Linee guida per il contenimento delle perdite di metano negli impianti di digestione anaerobica

Stefano Trotta
Centro Ricerche Produzioni Animali, Reggio Emilia

LABORATORI

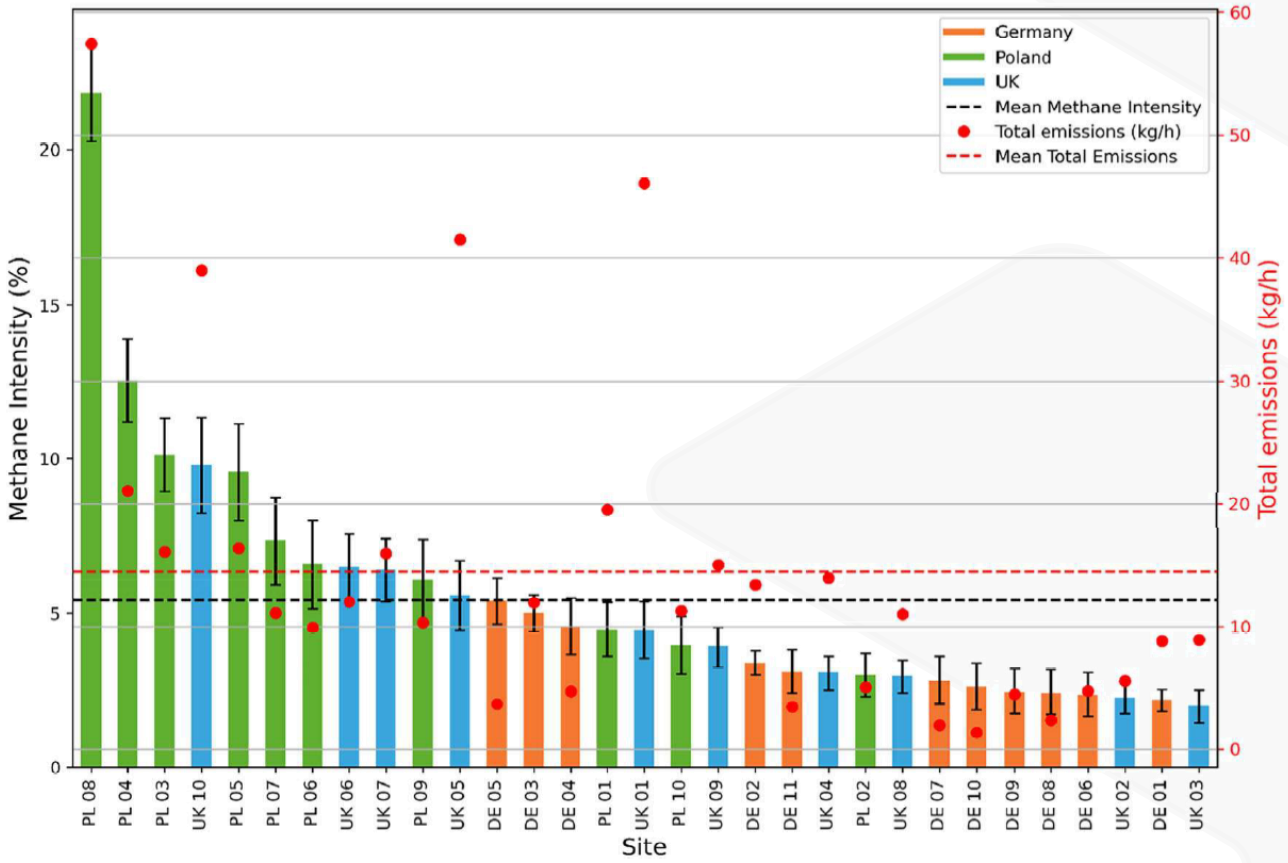
IMPRESE

ECOMONDO
The green technology expo.

Conferenza CIB
Manutenzione e sicurezza degli impianti

COESIONE ITALIA 21-27 EMILIA-ROMAGNA
Cofinanziato dall'Unione europea
Regione Emilia-Romagna

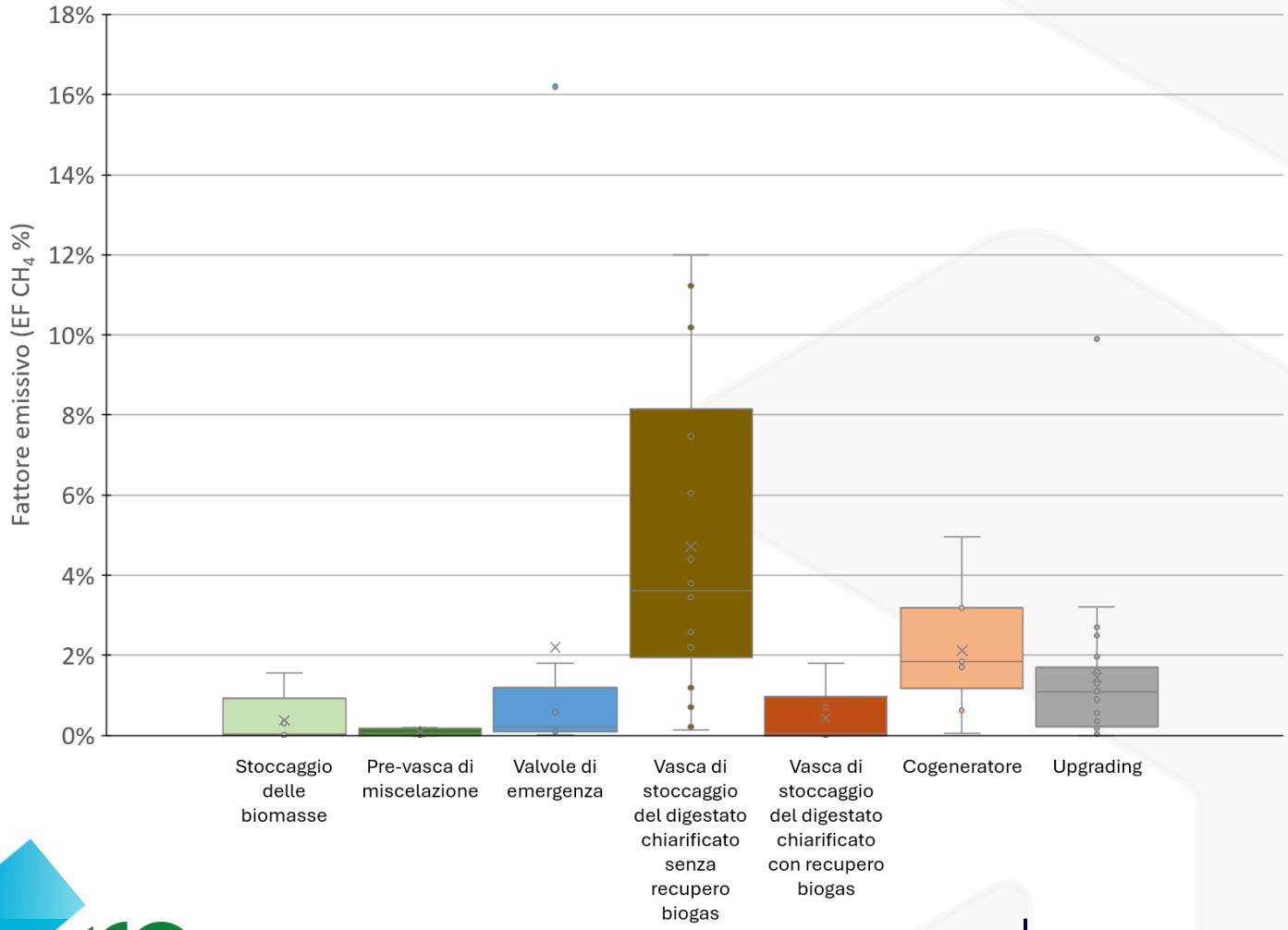
Emissioni di metano dagli impianti



Olczak et al., Communications Sustainability, 1, 88 (2026)

Le **perdite di metano** che possono generarsi da impianti di digestione anaerobica variano tipicamente dallo **0,5%** al **15%** del metano complessivamente prodotto, registrando una media una media di circa il **5%**.

Emissioni di metano dagli impianti



La **principale** sorgente emissiva di metano dagli impianti agro-zootecnici è rappresentata dallo **stoccaggio del digestato**.

Le **vasche di stoccaggio senza recupero di biogas** hanno evidenziato in media delle perdite del **4,7%** rispetto alla produzione complessiva degli impianti investigati; mentre le **vasche di stoccaggio dotate di sistemi di recupero** del biometano prodotto **ca. 0,5%**.

Proposta di revisione dell'allegato VI

A Dicembre 2024, il *JRC - Joint Research Centre* ha pubblicato un report che fornisce le indicazioni necessarie alla revisione dell'Allegato VI della **RED** (Direttiva):

- nuovi valori predefiniti per i fattori di emissioni specifici per gli impianti di biogas/biometano
- introduzione di due casistiche di impianti:
  - «**Best Practice**» per impianti che adottano un programma **LDAR** – *Leak Detection and Repair* basato sul rilevamento delle perdite in impianto e adozione di misure di contenimento e per i quali si applica una **decurtazione** dei valori emissivi predefiniti
  - «**Standard Practice**» per gli impianti che non adottano un programma LDAR e per i quali verrà assegnato un fattore di emissioni **penalizzante**
- proposte raccomandazioni e metodologie per la misurazione, la quantificazione e la mitigazione delle emissioni di metano.

Progetto BioMethane Tracer

CENSIMENTO IMPIANTI





SCOUTING TECNOLOGICO

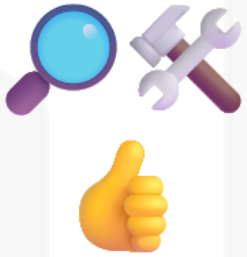


TRL 4

TRL 7



LINEE GUIDA



NUOVO SERVIZIO

Linee Guida

- **Capitolo 1 – Stato dell'arte in Europa**

Analizza il quadro normativo e le esperienze di monitoraggio adottate da Germania, Francia, Svezia e Danimarca.

- **Capitolo 2 – Inquadramento delle emissioni fuggitive**

Fornisce una classificazione delle sorgenti emissive e identifica le principali componenti emissive di un impianto.

- **Capitolo 3 – Rilevamento e riparazione delle perdite di metano**

Descrive la struttura di un programma LDAR per la gestione delle emissioni fuggitive.

- **Capitolo 4 – Buone pratiche**

Delinea le principali raccomandazioni operative, per le principali sezioni di impianto, finalizzata alla gestione ottimizzata dell'impianto.

- **Capitolo 5 – Conclusioni e prospettive future**
- **Capitolo 6 – Bibliografia**



Area di ricezione e stoccaggio biomasse

Limitare la permanenza di effluenti zootecnici e di sottoprodotti agro-industriali palabili fermentescibili in stoccaggi temporanei non captati.

Pulire le superfici pavimentate per rimuovere i residui di biomasse che saranno poi indirizzati al sistema di alimentazione.

Il loro **rapido utilizzo,** compatibilmente con la ricetta di alimentazione dell'impianto, permette di ridurre la formazione di odori ed emissioni di metano.



Digestori anaerobici

Analisi della percentuale di metano nell'aria dell'**intercapedine delle due membrane**. Il monitoraggio permette di individuare con anticipo le perdite di metano dovute a **fessurazioni** o **micro-lacerazioni** del telo interno.



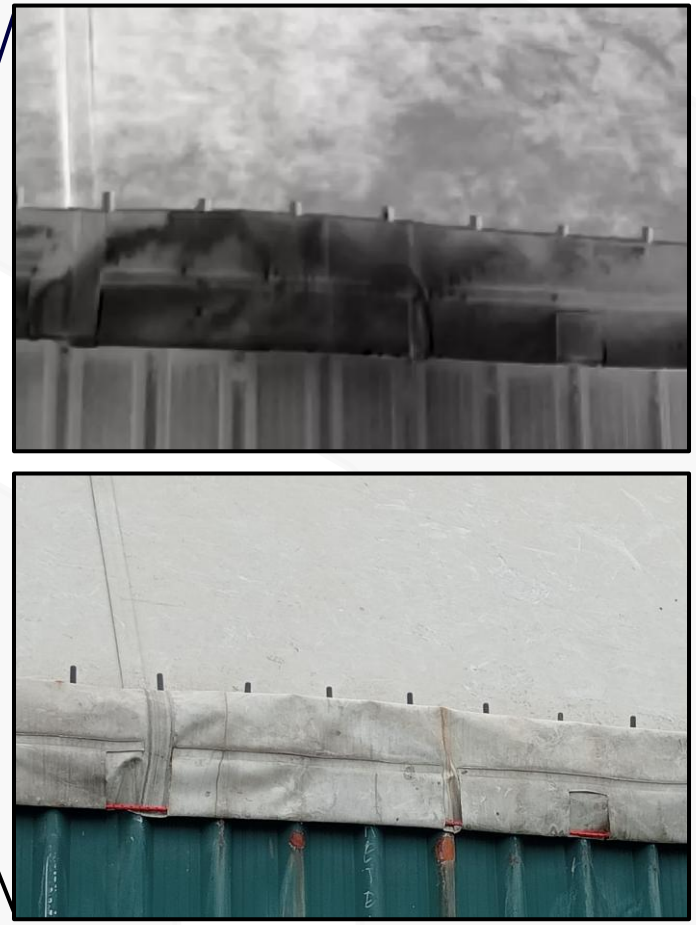


Digestori anaerobici

Analisi della percentuale di metano nell'aria dell'**intercapedine delle due membrane**. Il monitoraggio permette di individuare con anticipo le perdite di metano dovute a **fessurazioni** o **micro-lacerazioni** del telo interno.

Monitorare l'**ermeticità** e l'**integrità** strutturale delle componenti attraverso controlli periodici delle perdite di metano con strumentazione idonea e attuando manutenzione preventiva secondo le indicazioni del fornitore o sulla base delle statistiche di affidabilità e dei guasti pregressi.





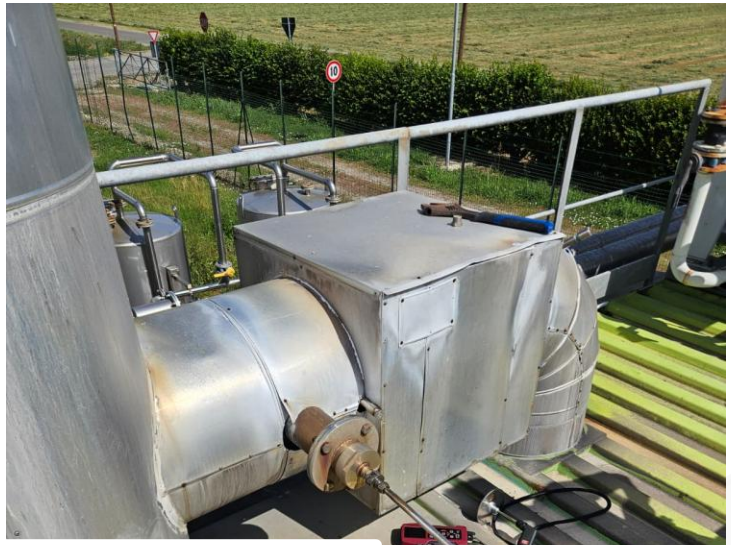
Digestori anaerobici

Per le **valvole di emergenza** che sono installate sull'impianto di digestione anaerobica è opportuno:

- garantire condizioni operative ottimali;
- eseguire verifiche/tarature periodiche previste dal costruttore;
- gestire il riempimento dei gasometri;
- utilizzare sensori di rilevamento del metano;
- monitorare gli eventi di innesco.



Unità di cogenerazione





Parametro		Metodi	Risultato finale	Unità misura
CAMPIONE N°:				
Tenore di Ossigeno libero (O_2)		M1485	9,9	%
CAMPIONE N°:				
Anidride Carbonica (CO_2)	*	M466	9,6	%
CAMPIONE N°:				
Materiale particellare		M890	0,41	mg/Nm³
CAMPIONE N°:				
Acido Cloridrico (HCl)		M586	4,8	mg/Nm³
CAMPIONE N°:				
Ossidi di Azoto (espressi come NO_2)		M1482	369	mg/Nm³
CAMPIONE N°:				
S.O.V. non metanici (esp. come C-Totale) valore medio		M892	1,4	mg/Nm³
Metano (CH_4)	*	M892	645	mg/Nm³
CAMPIONE N°:				
Ossido di Carbonio (CO)		M1484	322	mg/Nm³

Parametro		Metodi	Risultato finale	Unità misura
CAMPIONE N°:				
Tenore di Ossigeno libero (O_2)		M1485	4,8	%
CAMPIONE N°:				
Anidride Carbonica (CO_2)	*	M466	13,1	%
CAMPIONE N°:				
Materiale particellare		M890	1,1	mg/Nm³
CAMPIONE N°:				
Acido Cloridrico (HCl)		M586	0,22	mg/Nm³
CAMPIONE N°:				
Ossidi di Azoto (espressi come NO_2)		M1482	303	mg/Nm³
CAMPIONE N°:				
S.O.V. non metanici (esp. come C-Totale) valore medio		M892	< 0,21	mg/Nm³
Metano (CH_4)	*	M892	749	mg/Nm³
CAMPIONE N°:				
Ossido di Carbonio (CO)		M1484	39,7	mg/Nm³

Programmare interventi di **manutenzione** sulle componenti usurate e ottimizzare la carburazione per garantire la massima **efficienza di combustione**.

Pianificare **analisi periodiche** sui fumi di scarico, prevedendo anche la misurazione della concentrazione di metano.

Unità di cogenerazione



Valutare possibili implementazioni del sistema di produzione di energia elettrica e di calore dell'impianto:

- installare sistemi di post-trattamento dei fumi incombusti (e.g., **ossidazione termica rigenerativa**)
- sostituzione del sistema di cogenerazione a combustione con sistemi a **cella SOFC** (pila a combustibile ad ossido solido)

Sistema di *upgrading*



Effettuare **analisi dell'*off-gas*** del sistema di *upgrading* per il calcolo della sostenibilità della filiera del biometano, secondo quanto previsto da norma *UNI/TS 11567:2024*.

Eseguire ispezioni sulle **componenti del sistema di upgrading** (e.g., compressore, tubazioni, filtri a carboni attivi).

Valutare la possibilità di installare sistemi impiantistici per il contenimento delle emissioni di metano (e.g., sistemi di *upgrading* ad alta efficienza, trattamento dell'*off-gas* con sistemi di **ossidazione termica rigenerativa**).

Vasca di stoccaggio del digestato

Dimensionare correttamente l'impianto di digestione anerobica per avere un adeguato **tempo di ritenzione idraulica** (HRT) della biomassa nelle fasi di fermentazione.

Misurare l'**efficienza di degradazione biologica** della digestione anaerobica attraverso analisi condotte da laboratori qualificati:

- produzione residua di metano del **digestato** → test RBP
- produzione specifica di metano delle **biomasse** al carico → test BMP

Prevedere una vasca di stoccaggio del digestato tal quale di almeno **30 giorni** con **recupero del biogas residuo**.

Monitorare il **volume di riempimento** della vasca, la **temperatura** del digestato e misurare la **produzione residua di metano** per stimare le perdite di metano.



Tubazioni gas



Pianificare **campagne di monitoraggio** periodiche (internamente o con supporto servizio esterno) su flange e raccordi delle tubazioni gas.

Verificare eventuali malfunzionamenti nello scarico o raccolta condensa.

Controllare il corretto **funzionamento della torcia** e l'ottimale combustione del biogas. Monitorare i cicli di avviamento durante l'annualità.

Conclusioni

- le **perdite di metano** che possono generarsi da un impianto di digestione anaerobica possono essere diverse, come altrettanto differente è il loro impatto sulla produzione totale;
- le **perdite strutturali** sono difficilmente evitabili se non con investimenti sull'ammodernamento delle tecnologie dell'impianto;
- l'adozione di un programma **LDAR – *Leak Detection and Repair***, basato sul rilevamento delle perdite in impianto e adozione di misure di contenimento, permette di mitigare le perdite accidentali e involontarie, con risvolti positivi su:
  - **ambientale** → riduzione dell'impatto climatico e mitigazione di emissioni di gas a effetto serra
  - **economica** → incrementare la produzione energetica (elettrica e/o biometano) del proprio impianto
  - **normativa** → adempiere alle direttive EU RED ed evitare penalizzazioni

Grazie per l'attenzione

s.trotta@crpa.it

www.bmtracer.it

LABORATORI

IMPRESE

Conferenza CIB
Manutenzione e sicurezza degli impianti

Cofinanziato dall'Unione europea