adduzione principale CV401 apre.
- L'accensione del riscaldatore elettrico H4010
- Messa in marcia della soffiante C4011 alla minima velocità e attivazione PIC 484 che regola la frequenza dell'inverter per mantenere a set la pressione del permeato del 2° stadio
- Attivazione dell'analizzatore multicomponente AT452
- Attivazione PID420 di controllo pressione biogas/bometano: valvola contropressione pneumatica PCV424

5.6.2 Flussaggio e condizionamento ad azoto

Lo skid di compressore è predisposto per il condizionamento e il flussaggio con azoto (a cura del cliente) mediante delle valvole di ingresso e uscita CV200 e CV221. Quest'operazione generalmente viene effettuata nei seguenti casi:

- sia necessario intervenire sullo skid per effettuare attività di manutenzione,
- si debba mettere lo skid in conservazione per fermata prolungata
- prima di mettere in esercizio lo skid si debba evacuare l'aria in esso contenuta.

L'operazione viene condotta con le valvole d'ingresso e uscita dello skid intercettate e aprendo la valvola che collega lo skid al collettore degli scarichi gassosi. Le valvole manuali che consentono il passaggio del flusso attraverso le membrane (quelle che si vogliono flussare) devono essere aperte.

Il flusso di azoto all'interno dello skid deve essere erogato a una pressione inferiore a 400 mbar.

Nota: l'azoto è una molecola non permeabile attraverso le membrane, di conseguenza il flussaggio avviene solo attraverso il lato del ritentato.

1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ
Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato

5.6.3 Procedura caricamento olio

Diseguito è descritta la procedura di caricamento olio da effettuarsi con compressore in arresto

- Assicurarsi che tutte la valvole pneumatiche (FC) sino intercettate
- Flussare per 5 minuti il compressore aprendo in manuale da HMI prima la valvola CV200 e successivamente la valvola di purga CV221
- Chiudere la valvola CV200 e successivamente la CV221
- Depressurizzare il circuito fino a circa 1 barg
- Aprire valvola by-pass X204
- Collegare la pompa pneumatica a membrane (MICROBOXER ALU MEM.NBR/NBR/ALU/NBR) a:
valvola compressore D243,
alla tanica dell'olio,
all'aria strumenti (la regolazione della pressione dell'aria consente la modulazione della portata)
- Attaccare la pompa caricamento olio alla valvola di dreno D243 e la valvola di by-pass economizzatore X204
- Iniziare il caricamento dell'olio dai vari fusti finché il livello dell'olio nel separatore SP2507 non supera la mezzaria delle specule SG259 – SG260
- Chiudere le valvole D243 e X204
- Staccare la pompa.

5.6.4 Messa in servizio

Prima di attivare lo skid

- Verifica che lo skid sia collegato correttamente secondo schemi di processo.
- Se lo skid è fermo da più giorni assicurarsi che sia stato flussato con azoto come sopra descritto. Lo skid venga flussato con azoto.
- Se lo skid è fermo da più giorni assicurarsi che l'albero del compressore si possa muovere manualmente, se non possibile caricare 100 ml di olio dalla valvola X247. Nel dubbio è sempre meglio caricare l'olio per evitare grippaggio.
- Verificare la presenza di pressione nei circuiti utilities.
- Assicurarsi che i set point siano impostati correttamente
- Verifica del senso di rotazione, se non corretto invertirlo intervenendo nel quadro di potenza (non in campo)
- Impostare la configurazione di funzionamento dell'impianto adeguata alla portata di biogas in ingresso e alla purezza del biometano in ingresso che si vuole trattare. Ad eccezione della valvola manuale d'ingresso biogas

1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ
Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato

5.6.5 Messa di sicurezza

	Sicurezza	Azione	Sistema	Strumento	Set
PSV266	Valvola sicurezza skid compressore	Protezione compressore mandata	-	-	19 barg
TALL271	Bassissima temperatura biogas in uscita	Trip skid	BPCS	TE+TT271	15 °C
PAHH252	Altissima pressione ingresso	Trip skid	BPCS	PT252	0,55 barg
PALL252	Bassissima pressione ingresso	Trip skid	BPCS	PT252	-0,1 barg
TAHH255	Altissima temperatura biogas in uscita	Trip skid	BPCS	TE+TT255	110 °C
PAHH253	Altissima pressione mandata	Allarme	BPCS	PT253	17 barg
PSH254	Altissima pressione gas uscita	Trip skid	BPCS	PSH254	17.5 barg
LALL258	Bassissimo livello olio	Trip skid	BPCS		
TAHH_251	Altissima temperatura ingresso	Trip skid	BPCS	TE+TT251	35 °C
AAHH_272	Altissimo %LEL	Trip skid	SIS	AE272	10%LEL
AAHH_273	Altissimo %LEL	Trip skid	SIS	AE273	10%LEL
TALL274	Bassissima temperatura all'interno del container dello skid	Allarme	BPCS	TE+TT274	3 °C
TALL274	Altissima temperatura all'interno del container dello skid	Trip skid	SIS	TE+TT274	60 °C
DPALL265	Bassissimo flusso olio	Trip skid	BPCS	'> PT253-PT265	
DPAHH265	Intasamento filtri olio F2505	Trip skid	BPCS	'< PT253-PT265	
DPAHH256	Intasamento cartucce separatore olio	Trip skid	BPCS	'< PT253-PT256	
PSL240	Bassissima pressione aspirazione pompa acqua raffreddamento	Stop pompa P2515	BPCS	PSL240	0,5 barg
	Mancanza alimentazione motori di entrambi i ventilatori	Trip skid	SIS		
PSV301	Valvola sicurezza skid membrane lato biogas	Protezione sovrappressione per incendio esterno skid membrane, lato biogas, in caso d'intercettazione e presenza di biogas in pressione all'interno.	-	-	20 barg
TALL404	Bassissima temperatura biogas in ingresso	Trip skid	-	TE+TT404	10 °C
TAHH404	Altissima temperatura biogas in ingresso	Trip skid	-	TE+TT404	40 °C
PAHH480	Altissima pressione permeato 2° stadio membrane	Allarme	-	PT480	100 mbarg
			-		
AAHH_452	Altissima concentrazione H2S ingresso	Trip skid	-	AT452	10 ppm

1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ
Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato

AAHH_419	Altissimo %LEL	Trip skid	-	AE419	20%LEL
AAHH_421	Altissimo %LEL	Trip skid	-	AE421	20%LEL
TALL418	Bassissima temperatura all'interno dello skid	Allarme	-	TE+TT418	5 °C

Per i set point delle singole misure vedere il documento aggiornato a dopo l'avviamento.

5.6.6 Misure di controllo

	Controllo	Azione	Strumento
PIC252	Pressione aspirazione compressore	Mantiene la pressione impostata a set regolando l'inverter del compressore VFD2501	PT252
PIC256.1	Pressione minima gas uscita compressore	Mantiene la pressione impostata a set regolando la PCV220	PT256
PIC256.2	Pressione ricircolo a gasometro	Mantiene la pressione impostata a set regolando la PCV278	PT256
LSH277	Alto livello separatore condensa SP2508	Apre valvola scarico condensa CV236	LSH277
LSL270	Basso livello separatore condensa SP2508	Apre valvola scarico condensa CV236	LSH277

5.6.7 Condizioni di normale operatività

Item	Parametro	Informazione	Normale operatività
DPI288	Differenza di pressine filtro aspirazione F2506	Indicazione visiva locale	5 mbar
TT251	Temperatura aspirazione	Allarme alta temperatura ingresso compressore	25°C
PT252	Pressione aspirazione compressore	Allarmi alta e bassa temperatura. Indicativi funzionamento compressore	
PT253	Pressione separatore olio a monte cartucce filtrazione	Indicazione pressione scarico compressore. Allarme alta pressione compressore	15-16 barg
TT255	Temperatura scarico compressore	Indicativo funzionamento compressore	80°C
PT256	Pressione separatore olio a valle cartucce filtrazione	Indicazione intasamento cartucce separatore olio SP2507	15-16 barg

1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ
Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato

MANUALE USO E MANUTENZIONE

TT266	Temperatura raffreddamento olio	Temperatura olio iniezione compressore. Allarme raffreddamento insufficiente	60°C
PT265	Pressione olio iniezione compressore	Indicazione	'> PT256 – 3 barg
TT271	Temperatura sottoraffreddamento olio	Livello di disidratazione biogas inviato alle membrane	5°C
TT404	Temperatura ingresso	Preallarme alta/bassa Verificare temperatura ingresso biogas	20-30°C
FIT402	Portata biogas ingresso	Preallarmi alta/bassa Verifica gestione sistema membrane	200-450 m³/h
FIT447	Portata permeato 2° stadio	Verifica gestione sistema membrane	80 m³/h
FT423	Portata biometano in uscita	Verifica funzionamento sistema	110 m³/h
FT482	Portata ritentato 3° stadio	Verifica funzionamento sistema	119 m³/h
PT477	Pressione uscita permeato	Preallarme bassa Verifica impostazione numero membrane 1° stadio	Circa 15 barg
TE+TT427	Temperatura ingresso 2° stadio	Preallarmi alta/bassa Verifica efficienza riscaldamento	35°C

1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ
Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato

MANUALE USO E MANUTENZIONE

PT420	Pressione uscita biometano	Preallarme bassa Verifica pressione mandata biometano	Circa 15 barg
PT480	Pressione uscita permeato 2° stadio	Preallarmi alta Verifica funzionamento 2° stadio	-50 mbar
PT484	Pressione uscita permeato 2° stadio	Verifica funzionamento 3° stadio	1,5÷2,5 barg
AT452	Analisi gas multicomponente con scansione automatica in 4 punti di campionamento	Verifica funzionamento sistema membrane Vedi lista Preallarmi validi per il p.to campionamento uscita biometano	-

1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ
Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato

5.7 MANUTENZIONE

Tutti i dati operativi, tutte le irregolarità e gli interventi di manutenzione dell'impianto vanno annotati in un registro di manutenzione.

Vanno seguite attentamente le istruzioni di manutenzione indicate dai costruttori delle apparecchiature principali e descritte nei singoli manuali (consultare Raccolta bollettini tecnici).

NOTA: due volte l'anno controllare il corretto funzionamento di tutti i dispositivi di sicurezza simulando difetti di funzionamento.

5.7.1 Controlli periodici

Prime 100 ore di funzionamento

- sostituire i filtri dell'olio
- pulire i filtri meccanici sull'aspirazione dei compressori
- stringere tutti i bulloni e le viti di flange ed accoppiamenti
- controllare le pressioni e temperature di esercizio
- controllare i livelli di olio e gas refrigerante
- controllare gli assorbimenti elettrici
- verificare assenza di vibrazioni sul giunto e nel caso ripetere allineamento
- verificare assenza di emulsioni bianche nelle spie olio (indice di presenza di umidità)

I valori devono essere riportati negli appunti di servizio

Giornalmente

- controllare le pressioni e temperature di esercizio
- acquisire eventuali allarmi
- Verifica concentrazioni inquinanti nel biogas in ingresso con fiale colorimetriche
VOC's, H₂S, NH₃,
- Verifica potere calorifico biometano prodotto

Ogni 3 giorni

- Verifica dew-point biogas in ingresso

I valori devono essere riportati negli appunti di servizio

Ogni settimana

- controllare gli assorbimenti elettrici
- controllare la caduta di pressione dei filtri dell'olio
- controllare i livelli di olio
- Verifica concentrazioni inquinanti nel biogas in ingresso con metodo analitico (gascromatografico)
VOC's, H₂S, NH₃, Solforati, Silossani

I valori e le operazioni devono essere riportati negli appunti di servizio

- verificare la ermeticità della tenuta meccanica la cui perdita di olio deve essere inferiore a 0.2 cm³ all'ora
- dopo le prime 1000 h di funzionamento sostituire integralmente l'olio

Ogni 3 mesi

- Ricalibrazione CH₄ detector AE272 e AE273 mediante gas calibrazione (vedi manuale strumenti)

1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ
Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato

Ogni anno

- verificare le caratteristiche, l'acidità, l'umidità e le proprietà lubrificanti dell'olio, nel caso sostituire l'intera carica
- sostituire i filtri dell'olio F2505.1 e F2505.2 se la perdita di carico supera 1.7/2 bar
- verificare il buon funzionamento delle valvole di ritegno interne al compressore
- verificare la tenuta delle elettrovalvole
- stringere tutti i bulloni e le viti di flange ed accoppiamenti
- provvedere alla ritaratura delle valvole di sicurezza
- L'olio (di tipo sintetico) non va sostituito forzatamente, dopo 8000 h si consiglia l'invio di un campione di olio al produttore per l'analisi e nel caso la raccomandazione di sostituzione.
- Verifica equipotenzialità e messa a terra container container compressore
- procedere alla sostituzione delle cartucce del separatore olio S2507 del compressore
- procedere alla sostituzione delle cartucce del separatore olio di guardia S2512

5.8 LUBRIFICAZIONE

L'olio caricato nella macchina è l'olio sintetico Kluber Summit LCG 100.

Carica dell'olio : 190 lt.

1	Come costruito/collaudato	30/08/2022	LL	AC	YJ
0	Prima emissione	23/05/2021	LL	AC	YJ
Rev.	Descrizione	Data	Preparato	Verificato	Approvato