


2						
1						
0	20/12/2021	N. Troiano	S. Canarini	D. Corrente	Emissione	
REV.	DATA (DATE)	REDATTO (DRWN)	CONTROL. (CHCK'D)	APPROVATO (APPR'D)	DESCRIZIONE (DESCRIPTION)	
FUNZIONE O SERVIZIO (DEPARTMENT)						
DIREZIONE INGEGNERIA – PROGETTAZIONE IMPIANTI ENERGIA						
DENOMINAZIONE IMPIANTO O LAVORO (PLANT OR PROJECT DESCRIPTION)						
REALIZZAZIONE IMPIANTO POWER TO GAS E UPGRADING BIOGAS PRESSO AREA DEPURATORE IDAR						
IDENTIFICATIVO IMPIANTO (PLANT IDENTIFIER)			WBS		CODICE CUP (CUP CODE)	
A944W401						
			CODICE DOCUMENTO (CODE)		N° COMMESSA (JOB N.)	
			DA00RG0002		500090	
			ID DOCUMENTO (DOCUMENT ID)		NOME FILE (FILE NAME)	
 <p><b>GRUPPO HERA</b></p> <p>HERA S.p.A. Holding Energie Risorse Ambiente Viale Carlo Berti Pichat 2/4 40127 Bologna tel. 051.287.111 fax 051.287.525 <a href="http://www.gruppohera.it">www.gruppohera.it</a></p>			 <p><b>HERAtech</b> Società del Gruppo Hera</p> <p>HERAtech s.r.l. Viale Carlo Berti Pichat 2/4 40127 Bologna tel. 051.287.111 <a href="http://www.heratech.it">www.heratech.it</a></p>		DENOMINAZIONE DOCUMENTO (DOCUMENT DESCRIPTION)	
			RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA			
			SCALA (SCALE)	N° FOGLIO (SHEET N°)	DI (LAST)	
			--	1	26	

	<b>RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>500090</b>	<b>DA00RG0002</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>26</b>
<b>REALIZZAZIONE IMPIANTO POWER TO GAS E UPGRADING BIOGAS PRESSO AREA DEPURATORE IDAR</b>					

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DATI GENERALI DEL SITO .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>NORME DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO.....</b>	<b>9</b>
4.1	LINEA TRATTAMENTO ACQUE .....	9
4.2	LINEA TRATTAMENTO FANGHI.....	11
4.3	SISTEMA DI GENERAZIONE DEL CALORE PER IL TELERISCALDAMENTO E SERVIZI AUSILIARI .....	12
4.4	FORNO DI TRATTAMENTO TERMICO .....	13
4.5	SISTEMA DI COGENERAZIONE.....	14
4.6	SISTEMA DI PRODUZIONE CALORE TRADIZIONALE.....	14
4.7	SERVIZI AUSILIARI D'IMPIANTO .....	15
<b>5</b>	<b>DESCRIZIONE DELLO STATO DI PROGETTO.....</b>	<b>15</b>
5.1	SEZIONE DI INGRESSO COMUNE .....	15
5.2	SISTEMA DI UPGRADING DEL BIOGAS .....	16
5.3	SISTEMA POWER TO GAS CON METANAZIONE BIOLOGICA .....	16
5.4	CABINA DI INIEZIONE BIOMETANO .....	18
5.5	SISTEMI AUSILIARI E SERVIZI .....	19
5.6	BASE PER LA PROGETTAZIONE DI PROCESSO .....	20
5.7	INTERFACCE DI PROCESSO CON IDAR.....	24

	<b>RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>500090</b>	<b>DA00RG0002</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>26</b>
<b>REALIZZAZIONE IMPIANTO POWER TO GAS E UPGRADING BIOGAS PRESSO AREA DEPURATORE IDAR</b>					

## 1 PREMESSA

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto “Power to gas” abbinato ad un sistema di upgrading biogas, all’interno dell’area dell’Impianto di depurazione delle acque reflue (cd. IDAR), sito in comune di Bologna, Viale William Shakespeare 29.

Il nuovo impianto previsto dal progetto presenta un duplice scopo:

- L’avvio di un percorso di sperimentazione di nuove tecnologie nel settore dell’idrogeno, della decarbonizzazione e del sector-coupling tra la rete di distribuzione elettrica e la rete di distribuzione del gas naturale attraverso un sistema di accumulo energetico di tecnologia “Power to gas”
- effettuare l’upgrading del biogas prodotto in sito dai digestori anaerobici dell’IDAR per produrre biometano

Entrambe le tecnologie producono biometano qualitativamente idoneo per poter essere immesso all’interno della rete di distribuzione esistente senza alcun limite di blending.

Nel dettaglio, il progetto prevede la realizzazione di due sistemi capaci di funzionare in parallelo oppure in maniera indipendente l’uno dall’altro:

- un sistema **power to gas** composto da una sezione di elettrolisi e da una sezione di metanazione biologica dell’idrogeno con la CO<sub>2</sub> del biogas da digestione anaerobica dei fanghi di depurazione
- un sistema di **upgrading** del biogas con tecnologia a membrane

## 2 DATI GENERALI DEL SITO

L’impianto verrà installato all’interno del complesso impiantistico IDAR-ITFI di Bologna, localizzato nel quartiere Corticella in via Shakespeare 29, 40128 Bologna, di cui nel seguito se ne riportano i dati ambientali.

<b>Dati ambientali</b>	<b>Unità</b>	<b>Valori</b>
Temperatura minima ambiente per la progettazione	°C	-10
Temperatura massima ambiente per la progettazione	°C	+40
Temperatura massima dell’aria per il dimensionamento termico degli scambiatori ad aria	°C	+35
Elevazione	m	Circa 54m slm

Le apparecchiature di nuova installazione verranno posizionate all’interno del perimetro impiantistico esistente: non si prevede il consumo di suolo esterno al complesso IDAR-ITFI.

Il complesso impiantistico sorge sulla sponda destra del Canale Navile, in località Corticella, al confine fra il comune di Bologna ed il Comune di Castelmaggiore.

Le immagini seguenti propongono un inquadramento dello stabilimento su base Carta Geopolitica Regione E-R, ortofoto, CTR.

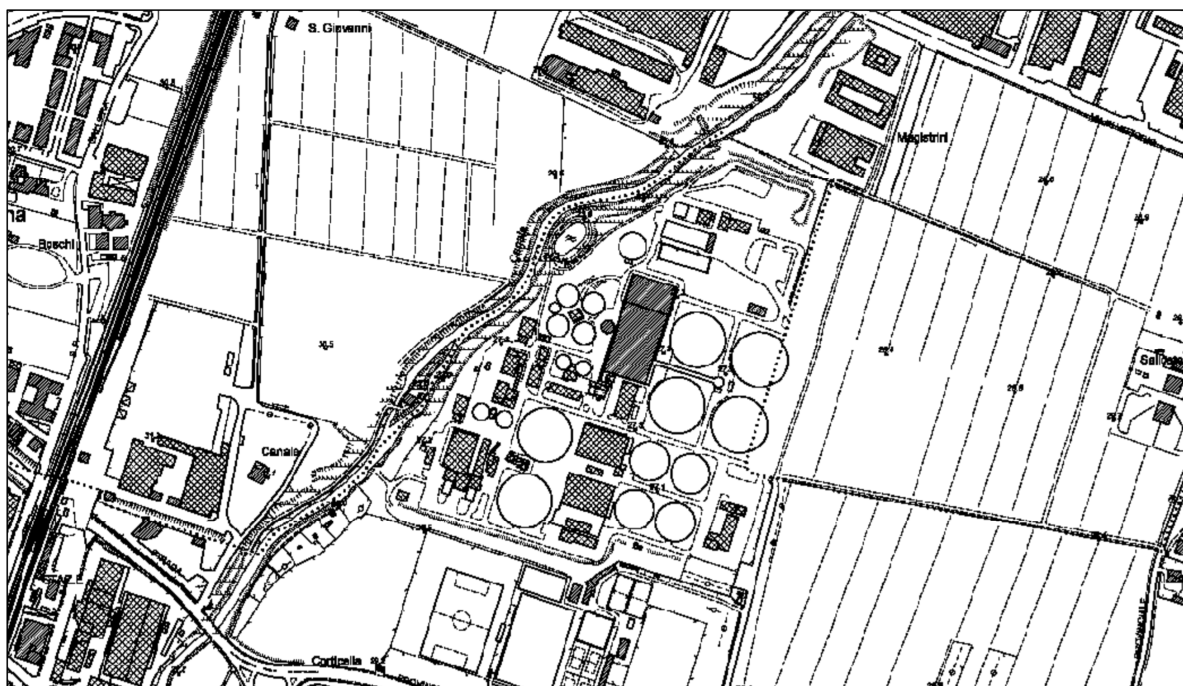
	<b>RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>500090</b>	<b>DA00RG0002</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>26</b>
<b>REALIZZAZIONE IMPIANTO POWER TO GAS E UPGRADING BIOGAS PRESSO AREA DEPURATORE IDAR</b>					



**Figura 1:** Inquadramento su carta geopolitica (fonte: portale della regione Emilia Romagna)



**Figura 2:** Inquadramento su Ortofoto (fonte: portale della Regione Emilia Romagna)



**Figura 3:** Inquadramento su base CTR (fonte: portale della regione Emilia Romagna)

	<b>RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>500090</b>	<b>DA00RG0002</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>26</b>
<b>REALIZZAZIONE IMPIANTO POWER TO GAS E UPGRADING BIOGAS PRESSO AREA DEPURATORE IDAR</b>					

All'interno del complesso impiantistico in esame sono presenti due impianti dotati di autonome autorizzazioni:

- IDAR (Impianto di depurazione acque reflue, gestito da HERA s.p.a.)
- ITFI (Impianto di Trattamento dei rifiuti liquidi e fanghi industriali, gestito da HERAmbiente, società del Gruppo HERA).



**Figura 4:** Suddivisione delle aree IDAR – ITFI all'interno del complesso impiantistico esistente.

I due impianti condividono attualmente l'accesso da via William Shakespeare 29 (Bologna).

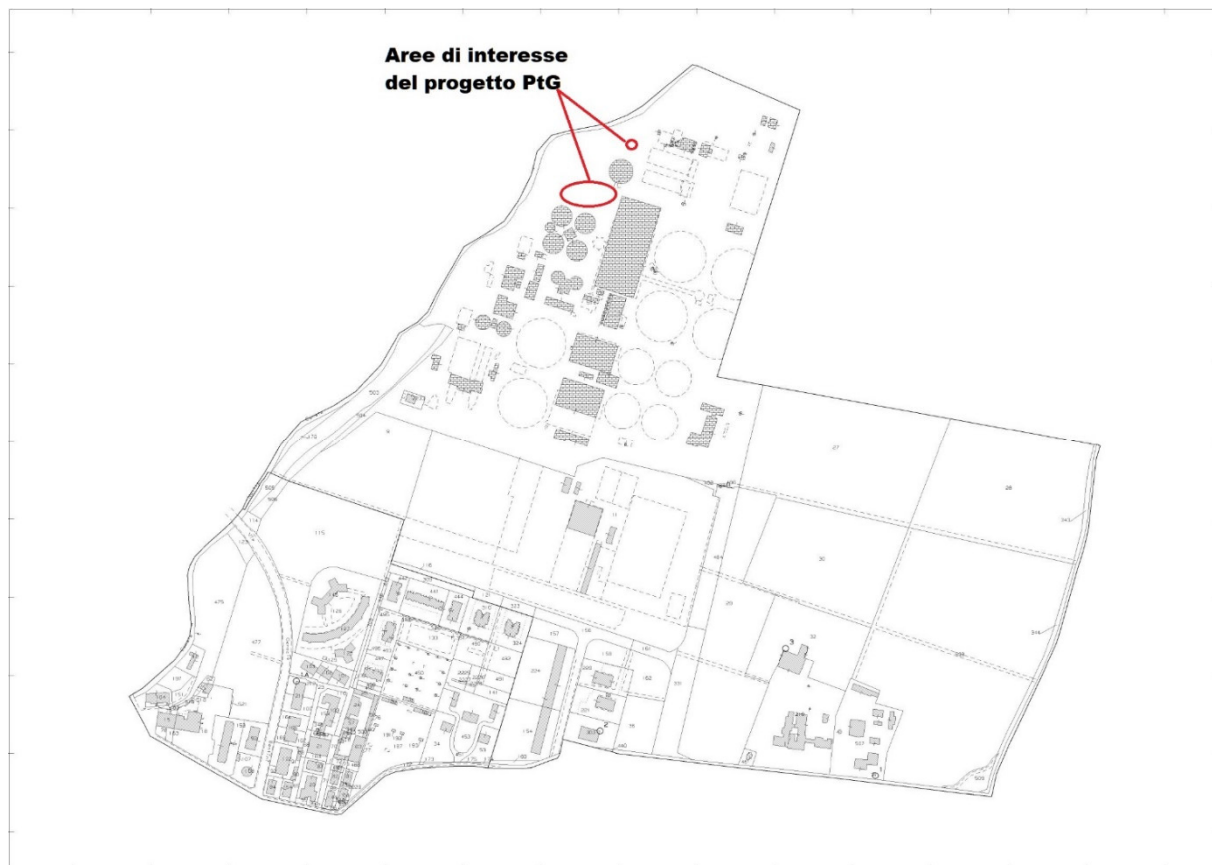
Le aree interessate dal progetto PtG riportate all'interno dell'allegato "A944W401DA00PG0003\_0-Planimetria generale aree di interesse del progetto", sono localizzate principalmente all'interno dell'area IDAR, mentre solo una piccola parte è collocata all'interno dell'area ITFI.

	<b>RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	<b>500090</b>	<b>DA00RG0002</b>	<b>0</b>	<b>7</b>
<b>REALIZZAZIONE IMPIANTO POWER TO GAS E UPGRADING BIOGAS PRESSO AREA DEPURATORE IDAR</b>				
<b>DI (LAST)</b>				
<b>26</b>				

In particolare, poiché il complesso impiantistico IDAR-ITFI è diviso tra il comune di Bologna ed il comune di Castel Maggiore, occorre precisare che:

- L'area IDAR interessata dal progetto PtG si trova all'interno del comune di Bologna.

All'interno di tale area verranno installate le principali apparecchiature elettromeccaniche del nuovo impianto.



**Figura 5:** Aree IDAR di interesse del progetto su estratto catastale del comune di Bologna.

	<b>RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>500090</b>	<b>DA00RG0002</b>	<b>0</b>	<b>8</b>	<b>26</b>
<b>REALIZZAZIONE IMPIANTO POWER TO GAS E UPGRADING BIOGAS PRESSO AREA DEPURATORE IDAR</b>					

- L'area ITFI interessata dal progetto PtG si trova all'interno del comune di Castel Maggiore.

All'interno di tale area, verranno installate due cabine (box prefabbricati in cemento armato 2,5mx7m e 2,5mx9,6m): una verrà adibita all'analisi, misura ed immissione del biometano in rete, mentre l'altra servirà al prelievo dell'energia elettrica dalla rete di distribuzione esistente.




**Figura 6:** Aree ITFI di interesse del progetto su estratto catastale del comune di Castel Maggiore.

### 3 NORME DI RIFERIMENTO

Di seguito vengono indicate le principali normative, norme e codici di riferimento per la progettazione dell'unità. Si precisa che tale elenco è relativo alle sole norme più significative e non è esaustivo, in particolare per quanto riguarda la normativa cogente applicabile.

- Decreto Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»" (NTC)
- 2014/68/UE Pressure Equipment Directive
- 2014/34/UE ATEX directive

	<b>RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>500090</b>	<b>DA00RG0002</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>26</b>
<b>REALIZZAZIONE IMPIANTO POWER TO GAS E UPGRADING BIOGAS PRESSO AREA DEPURATORE IDAR</b>					

- ARERA 64/2020/R/GAS – Aggiornamento delle direttive per le connessioni di impianti di biometano alle reti del gas naturale
- UNI/TS 11537:2019 – Immissione di biometano nelle reti di trasporto e distribuzione di gas naturale
- UNI EN 16723-1:2016 - Gas naturale e biometano per l'utilizzo nei trasporti e per l'immissione nelle reti di gas naturale - Parte 1: Specifiche per il biometano da immettere nelle reti di gas naturale
- UNI EN 16726:2018 - Infrastrutture del gas - Qualità del gas - Gruppo H
- UNI EN 1092-1:2018 Flange e loro giunzioni - Flange circolari per tubazioni, valvole, raccordi e accessori designate mediante PN - Parte 1: Flange di acciaio

## 4 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

L'impianto di depurazione delle acque reflue IDAR è un impianto di tipo biologico a fanghi attivi, di potenzialità pari a 800.000 abitanti equivalenti a servizio della rete di fognatura urbana della città di Bologna e di alcuni comuni limitrofi. L'impianto riceve anche il refluo proveniente dall'adiacente impianto di trattamento rifiuti industriali (ITFI), complesso che viene recapitato a IDAR come scarico di attività produttiva in pubblica fognatura.

L'impianto si compone sostanzialmente dei seguenti comparti:

- Linea trattamento acque;
- Linea trattamento fanghi con trattamento termico dei fanghi, digestione anaerobica con produzione di biogas e cogenerazione;
- Servizi ausiliari di impianto.

### 4.1 LINEA TRATTAMENTO ACQUE

La linea di trattamento acque è composta dalle seguenti fasi principali:

- Arrivo liquami (opera di presa)
- Pretrattamenti (grigliatura grossolana, sollevamento idraulico, grigliatura fine, dissabbiatura e disoleazione);
- Sedimentazione primaria;
- Denitrificazione ed Ossidazione biologica;
- Defosfatazione;
- Sedimentazione secondaria;
- Ricircolo fanghi attivi ed estrazione fanghi di supero;
- Disinfezione.

	<b>RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>500090</b>	<b>DA00RG0002</b>	<b>0</b>	<b>10</b>	<b>26</b>
<b>REALIZZAZIONE IMPIANTO POWER TO GAS E UPGRADING BIOGAS PRESSO AREA DEPURATORE IDAR</b>					

Il liquame proveniente dalla rete fognaria accede ai trattamenti preliminari attraverso un'opera di presa costituita da un manufatto in cemento armato.

In caso di forti precipitazioni atmosferiche, la portata eccedente la massima quantità trattabile dall'impianto viene inviata al corpo idrico ricettore (Canale Navile) attraverso uno sfioratore tarato che mette in comunicazione l'opera di presa con il ricettore stesso. Il liquame subisce in principio un trattamento di grigliatura del tipo grossolano, per l'eliminazione dei corpi più voluminosi dal flusso principale; successivamente, il liquame viene sollevato da due sezioni attrezzate con tre coclee ed è poi indirizzato ad una seconda grigliatura con caratteristiche tali che ne consentono l'eliminazione dei corpi estranei di natura più fine (grigliatura fine).

I liquami sono quindi avviati al trattamento di pre-sedimentazione (dissabbiatura e disoleazione), costituita da 6 bacini longitudinali di volume complessivo pari a 5.380 m<sup>3</sup>, che ha lo scopo di separare fisicamente dal liquame il materiale inorganico (sabbie) e le sostanze grasse ed oleose.

La sabbia per gravità si deposita sul fondo della vasca da dove viene estratta mediante pompe e inviata a successivo trattamento. I grassi e gli oli si raccolgono in superficie e vengono avviati alla linea di trattamento dedicato.


Il liquame viene successivamente indirizzato alla sedimentazione primaria, costituita da 2 bacini circolari di volume complessivamente pari a 5.600 m<sup>3</sup>, dove subisce una riduzione del carico di sostanze organiche inquinanti che depositano a fondo vasca come fango primario. Il materiale sedimentato viene raccolto mediante un ponte girevole e prelevato tramite 3 pompe centrifughe, con portata unitaria di 150 m<sup>3</sup>/h, per essere avviato al successivo trattamento nella linea fanghi.

Il liquame raggiunge dal relativo stramazzo della sedimentazione primaria i bacini di denitrificazione a corona circolare dal volume complessivo di 20.500 m<sup>3</sup>. I reflui di processo generati dal trattamento fanghi (surnatanti relativi a: addensamento dinamico, ispessimento primario e biologico, digestione anaerobica, disidratazione meccanica) compreso il trattamento termico (trattamento fumi) sono inviati al bacino di denitrificazione (vasca linea 2) per mezzo di dedicato sollevamento. I fanghi di ricircolo sedimentati e il liquame ossidato-nitrificato (mixed liquor) sono inviati alla sezione di denitrificazione. Dalla sezione di denitrificazione il liquame è trasferito alla sezione biologica attraverso sollevamenti dedicati costituiti da 6 coclee inclinate e due pompe ad asse orizzontale. Nella sezione di ossidazione biologica, in vasche sigillate, vengono ridotte le quantità di sostanze organiche presenti nei reflui fognari attraverso un processo metabolico per mezzo di batteri aerobi in grado di metabolizzare la sostanza organica e ossidare le sostanze azotate trasformandole in composti semplici e inorganici. Tale sezione è costituita da 3 linee principale, ciascuna delle quali composta da un diverso numero di treni di ossidazione:

- Linea 1 e 2, composte nel complesso da 4 treni di ossidazione e 3 stradi per linea, per un totale di 17.450 m<sup>3</sup> di volume utile
- Linea 3, costituita da 7 treni di ossidazione, 3 stadi per linea e volume totale utile di 26.250 m<sup>3</sup>

Al fine di favorire le reazioni microbiche, viene aggiunto in soluzione ossigeno puro al 90% prodotto in loco da un impianto di produzione del tipo Pressure Swing Adsorption (PSA), composto da 3 unità uguali costituite ciascuna da 3 adsorbitori; tali unità sono in grado di produrre ognuna 972 Nm<sup>3</sup>/h di ossigeno gassoso.

La sezione di defosfatazione, attraverso un processo di precipitazione chimica, è finalizzata all'abbattimento del fosforo presente nei reflui in ingresso attraverso l'aggiunta di coagulante (cloruro

	<b>RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>500090</b>	<b>DA00RG0002</b>	<b>0</b>	<b>11</b>	<b>26</b>
<b>REALIZZAZIONE IMPIANTO POWER TO GAS E UPGRADING BIOGAS PRESSO AREA DEPURATORE IDAR</b>					

ferrico in soluzione al 40%) per mezzo di 5 pompe dosatrici, proporzionalmente alla portata idraulica trattata dall'impianto.

Tale sezione, di recente ristrutturazione, è costituita da 3 serbatoi di stoccaggio di capacità pari a 30 m<sup>3</sup> ciascuno ed è collocata all'interno di una vasca di contenimento. Il trattamento di defosfatazione, operato prima e dopo le vasche di ossidazione, integra la naturale rimozione biologica del fosforo e ne limita la concentrazione nell'acqua di scarico. L'effluente in uscita dalla sezione di ossidazione è indirizzato al processo di sedimentazione secondaria, costituito da 8 vasche circolari, dove si ha il processo di separazione per decantazione a gravità tra acqua trattata e fango attivo.

Tali bacini presentano diverse caratteristiche geometriche e nello specifico 4 vasche sono alimentate dalla linea di ossidazione 1 e presentano un volume totale pari a 21.840 m<sup>3</sup> mentre le restanti sono alimentate dalle linee di ossidazione 2 e 3 e hanno un volume totale di 42.600 m<sup>3</sup>.

I fanghi che si compattano sul fondo (fanghi secondari) vengono in parte inviati alle linee di ossidazione (fango di ricircolo) al fine di mantenere una corretta concentrazione dei fanghi attivi, ed in parte prelevati per il successivo trattamento nella linea fanghi (fango di supero).

Il ricircolo dei fanghi alla linea di ossidazione 1 avviene tramite 3 coclee con portata unitaria pari a 0,9 m<sup>3</sup>/sec mentre alle linee di ossidazione 2 e 3 tramite 8 pompe di ricircolo caratterizzate da una portata di 1.000 m<sup>3</sup>/h e prevalenza di 5 m.

L'acqua che sfiora in superficie, invece, passa alla sezione di disinfezione finale in cui avviene l'immissione del disinfettante (acido per acetico in soluzione al 5%) attraverso pompe dosatrici proporzionalmente alla portata idraulica trattata dall'impianto. Al termine dei trattamenti di depurazione e disinfezione, le acque vengono scaricate nel Canale Navile.

E' presente una paratoia che consente di trasferire nel periodo irriguo e comunque all'occorrenza (secondo un accordo di programma siglato con Consorzio della Bonifica Renana, ARPAE e RER) quota parte delle acque depurate dirette al Canale Navile verso un sistema di sollevamento di competenza del Consorzio della Bonifica Renana stesso. Ciò a fini di tutela dei corpi idrici e di riuso delle acque depurate.

## **4.2 LINEA TRATTAMENTO FANGHI**

La linea di trattamento fanghi è composta dalle seguenti fasi:

- Ispessimento fanghi primari;
- Accumulo ed ispessimento fanghi biologici di supero;
- Digestione anaerobica;
- Disidratazione fanghi digeriti;
- Trattamento termico dei fanghi;
- Cogenerazione.

Il fango decantato nei sedimentatori primari (fango primario) viene inviato a 2 ispessitori dove si addensa ulteriormente per gravità sul fondo della vasca, raggiungendo una concentrazione di sostanza secca pari a circa il 4-8 % con conseguente riduzione del proprio volume di circa 10 volte. Tale sezione è composta da 2 bacini circolari di volume totale pari a 2.460 m<sup>3</sup>.

	<b>RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>500090</b>	<b>DA00RG0002</b>	<b>0</b>	<b>12</b>	<b>26</b>
<b>REALIZZAZIONE IMPIANTO POWER TO GAS E UPGRADING BIOGAS PRESSO AREA DEPURATORE IDAR</b>					

Il fango decantato nei sedimentatori secondari (fango di supero), invece, viene estratto in un pozzo costituito da un manufatto in cemento e inviato, tramite 3 pompe centrifughe, a 2 ispessitori dove subiscono anch'essi una riduzione di volume raggiungendo una concentrazione di sostanza secca pari a circa il 1-1,5%; il fango compattato viene poi estratto tramite 1 pompa monovite e inviato al processo di addensamento dinamico in cui il fango si raggruma in fiocchi stabili separandosi dall'acqua interparticellare.

I fanghi ispessiti, primari e secondari vengono successivamente miscelati in un'apposita vasca ed inviati tramite pompe monovite al trattamento di digestione anaerobica; tale sezione è composta da 4 digestori, aventi ognuno un volume di 7.600 m<sup>3</sup>, in grado ognuno di funzionare sia come digestore primario che secondario, essendo tutti forniti di sistema di ricircolo, riscaldamento ed agitazione del fango mediante insufflazione del biogas prodotto nella stessa sezione. Nella digestione anaerobica, le sostanze inquinanti ancora presenti nel fango, in assenza di ossigeno e alla temperatura di 35-36°C, sono ridotte e progressivamente stabilizzate fino alla produzione di biogas con percentuale di metano di circa il 60%. Il tempo previsto di permanenza del fango in digestione è di 20-25 giorni con una riduzione circa del 50% del contenuto di sostanza organica del fango. I digestori sono in diretto collegamento con un post-digestore da cui il biogas viene inviato ad un gasometro, che ha la doppia funzione di accumulare il biogas prodotto dal processo di stabilizzazione del fango e di compensare la pressione interna ai digestori stessi. Dal gasometro il biogas viene pretrattato (deumidificazione, pressurizzazione, rimozione silossani) e successivamente utilizzato per alimentare la centrale termica tradizionale, in alternativa al metano, e la sezione di cogenerazione in cui avviene la produzione di energia elettrica e calore. Il calore recuperato viene utilizzato per la termostatazione dei digestori anaerobici e per l'alimentazione della rete di teleriscaldamento. È presente anche una torcia automatica di emergenza che consente di bruciare il biogas nel caso in cui si verifichi un'eccessiva produzione dello stesso o risultati impossibile lo stoccaggio all'interno del gasometro.

Al fango in uscita dalla digestione anaerobica viene aggiunta una soluzione di polielettrolita preparata in un impianto automatico per il condizionamento del fango da disidratare; il fango, digerito e condizionato con il polielettrolita, viene quindi inviato alla sezione di disidratazione costituita da filtropresse e successivamente indirizzato in 2 silos di stoccaggio prima dell'alimentazione al forno di trattamento termico.

Il forno di trattamento termico è costituito da un involucro cilindrico verticale in acciaio, diviso in 11 piani. Il fango, alimentato dall'alto, viene essiccato sfruttando il calore dei fumi prodotti dalla combustione che avviene nei piani inferiori. Nei piani più bassi si ha il trattamento termico dei fanghi e il successivo raffreddamento delle ceneri che sono raccolte in un silos di stoccaggio per essere poi inviate allo smaltimento. Il forno inoltre dotato di un sistema di recupero calore che alimenta una rete di teleriscaldamento.

I fumi prodotti durante la combustione vengono convogliati verso la camera di postcombustione, costituita da un cilindro verticale di acciaio rivestito internamente di materiale refrattario, all'interno della quale permangono per un tempo pari almeno a 2 secondi e ad una temperatura superiore a 850°C. Dopo essere transitati attraverso 3 scambiatori aria/fumi, i fumi vengono inviati all'elettrofiltro per l'abbattimento delle polveri sottili prima di essere immessi in atmosfera.

#### **4.3 SISTEMA DI GENERAZIONE DEL CALORE PER IL TELERISCALDAMENTO E SERVIZI AUSILIARI**

Il sistema di generazione del calore per la rete di teleriscaldamento, denominata "TLR Castelmaggiore", è costituito da sistemi di produzione calore interconnessi tra di loro e da una serie di sistemi ausiliari in comune.

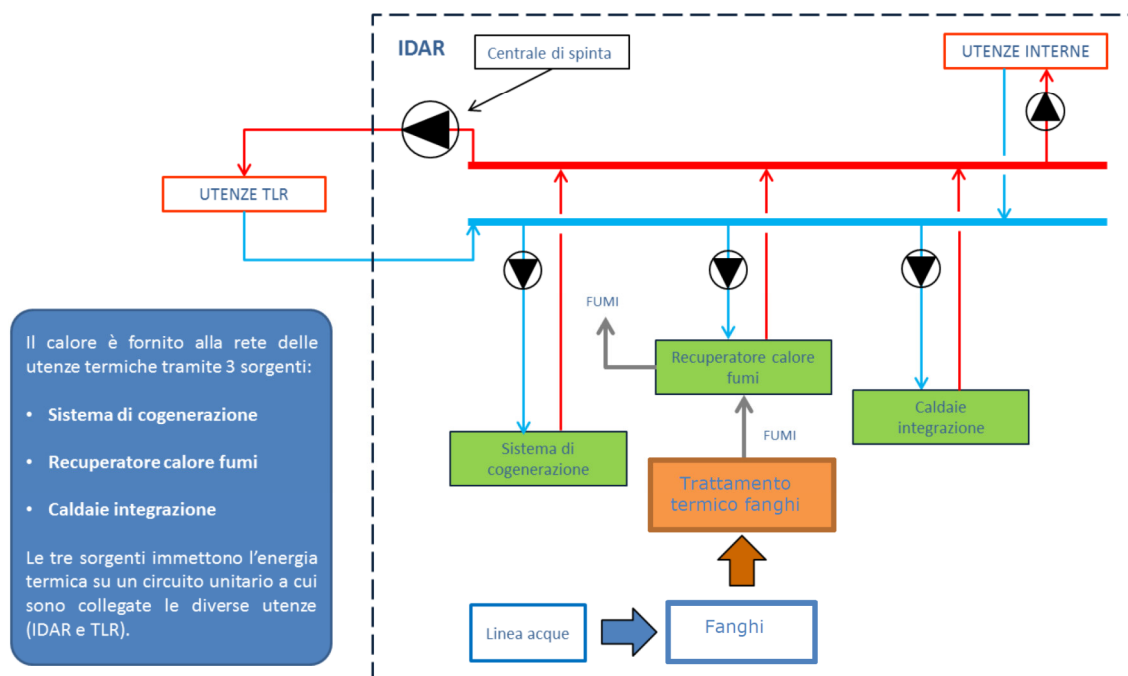
I sistemi impiantistici di generazione del calore sono:

	<b>RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>500090</b>	<b>DA00RG0002</b>	<b>0</b>	<b>13</b>	<b>26</b>
<b>REALIZZAZIONE IMPIANTO POWER TO GAS E UPGRADING BIOGAS PRESSO AREA DEPURATORE IDAR</b>					

- Sistema di recupero termico dal forno di trattamento termico dei fanghi (del tipo Nichols Herreshoff), costituito da un recuperatore di calore fumi-acqua calda;
- Sistema di cogenerazione, costituito da 2 motori endotermici di marca DEUTZ disposti in container e dotati di due scambiatori di marca APROVIS;
- Sistema di produzione calore tradizionale (centrale termica), costituito da 3 generatori di calore alimentabili a gas naturale, di cui 2 possiedono la doppia alimentazione a biogas/gas naturale.

## Rete utenze termiche

### Schema di funzionamento




## 4.4 FORNO DI TRATTAMENTO TERMICO

Il forno di trattamento termico dei fanghi è costituito da un involucro cilindrico verticale in acciaio, diviso in 11 piani ("zone"). Il fango viene alimentato dall'alto e essiccato sfruttando il calore dei fumi prodotti dalla combustione che avviene nei piani inferiori. Nei piani più bassi si ha il trattamento termico dei fanghi e il successivo raffreddamento delle ceneri che sono raccolte in un silos di stoccaggio e di qui inviate allo smaltimento.

I bruciatori, aventi ciascuno potenza termica pari a 350.000 Kcal/h, sono installati nei piani 3, 7 e 9 e il loro funzionamento è automatico grazie alla possibilità di regolare la portata d'aria di combustibile mediante miscelatori proporzionati aria-gas che consentono di mantenere costante il rapporto tra l'aria comburente e il gas combustibile.

Nel piano 11, invece, sono installati 2 bruciatori a comando manuale, i quali vengono utilizzati solo in occasione del riscaldamento forno a valle del periodo di fuori servizio per la manutenzione generale.

	<b>RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>500090</b>	<b>DA00RG0002</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>26</b>
<b>REALIZZAZIONE IMPIANTO POWER TO GAS E UPGRADING BIOGAS PRESSO AREA DEPURATORE IDAR</b>					

Alla camera di post-combustione vengono convogliati i fumi prodotti durante la combustione, i quali vi permangono per un tempo pari almeno a 2 secondi e ad una temperatura superiore a 850°C. La camera è costituita da un cilindro verticale di acciaio rivestito internamente di materiale refrattario ed è dotato di un bruciatore verticale installato sulla sommità e avente potenzialità termica pari a 3.000.000 kcal/h.

Il forno di trattamento termico è dotato di un sistema di recupero calore (della potenza complessiva di 2.300 kWt) che alimenta la rete di teleriscaldamento: in uscita dalla postcombustione, i fumi transitano attraverso 3 scambiatori aria/fumi e cedono il calore recuperabile.

#### **4.5 SISTEMA DI COGENERAZIONE**

L'impianto di cogenerazione utilizza il biogas prodotto nel processo di digestione anaerobica dei fanghi per produrre energia elettrica e calore. I 2 gruppi di cogenerazione generano una potenza elettrica nominale di 1.021 kW ciascuno, con rendimento elettrico nominale superiore al 39,5%, e sono costituiti da motori Deutz TCG2020 V12 a ciclo Otto a quattro tempi.

Si riportano di seguito i dati tecnici dei due motori suddetti.

	<b>Pieno carico</b>	<b>Carico parziale</b>	
	<b>100%</b>	<b>75%</b>	<b>50%</b>
<b>Potenza introdotta [kW]</b>	2.561	1.981	1.383
<b>Quantità di biogas [Nm³/h]</b>	441	341	238
<b>Potenza elettrica [kW]</b>	1.021	766	508
<b>Potenze termiche recuperabili</b>			
Acqua di raffreddamento e intercooler AT [kW]	544	420	297
Gas di scarico fino a 150°C	588	481	353
<b>Potenze termiche da smaltire [kW]</b>	247	244	210
<b>Consumi</b>			
Consumo specifico del motore [kWh/kWh]	2,43	2,5	2,63
Rendimento elettrico [%]	39,9%	38,7%	36,7%

#### **4.6 SISTEMA DI PRODUZIONE CALORE TRADIZIONALE**

La centrale termica tradizionale è costituita da 3 generatori di calore ad asse orizzontale con produzione diretta di acqua calda. Ciascuna caldaia presenta una potenza termica al focolare pari a 1.926 kW. Il combustibile prevalentemente utilizzato è il metano, acquisito dalla rete di distribuzione cittadina.

In alternativa, il biogas prodotto in testa ai digestori e inviato al gasometro di stoccaggio viene in parte utilizzato per alimentare le 2 caldaie; a tal proposito, occorre precisare che l'alimentazione a biogas è prevista esclusivamente in caso di manutenzione o prolungati fermi tecnici dei 2 motogeneratori appartenenti al sistema di cogenerazione.

Le caldaie presentano un funzionamento modulare e sono state dimensionate al fine di soddisfare completamente il fabbisogno del teleriscaldamento e dell'impianto di trattamento fanghi per il riscaldamento del fango contenuto nei digestori.

	<b>RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>500090</b>	<b>DA00RG0002</b>	<b>0</b>	<b>15</b>	<b>26</b>
<b>REALIZZAZIONE IMPIANTO POWER TO GAS E UPGRADING BIOGAS PRESSO AREA DEPURATORE IDAR</b>					

#### **4.7 SERVIZI AUSILIARI D'IMPIANTO**

Si riportano di seguito i principali servizi ausiliari d'impianto:

- Sistema di supervisione impianto, per la gestione a distanza delle apparecchiature, controllo di alcuni parametri funzionali dell'impianto e avviso di allarmi ed anomalie;
- Sezione di trattamento odori tramite biofiltrazione, per trattare i vapori e le emissioni odorigene provenienti da diverse sezioni di impianto (opera di presa, grigliatura grossolana e fine, opera di sollevamento, dissabbiatura/disoleazione, ispessimento fanghi primari e biologici, digestione anaerobica e disidratazione);
- Sezione di filtrazione acqua (produzione acqua industriale), per l'utilizzo nella sezione di lavaggio dei fumi del forno di trattamento termico, negli scambiatori di calore e in diverse altre utenze d'impianto;
- Produzione di aria compressa, a servizio delle apparecchiature pneumatiche presenti in impianto;
- Centralina di lubrificazione automatica, supervisionata dal DCS, a servizio di molte delle sezioni di impianto (sollevamento iniziale, trattamento sabbie e grigliatura grossolana, ispessitori primari e biologici, filtropressatura, sistema di estrazione fanghi disidratati e alimentazione al forno e forno).

### **5 DESCRIZIONE DELLO STATO DI PROGETTO**

L'impianto proposto è composto da due sistemi:

- Un sistema di upgrading del biogas
- Un sistema power to gas con metanazione biologica

I due sistemi condividono:

- Una sezione comune di ingresso per la rimozione dei silossani / VOC
- La cabina di iniezione del biometano
- I sistemi ausiliari d'impianto

#### **5.1 SEZIONE DI INGRESSO COMUNE**

Il biogas da utilizzare nelle unità di biogas upgrading e metanazione verrà prelevato a valle dei sistemi esistenti di pretrattamento del biogas IDAR. I sistemi esistenti provvedono all'incremento di pressione del biogas tramite soffianti, al raffreddamento e separazione delle condense e alla rimozione dei silossani tramite dei filtri rigenerabili.

La sezione di ingresso comune ai sistemi di upgrading e power to gas provvederà ad una ulteriore rimozione di Silossani e di VOC, che verrà effettuata facendo transitare il flusso di biogas in un filtro provvisto di un letto a carbone attivo. Prima di entrare nel letto a carbone attivo, il gas viene riscaldato in un riscaldatore elettrico. A valle del filtro di rimozione silossani/VOC, il biogas è diretto al sistema di upgrading biogas e al sistema power to gas.

	<b>RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>500090</b>	<b>DA00RG0002</b>	<b>0</b>	<b>16</b>	<b>26</b>
<b>REALIZZAZIONE IMPIANTO POWER TO GAS E UPGRADING BIOGAS PRESSO AREA DEPURATORE IDAR</b>					

## 5.2 SISTEMA DI UPGRADING DEL BIOGAS

Lo scopo del sistema di upgrading è quello di rimuovere la maggior parte della CO<sub>2</sub> dal flusso di biogas al fine di ottenere un flusso ad alto contenuto di metano, conforme alle specifiche del biometano. Deve inoltre essere rimosso il solfuro di idrogeno (H<sub>2</sub>S) entro le specifiche del biometano.

Il sistema di upgrading biogas si compone dei seguenti sottosistemi:

- Sistema di rimozione solfuro di idrogeno (H<sub>2</sub>S)
- Compressione del gas
- Purificazione del gas tramite permeazione attraverso membrane

A valle del filtro di rimozione Silossani/VOC, il biogas sarà sottoposto a un trattamento di rimozione H<sub>2</sub>S. Il sistema è costituito da un set di due filtri in configurazione LEAD e LAG. I filtri utilizzano carbone attivo impregnato ad alta superficie specifica con un'elevata capacità di adsorbimento.

Il biogas entra quindi nell'unità di compressione (1x100%) necessaria ad aumentare la pressione del biogas a circa 12 barg e a condizionare la temperatura ad un valore di circa 20-25°C adeguato all'ingresso all'unità di purificazione. L'unità di compressione sarà basata su un compressore a vite a singolo stadio, sarà completa di ausiliari e di un sistema di raffreddamento del gas con un primo stadio di raffreddamento ad aria ed un secondo stadio di raffreddamento ad acqua refrigerata.

Il sistema di purificazione del gas si basa sulla tecnologia a membrana, che consente la separazione selettiva della CO<sub>2</sub> dal CH<sub>4</sub>, in base alla diversa permeabilità. Le membrane sono composte da migliaia di sottili fibre cave costituite da polimeri di ultima generazione e assemblate in recipienti in alluminio resistenti e leggeri. Quando il biogas entra nelle membrane, i gas “veloci” come l'anidride carbonica, l'ossigeno e l'acqua permeano preferenzialmente attraverso le membrane verso l'esterno delle fibre, dove viene mantenuta una pressione più bassa. Questi gas si raccolgono all'interno dei recipienti in alluminio fluendo in contro-corrente rispetto ai gas all'interno delle fibre ed escono dal recipiente procedendo verso lo stadio successivo.

Questo processo crea un flusso ricco di metano ad alta pressione (indicato anche come retentato) ed un flusso a bassa pressione arricchito di anidride carbonica (indicato anche come permeato). Il sistema proposto prevede 3 stadi di purificazione a membrane per raggiungere il grado di purezza del biometano desiderato. Il biogas entra nel primo stadio ad una pressione di circa 12 barg ed è separato in un retentato ricco di metano ed un permeato ricco di anidride carbonica. Il retentato del primo stadio passa al secondo stadio dove viene ulteriormente purificato ottenendo un flusso di biometano adatto all'iniezione in rete. Il permeato proveniente dal primo stadio di separazione viene inviato al secondo stadio di separazione per recuperare il metano in esso contenuto; il retentato del terzo stadio di separazione viene inviato, assieme al permeato del secondo stadio di separazione, all'unità di compressione a monte delle membrane.

In questo modo il sistema consente un recupero di metano garantito di almeno il 99%. Il permeato del 3° stadio è composto principalmente da CO<sub>2</sub> ed è pertanto un flusso di scarto: viene aspirato da una pompa a vuoto e rilasciato in atmosfera.

## 5.3 SISTEMA POWER TO GAS CON METANAZIONE BIOLOGICA

Il sistema power to gas consiste in un sistema di accumulo energetico capace di convertire quantitativi di energia rinnovabile da rete elettrica in metano (CH<sub>4</sub>), a fronte di un consumo della CO<sub>2</sub> contenuta nel biogas IDAR e di un flusso di H<sub>2</sub> generato da un elettrolizzatore.

	<b>RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>500090</b>	<b>DA00RG0002</b>	<b>0</b>	<b>17</b>	<b>26</b>
<b>REALIZZAZIONE IMPIANTO POWER TO GAS E UPGRADING BIOGAS PRESSO AREA DEPURATORE IDAR</b>					

### **Elettrolizzatore**

L'elettrolizzatore (taglia 1 MW<sub>e</sub>) produrrà l'idrogeno da utilizzare per la reazione di metanazione. L'elettrolizzatore utilizza energia elettrica dalla rete per decomporre l'acqua in idrogeno e ossigeno allo stato gassoso. L'idrogeno sarà generato a una pressione superiore a quella richiesta per il funzionamento dell'unità di metanazione biologica.

La reazione complessiva di elettrolisi è la seguente:  $2\text{H}_2\text{O} = 2\text{H}_2 + \text{O}_2$

La fonte d'acqua sarà l'acqua proveniente dalla rete di acqua potabile: il sistema di elettrolisi includerà tutte le fasi di pretrattamento necessarie per alimentare l'acqua purificata all'elettrolizzatore. Le acque reflue del sistema di pretrattamento verranno scaricate in fogna IDAR. Il calore prodotto nell'elettrolizzatore sarà disperso nell'atmosfera da appositi refrigeratori ad aria.

### **Compressione del biogas**

A valle del filtro di rimozione Silossani/VOC, il flusso di biogas viene miscelato con il flusso di gas di riciclo proveniente dai post trattamenti del sistema power to gas. La corrente risultante, ad una pressione leggermente superiore a quella atmosferica, è inviata al compressore e compressa fino alla pressione necessaria per l'iniezione nella parte inferiore del metanatore.

A valle del compressore, un analizzatore connesso ad un sistema di campionamento in linea determina la composizione del flusso di gas. Il flusso di gas compresso viene miscelato sotto controllo di portata con il flusso di idrogeno che proviene dall'elettrolizzatore e quindi inviato al metanatore. Entrambe le linee dei gas reagenti sono equipaggiate con un trasmettitore di portata massico per consentire un controllo preciso delle portate.

### **Metanatore biologico ed accessori**

Nel metanatore dei microorganismi metanogeni, ovverosia Archee, convertono la CO<sub>2</sub> e l'idrogeno in metano. Il metanatore è dotato di un sistema di miscelazione per mantenere la biomassa agitata. Il metanatore è inoltre dotato di un sistema di dissipazione del calore prodotto dalla reazione di metanazione basato su un sistema di circolazione d'acqua con dissipatore ad aria

Il metanatore usa un flusso di fanghi da digestione anaerobica dell'IDAR come fonte principale di nutrienti. I fanghi in eccesso prodotti nel metanatore vengono immessi sulla linea fanghi IDAR, a valle dei digestori anaerobici. A servizio del metanatore vi è poi un sistema di dosaggio dei micronutrienti ed additivi necessari a sostenere il metabolismo delle archee.

Le modalità operative del sistema power to gas dipenderanno dalle condizioni di acquisto della corrente elettrica (contratto di fornitura PPA con garanzia di origine), ed in generale è atteso che l'unità sarà soggetta a frequenti avviamenti e spegnimenti. Per questa ragione, è opportuno minimizzare le tempistiche di avviamento e spegnimento dell'impianto. Quando l'impianto viene spento, è opportuno che le sezioni ad alta pressione vengano mantenute alla pressione operativa per minimizzare i tempi di riavvio. Il metanatore, la colonna di rimozione ammoniacale e i filtri di rimozione H<sub>2</sub>S verranno mantenuti alla pressione operativa anche durante i periodi di spegnimento a breve termine.

### **Post-trattamenti metanazione**

Per avere un biogas adatto all'iniezione di rete, viene installata un'unità di post-trattamento a valle del metanatore. Si compone di quattro fasi:

- Rimozione dell'ammoniaca (NH<sub>3</sub>)

	<b>RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>500090</b>	<b>DA00RG0002</b>	<b>0</b>	<b>18</b>	<b>26</b>
<b>REALIZZAZIONE IMPIANTO POWER TO GAS E UPGRADING BIOGAS PRESSO AREA DEPURATORE IDAR</b>					

- Rimozione solfuro di idrogeno ( $H_2S$ )
- Abbattimento dell'umidità
- Arricchimento  $CH_4$

Il gas prodotto nel metanatore esce, dallo spazio di testa, saturo d'acqua a circa 60-65°C e contiene ammoniaca ( $NH_3$ ) e solfuro di idrogeno ( $H_2S$ ) in quantità superiori rispetto alle specifiche del biometano. Il sistema di rimozione  $NH_3$  è costituito da una colonna dotata di riempimento strutturato in cui il gas scorre dal fondo della colonna verso l'alto, in controcorrente rispetto ad un flusso d'acqua che cade dall'alto in basso e che assorbe l'ammoniaca dal gas.

Il sistema di rimozione  $H_2S$  è costituito da due recipienti in serie caricati con un riempimento di materiale adsorbente. I letti di rimozione sono in configurazione lead-lag, cioè connessi in serie con il primo letto che opera la rimozione dei contaminanti mentre il secondo letto opera come letto di guardia. Il contenuto residuo di  $H_2S$  viene misurato a valle del primo letto per rilevare l'esaurimento del primo letto e rilevarne la necessità di sostituzione.

Prima della fase di arricchimento  $CH_4$ , il contenuto di acqua del gas deve essere ridotto ed il gas surriscaldato per evitare qualsiasi possibilità di condensazione nei tratti a valle. Il sistema di rimozione dell'acqua è costituito da uno scambiatore recuperativo, uno scambiatore di calore ad acqua refrigerata e un separatore di condensa. Lo scambiatore recuperativo preraffredda il gas saturo in ingresso usando come fluido refrigerante il gas che esce dal separatore di condensa. Lo scambiatore ad acqua refrigerata raffredda il gas pre-refrigerato proveniente dallo scambiatore recuperativo usando come fluido refrigerante dell'acqua refrigerata. Il gas in uscita conterrà dall'acqua liquida, che sarà separata dalla fase gas nel separatore di condensa. Il gas in uscita dal separatore di condensa fluisce poi nel lato freddo dello scambiatore recuperativo, scaldandosi.

All'uscita del sistema di rimozione dell'acqua il gas prodotto risulta quindi parzialmente disidratato e surriscaldato. Lo scambiatore recuperativo consente inoltre un recupero energetico. Il gas prodotto dal metanatore contiene una quantità di idrogeno ( $H_2$ ) troppo alta per consentire l'immissione del gas in rete e pertanto parte dell'idrogeno deve essere rimosso.

Il sistema di arricchimento  $CH_4$  separerà il metano ( $CH_4$ ) dai residui di idrogeno ( $H_2$ ) e anidride carbonica ( $CO_2$ ). Il processo di arricchimento riduce inoltre il contenuto d'acqua del gas al valore richiesto per l'iniezione in rete. Il sistema di arricchimento  $CH_4$  è costituito da una batteria di membrane che separa il flusso di gas in due correnti con composizione diversa: il permeato e il retentato. Il permeato è il gas che esce dalle membrane a bassa pressione ricco di idrogeno e  $CO_2$  ed è riciclato all'aspirazione del compressore appartenente al sistema power to gas. Il retentato è il gas prodotto a pressione poco inferiore a quella di ingresso e consiste essenzialmente in metano e alcune tracce di idrogeno e  $CO_2$  residui. Un filtro a cartuccia viene installato a monte delle membrane per trattenere eventuali particelle solide presente nel flusso di gas ed evitare di danneggiare le membrane.

#### **5.4 CABINA DI INIEZIONE BIOMETANO**

Entrambi i flussi di biometano prodotti (da sistema di upgrading e da sistema power to gas) saranno inviati alla cabina di iniezione posta sul perimetro dell'impianto, dove verranno eseguite le analisi di qualità in tempo reale per verificare la conformità dei gas alle specifiche per l'iniezione del biometano in rete. Se il biometano prodotto soddisfa i requisiti di qualità, può essere iniettato nella rete locale di distribuzione del gas; se i parametri di qualità non vengono soddisfatti, il biometano sarà diretto a unità a monte nel caso del biometano proveniente dall'unità di upgrading o a torcia nel caso di biometano da metanazione.

	<b>RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>500090</b>	<b>DA00RG0002</b>	<b>0</b>	<b>19</b>	<b>26</b>
<b>REALIZZAZIONE IMPIANTO POWER TO GAS E UPGRADING BIOGAS PRESSO AREA DEPURATORE IDAR</b>					

Per il biometano iniettato in rete, verrà eseguita la misurazione delle portate ai fini del riconoscimento degli incentivi e della valorizzazione del biometano.

## **5.5 SISTEMI AUSILIARI E SERVIZI**

In questo paragrafo vengono descritti i sistemi ausiliari e i servizi generali d'impianto, sia quelli già presenti nell'impianto IDAR e disponibili, sia quelli che saranno realizzati nell'ambito del nuovo progetto.

### **Acqua potabile**

Un flusso di acqua potabile sarà disponibile per l'impianto Power to Gas, attraverso l'estensione della rete di distribuzione dell'acqua potabile. L'acqua potabile è la fonte preferenziale di acqua per l'elettrolizzatore. L'uso dell'acqua industriale per alimentare l'elettrolizzatore verrà verificato in fase esecutiva. La stima preliminare della portata di acqua richiesta per l'elettrolizzatore è di 400 l/h, con un valore di progetto di 500 l/h.

### **Acqua industriale**

L'acqua industriale presente presso l'impianto IDAR viene prodotta attraverso pompaggio e filtrazione in filtri a sabbia delle acque reflue in uscita dall'IDAR. Pertanto, a meno dei consumi energetici e degli impatti ambientali delle operazioni di trattamento, si tratta del recupero di un flusso di scarto e non di utilizzo di una risorsa scarsa.

Il consumo stimato dell'acqua industriale è di 400 l/h in condizioni normali. Consumi più elevati potranno verificarsi solo per alcuni minuti ogni settimana in corrispondenza di interventi di manutenzione periodica.

### **Elettricità**

La fornitura di Corrente elettrica verrà resa disponibile al sistema power to gas mediante un nuovo allaccio alla rete di distribuzione in MT alle seguenti condizioni: tensione: 15 kV; frequenza: 50 Hz; fasi: 3.

Per quanto riguarda la corrente elettrica occorre distinguere nettamente gli scenari di funzionamento dell'impianto di biogas upgrading e di metanazione.

Per quanto riguarda il funzionamento dell'impianto di biogas upgrading, il consumo elettrico specifico è in linea con lo stato dell'arte per questi impianti. La potenza elettrica installata per il solo sistema di upgrading sarebbe intorno ai 130 kW<sub>e</sub>.

Per quanto riguarda il sistema power to gas, pur avendo come obiettivo l'ottimizzazione energetica dell'impianto stesso, va evidenziato che per sua natura si tratta di un impianto "energivoro" e in quest'ottica vanno letti i consumi elettrici specifici molto elevati, nell'ordine di 24 kW<sub>e</sub>h/Nm<sup>3</sup> nelle fasi iniziali di vita dell'impianto, riferito alle nuove molecole di metano prodotte (esclusa la quota parte di metano già contenuta nel biogas in ingresso all'impianto).

La potenza totale installata per i sistemi di upgrading e power to gas ammonta a circa 1700 kW<sub>e</sub>.

### **Aria strumenti**

Non vi è disponibilità di aria strumenti dagli impianti esistenti. Un nuovo sistema di aria compressa verrà fornito per il nuovo impianto (pressione operativa minima: 4.5 barg).

### **Torcia**

	<b>RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>500090</b>	<b>DA00RG0002</b>	<b>0</b>	<b>20</b>	<b>26</b>
<b>REALIZZAZIONE IMPIANTO POWER TO GAS E UPGRADING BIOGAS PRESSO AREA DEPURATORE IDAR</b>					

Una nuova torcia verrà fornita a servizio del nuovo impianto. I parametri di efficienza della torcia sono i seguenti:

PARAMETRO	UNITÀ	VALORE
Portata massima biogas + H <sub>2</sub> a torcia in condizioni di fuori specifica	kg/h	192
Portata massima biogas + H <sub>2</sub> a torcia in condizioni di emergenza (portata di picco, di breve durata)	kg/h	4000
Temperatura di combustione	°C	>850
Tempo di permanenza dei fumi	s	>0.3

### **Fognatura atmosferica**

I reflui liquidi dell'impianto Power to Gas verranno convogliati nella rete fognaria dell'IDAR: i liquami verranno infine diretti all'ingresso dell'impianto IDAR per il trattamento.

### **Azoto**

Non è presente alcuna rete di distribuzione azoto presso l'impianto IDAR. L'impianto Power to Gas non necessita di azoto durante il normale funzionamento. L'uso di azoto sarà necessario solo durante le attività di manutenzione. Per questa ragione, non viene previsto un sistema di generazione azoto. Un pacco di bombole di azoto deve essere presente in impianto per permettere la bonifica di tubazioni e apparecchiature qualora dovesse rendersi necessario durante le operazioni di manutenzione.

### **Acqua refrigerata**

Un sistema di produzione di acqua refrigerata verrà installato per il nuovo impianto (dati del sistema di produzione acqua refrigerata: temperatura di mandata dell'acqua refrigerata: 1°C; temperatura di ritorno dell'acqua refrigerata: 5°C). L'acqua refrigerata sarà costituita da una miscela di acqua e glicole etilenico (20% in peso glicole)

### **Gas combustibile**

Un flusso di gas combustibile è richiesto per alimentare il bruciatore pilota della torcia. Il biogas grezzo in ingresso all'impianto Power to Gas potrebbe essere adatto come alimentazione al bruciatore pilota della torcia, tuttavia questo dovrà essere verificato in fase di progettazione definitiva con i potenziali fornitori della torcia.

## **5.6 BASE PER LA PROGETTAZIONE DI PROCESSO**

Di seguito si riportano i principali dati, filosofie e criteri adottati per la progettazione del sistema.

### **Filosofia di protezione dalle sovrappressioni**

I casi in cui verranno previste valvole di sicurezza (PSV) a protezione dalle sovrappressioni sono le seguenti:

	<b>RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>500090</b>	<b>DA00RG0002</b>	<b>0</b>	<b>21</b>	<b>26</b>
<b>REALIZZAZIONE IMPIANTO POWER TO GAS E UPGRADING BIOGAS PRESSO AREA DEPURATORE IDAR</b>					

- I recipienti contenenti gas sono protetti contro gli scenari di fuoco esterno, ove applicabile, e l'espansione termica
- Le mandate compressori sono protette da valvole di sicurezza (PSV) in considerazione dello scenario di uscita bloccata

Verranno considerati altri scenari derivanti da apposite analisi HAZOP o HSE.

### **Filosofia di isolamento, sfiati, drenaggi e punti di campionamento**

Ciascuna unità o sezione funzionalmente indipendente sarà isolabile attraverso una singola valvola di isolamento. Una connessione di drenaggio verrà realizzata in tutti i punti bassi dei circuiti di tubazioni e fondi dei recipienti. La connessione sarà equipaggiata con una valvola di isolamento da ½" per tutte le linee e recipienti di piccolo volume. I drenaggi dei recipienti a volume maggiore o quelli per i quali è previsto in drenaggio periodico verranno collettati. Nelle linee di drenaggio in cui è possibile la presenza di solidi, le valvole di isolamento saranno del tipo a maschio. Verrà prevista almeno una connessione di sfiato (vent) per ciascuna sezione isolata, equipaggiata con una valvola di isolamento da ½". La linea di sfiato verrà collettata e portata in posizione sicura per i componenti ad alta pressione e elevato volume. Verrà prevista almeno una connessione di inertizzazione per ciascuna sezione isolata, equipaggiata con una valvola di isolamento da ½". Verrà prevista almeno una connessione di campionamento dopo ciascuna unità che modifica la composizione del fluido di processo. La connessione di campionamento verrà equipaggiata con una valvola di isolamento da ½".

### **Filosofia di strumentazione**

Ciascuna sezione di processo isolabile verrà dotata come minimo di un indicatore di pressione. A monte e a valle degli scambiatori di calore verranno installati indicatori di temperatura per monitorare il funzionamento dell'apparecchiatura. Indicatori di pressione differenziale verranno installati sui filtri a cartuccia e sulle colonne dotate di riempimento. Trasmettitori differenziali di pressione verranno installati nelle applicazioni dove è richiesto un rilevamento rapido dell'aumento della pressione differenziale. Accanto a tutti i trasmettitori di pressione e temperatura che fanno parte di un circuito di controllo verrà installato almeno un indicatore locale. Ciascun recipiente in cui è prevista la presenza di una fase liquida sarà dotato di un indicatore di livello.

Connessioni al processo:


- Indicatore o trasmettitore di pressione: valvola filettata ½" per permettere l'isolamento dello strumento dal processo
- Pozzetti termometrici: filettati ½"

### **Sistema di controllo**

Il nuovo impianto verrà controllato da un sistema di controllo che verrà alloggiato in un cabinato. Il sistema di controllo dialogherà con i pannelli di controllo delle singole macchine o componenti d'impianto (compressori, elettrolizzatore, ecc.). Il sistema di controllo sarà basato su PLC. Per il sistema di controllo è prevista la ridondanza dell'alimentatore, mentre gli altri componenti (CPU, schede di acquisizione, etc.) sono previsti in esecuzione singola.

La supervisione, la gestione ed il controllo del nuovo impianto verrà garantita h24 (anche ad impianto fermo) mediante l'interfacciamento del sistema di controllo locale con il telecontrollo centrale del Gruppo Hera.

### **Isolamento termico**

	<b>RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>500090</b>	<b>DA00RG0002</b>	<b>0</b>	<b>22</b>	<b>26</b>
<b>REALIZZAZIONE IMPIANTO POWER TO GAS E UPGRADING BIOGAS PRESSO AREA DEPURATORE IDAR</b>					

Le misure di protezione personale verranno applicate per tutte le superfici raggiungibili dagli operatori con temperature superficiale superiore a 60°C. La protezione del personale può essere ottenuta attraverso la coibentazione o attraverso l'installazione di schermature. L'isolamento termico necessario alla conservazione del caldo e del freddo, così come stabilito da valutazione di processo, sarà ottenuto mediante applicazione della coibentazione alle apparecchiature e linee interessate.

### Composizione del biogas

Il biogas in ingresso verrà prelevato a valle dell'impianto già esistente per il pretrattamento del biogas per l'uso come combustibile per i cogeneratori presenti nell'impianto IDAR. L'impianto di pretrattamento esistente preleva il biogas dal gasometro ed include tre fasi di trattamento:

- Incremento della pressione attraverso le soffianti esistenti
- Raffreddamento e rimozione dell'acqua
- Rimozione dei silossani

La composizione media per il dimensionamento dei sistemi di upgrading e power to gas è riportata nella tabella seguente.

<b>Componente</b>	<b>Contenuto [%vol]</b>
CH <sub>4</sub>	61,79
CO <sub>2</sub>	36
N <sub>2</sub>	2
O <sub>2</sub>	0,2
H <sub>2</sub> S	120 ppm
Silossani*	valore massimo pari a circa 1 mg/Nm <sup>3</sup>
VOC*	valore massimo pari a circa 10 mg/Nm <sup>3</sup>

### Note

\*Per quanto riguarda i silossani, una loro rimozione quantitativa è attesa nell'unità esistente di rimozione silossani, tuttavia alcune analisi suggeriscono che i silossani possano ancora essere presenti a valle di tale unità. Per questa ragione, un filtro di guardia per la rimozione di silossani e VOC verrà installato all'ingresso dell'impianto. Il dimensionamento del filtro rimozione silossani/VOC sarà basato su un contenuto massimo di silicio di 1 mg/Nm<sup>3</sup> e un contenuto massimo di VOC di 10 mg/Nm<sup>3</sup>.

### Dati operativi

Le seguenti condizioni operative vengono assunte all'ingresso della sezione di ingresso comune.

<b>Parametro</b>	<b>Unità</b>	<b>Valore</b>
Portata min / max	Nm <sup>3</sup> /h	110 / 250
Pressione min / max	mbarg	250 / 300
temperatura	°C	5

### Sistema power to gas con metanazione biologica

	<b>RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>500090</b>	<b>DA00RG0002</b>	<b>0</b>	<b>23</b>	<b>26</b>
<b>REALIZZAZIONE IMPIANTO POWER TO GAS E UPGRADING BIOGAS PRESSO AREA DEPURATORE IDAR</b>					

Il regime di funzionamento del sistema dovrà essere definito in base alle condizioni di acquisto della corrente elettrica al momento della stipula dei contratti PPA con garanzia di origine. Viene previsto il funzionamento del sistema power to gas per circa 2000 h/y.

È stata considerata la seguente composizione dell'idrogeno prodotto dall'elettrolizzatore:

<b>Componente</b>	<b>Contenuto* [%vol]</b>
H <sub>2</sub>	>99,95%
O <sub>2</sub>	<100ppm

#### **Note**

\*I valori menzionati sono limiti ragionevoli per l'uso dell'idrogeno nell'impianto di metanazione biologica, la composizione effettiva dell'idrogeno dovrà essere confermata dal fornitore dell'elettrolizzatore.

Il dimensionamento dell'unità di metanazione si basa su una potenza assorbita dalle celle di elettrolisi dell'elettrolizzatore di circa 1 MW<sub>e</sub>: allo stato attuale della tecnologia, tale assorbimento elettrico corrisponde ad una produzione di idrogeno di circa 200 Nm<sup>3</sup>/h. La portata di idrogeno di 200 Nm<sup>3</sup>/h è stata quindi assunta come parametro principale per il dimensionamento dell'unità di metanazione.

<b>Parametro</b>	<b>Unità</b>	<b>Valore</b>
Portata H <sub>2</sub> min / max	Nm <sup>3</sup> /h	50 / 200
Pressione H <sub>2</sub> min / max	barg	11 / 12 (dovrà essere confermato dal fornitore)
Temperatura H <sub>2</sub>	°C	20

Il flusso fonte di CO<sub>2</sub> per il metanatore è il biogas proveniente dalla sezione di ingresso comune, a valle del filtro di rimozione silossani/VOC.

La portata di biogas in ingresso al sistema power to gas è quella necessaria per addurre il corretto flusso di CO<sub>2</sub> per reagire con l'idrogeno fornito dall'elettrolizzatore.

<b>Parametro</b>	<b>Unità</b>	<b>Valore</b>
Portata biogas in ingresso al sistema power to gas min / max	Nm <sup>3</sup> /h	35 / 140

La portata di biogas calcolata per consentire la metanazione della portata massima di idrogeno è di 140 Nm<sup>3</sup>/h, considerando una composizione del biogas pari a quella assunta precedentemente. Per quanto riguarda il turndown del sistema, tale parametro verrà assunto come 4:1 (portata minima dei flussi di processo pari al 25% della portata massima) e il sistema verrà progettato per tale valore di flessibilità. L'operazione della sezione fino al regime minimo di funzionamento verrà verificato durante l'operazione dell'unità.

Quando l'unità di metanazione è operata a piena capacità (cioè con una portata di biogas in ingresso di 140 Nm<sup>3</sup>/h), la portata di biogas che è inviata al sistema di upgrading a valle del filtro di rimozione silossani/VOC (cioè all'unità di rimozione H<sub>2</sub>S e alle unità successive) è di 110 Nm<sup>3</sup>/h.

	<b>RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>500090</b>	<b>DA00RG0002</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>26</b>
<b>REALIZZAZIONE IMPIANTO POWER TO GAS E UPGRADING BIOGAS PRESSO AREA DEPURATORE IDAR</b>					

### Dati di processo dei flussi in uscita

Il biometano prodotto sia dal sistema di biogas upgrading che dal sistema power to gas deve essere conforme con i requisiti della delibera ARERA 64/2020/R/GAS – “Aggiornamento delle direttive per le connessioni di impianti di biometano alle reti del gas naturale” e della specifica tecnica UNI TS 11537:2019 – “Immissione di biometano nelle reti di trasporto e distribuzione di gas naturale”. Il gas prodotto verrà iniettato nella rete di distribuzione locale, rete di quarta specie.

I parametri principali del flusso di gas in uscita sono riassunti nella tabella seguente:

Parametro	Unità	Valore
Pressione della rete ricevente	Barg	1,5 – 5 barg
Temperatura del gas min / max	°C	4 / 20
Portata massima gas prodotto	Nm <sup>3</sup> /h	210 (di cui 140 da power to gas, 70 da upgrading, quando entrambi i sistemi vengono operati)
Potere calorifico superiore min / max	MJ/Sm <sup>3</sup>	34,95 / 45,28
Indice di Wobbe min / max	MJ/Sm <sup>3</sup>	47,31 / 52,33
Densità relativa min / max	-	0,555 / 0,7
Punto di rugiada dell'acqua (@7000 kPag)	°C	-5
Concentrazione di CO <sub>2</sub> max	%vol.	2,5
Concentrazione di O <sub>2</sub> max	%vol.	0,6
Concentrazione di H <sub>2</sub> max	%vol.	1
Concentrazione di H <sub>2</sub> S max	mg/Sm <sup>3</sup>	5
Silicio organico totale min /max	mg/Sm <sup>3</sup>	0,3 / 1
Concentrazione di NH <sub>3</sub> max	mg/Sm <sup>3</sup>	10

## **5.7 INTERFACCE DI PROCESSO CON IDAR**

Il nuovo impianto di upgrading e metanazione del biogas necessiterà di diverse interfacce con l'impianto di trattamento acque esistente (IDAR).

### **Biogas**

Il biogas che verrà utilizzato è quello prodotto dalla digestione anaerobica dei fanghi del processo di depurazione dell'impianto IDAR. La produzione annua di biogas dell'IDAR, basata sui dati storici, si attesta a valori pari a circa 1.800.000 Nm<sup>3</sup>/anno, per una media oraria di circa 208 Nm<sup>3</sup>/h.

La conversione del biogas in biometano nell'unità di biogas upgrading rientra nel quadro di incentivo alla produzione di biometano previsto dal DM 2 marzo 2018 “Promozione dell'uso del biometano e degli altri biocarburanti avanzati nel settore dei trasporti.” La conversione del biogas in biometano nel sistema power to gas, con un consumo significativo di corrente elettrica, rientra sia nell'ambito del già citato DM 2 marzo 2018, ma soprattutto nell'ottica di ottimizzazione della miglior gestione delle reti elettriche attraverso la conversione di surplus di corrente elettrica in gas combustibile, nell'ottica del “sector-coupling” tra le reti elettriche e del gas naturale.

	<b>RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>500090</b>	<b>DA00RG0002</b>	<b>0</b>	<b>25</b>	<b>26</b>
<b>REALIZZAZIONE IMPIANTO POWER TO GAS E UPGRADING BIOGAS PRESSO AREA DEPURATORE IDAR</b>					

### **Fanghi**

Il metanatore utilizza i fanghi provenienti dai digestori anaerobici dell'IDAR come fonte di nutrienti per i microrganismi metanogeni (portata prelevata fanghi pari a circa 182 l/h). A sua volta, il metanatore produce dei fanghi in quantità maggiore (pari a circa 255 l/h) di quelli in ingresso, che verranno ritornati a valle dei digestori anaerobici dell'IDAR da cui poi verranno avviati ai trattamenti successivi. La maggior produzione complessiva dei fanghi è trascurabile rispetto al volume di fanghi attualmente prodotto dall'IDAR. Per la corrente di fanghi in uscita dal metanatore il possibile fornitore del sistema di metanazione ha presentato le seguenti caratteristiche qualitative: pH dei fanghi compreso tra 6 e 7; composizione fanghi in uscita simile alla composizione fanghi in ingresso, ma con un contenuto di acqua leggermente maggiore (acqua prodotta dalla reazione di metanazione) ed un contenuto di biomassa leggermente inferiore.

### **Biometano fuori specifica**

Nel caso in cui il biometano prodotto dal sistema power to gas risultasse fuori specifica in base alle analisi eseguite dagli analizzatori installati nella cabina di iniezione, esso verrà diretto alla nuova torcia. Nel caso in cui il biometano prodotto dal sistema di upgrading risultasse fuori specifica in base alle analisi eseguite dagli analizzatori installati nella cabina di iniezione, esso verrà ritornato a monte dell'impianto di upgrading, previa miscelazione con la CO<sub>2</sub> dell'offgas separata dal processo.

### **Drenaggi di processo**

Sia il sistema di upgrading del biogas che il sistema power to gas produrranno dei flussi di scarto liquidi, questi reflui liquidi verranno convogliati nella rete fognaria locale e verranno inviati in ingresso all'impianto IDAR. Il nuovo impianto produrrà una serie di scarichi liquidi che verranno diretti alla rete fognaria dell'IDAR, per poi essere convogliati all'ingresso delle acque reflue all'IDAR stesso e quindi al trattamento.

Le sorgenti principali degli scarichi liquidi sono riassunte nella tabella seguente:

	<b>RELAZIONE TECNICO ILLUSTRATIVA</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>500090</b>	<b>DA00RG0002</b>	<b>0</b>	<b>26</b>	<b>26</b>
<b>REALIZZAZIONE IMPIANTO POWER TO GAS E UPGRADING BIOGAS PRESSO AREA DEPURATORE IDAR</b>					

<b>FLUSSO</b>	<b>PORTATA</b>	<b>CARATTERISTICHE</b>
Rigetto sistema trattamento acqua dell'elettrolizzatore	200 l/h	Contenuto di sali pari a circa il doppio del flusso di alimento, costituito da acqua potabile
Scarico liquido da foam trap	350 l/h	Composizione simile al flusso in alimento (acqua industriale); Contenuto NH <sub>3</sub> : 10 mg/l BOD <sub>5</sub> : 10 mg/l
Scarico liquido da colonna rimozione ammoniacale	55 l/h	Contenuto H <sub>2</sub> S: 80 mg/l Contenuto NH <sub>3</sub> : 140 mg/l BOD <sub>5</sub> : 10 mg/l
Scarico da filtri rimozione H <sub>2</sub> S del sistema power to gas	800 l/anno	Contenuto H <sub>2</sub> S: 40 mg/l Contenuto NH <sub>3</sub> : 25 mg/l
Scarico da separatore condense post-trattamento metanazione	25 l/h	Contenuto H <sub>2</sub> S: <5 mg/l Contenuto NH <sub>3</sub> : <5 mg/l
Scarico da separatori a valle dei compressori sistema upgrading e power to gas	1.5 l/h	Contenuto H <sub>2</sub> S: <5 mg/l Contenuto NH <sub>3</sub> : <5 mg/l

Dalla tabella si evince come le quantità siano trascurabili rispetto al volume di acque trattato dall'IDAR, e come i vari flussi siano compatibili con la loro immissione in un impianto di trattamento acque come IDAR.