

## EMISSIONI FUGGITIVE

IMPLEMENTAZIONE E MONITORAGGIO DI UN PROGRAMMA LDAR- LEAK DETECTION AND REPAIR

### INDAGINE AMBIENTALE PER LA MISURAZIONE DI EMISSIONI FUGGITIVE

**ENEL PRODUZIONE SPA – C.LE DI MONTALTO DI CASTRO**

**CAMPAGNA LUGLIO 2023**





**Committente**

Enel Produzione SpA - Power Plant Center

Centrale Montalto di Castro

Loc. Pian dei Gangani – Montalto di Castro (VT)

Data	Rev.	Redatto	Verificato	Approvato
01 Agosto 2023	0	Ing. Francesco Paoletti	Dott. Filippo Gandolfo 	Dott. Filippo Gandolfo 

## Sommario

1. PREMESSA .....	3
2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	4
3. OBIETTIVI .....	5
4. SORGENTI EMISSIVE E LINEE OGGETTO DI MONITORAGGIO .....	7
5. CONDIZIONI METEO DURANTE L'ESECUZIONE DELLE MISURAZIONI .....	9
6. STRATEGIA E STRUMENTI DI MONITORAGGIO .....	10
7. METODO DI CALCOLO STIMA EMISSIVA .....	11
8. RISULTATI CAMPAGNA DI MONITORAGGIO .....	14
9. CONCLUSIONI.....	19



## 1. PREMESSA

---

Scopo della presente relazione è presentare i risultati del monitoraggio svolto nell'ambito dell'applicazione del programma LDAR- Leak Detection and Repair presso la Centrale Termoelettrica Enel di Montalto di Castro sita nel Comune di Montalto di Castro (VT).

La presente relazione si riferisce al monitoraggio delle 2.641 sorgenti convoglianti metano, svolto nella giornata del 26 luglio del 2023, finalizzato all'individuazione delle sorgenti divergenti; in accordo con il documento "ISPRA prot. 0018712/2011 Allegato H", la soglia di perdita (Leak Definition), espressa in ppmv, è stata impostata pari a 10.000 ppmv.

Le emissioni fuggitive possono essere definite come quelle emissioni nell'ambiente risultanti da una perdita graduale di tenuta di una parte delle apparecchiature designate a contenere o movimentare un fluido (liquido o gassoso).

Nel dettaglio, le attività oggetto del monitoraggio possono essere suddivise nelle fasi di seguito descritte:

- Misure in campo di tutte le sorgenti accessibili;
- Compilazione ed aggiornamento del data base elettronico;
- Creazione dell'eventuale elaborato "*Elenco fughe*" e loro segnalazione in campo tramite apposizione di targhetta;
- Remonitoring sorgenti interessate dalle perdite e creazione dell'elaborato "*Elenco perdite residue*";
- Relazione tecnica conclusiva contenente la stima emissiva dell'inventario censito e misurato.

La campagna di misure è stata condotta con la tecnica di monitoraggio LDAR nel rispetto di quanto previsto dalla UNI EN 15446:2008 ed in accordo con EPA metodo 21.

I risultati delle prove condotte si riferiscono esclusivamente alle condizioni operative in atto nel periodo in cui è stata effettuata l'indagine in oggetto.

Le metodologie di indagine, gli impianti monitorati e la sintesi dei risultati ottenuti sono illustrati nei seguenti capitoli.

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

---

- UNI EN 15446 “Measurement of fugitive emission of vapours generating from equipment and piping leaks” (Luglio 2008);
- EPA 453/R-95-017 “Protocol for Equipment Leak Emission Estimates (November 1995);
- EPA METHOD 21 (allegato D,F del protocollo EPA 453/R-95-017);
- DOCUMENTO ISPRA N° 18712 (01/06/2011) e relativo ALLEGATO H.
- Linee Guida Enel n.1 v.2 “Monitoraggio e Contenimento delle Emissioni Fuggitive negli impianti O&M Gas Italy”

### 3. OBIETTIVI

---

Gli obiettivi che ci si propone di raggiungere attraverso l'effettuazione della attività di monitoraggio delle emissioni fuggitive sono i seguenti:

1. Misurare le emissioni fuggitive nelle fonti accessibili e stimare quelle nelle fonti non accessibili all'interno delle sezioni di impianto della Centrale;
2. Compilazione del data base con le misure riscontrate;
3. Segnalare le eventuali sorgenti con difetto di tenuta;
4. Quantificare il flusso totale di emissione delle sorgenti censite.

Le sorgenti divergenti rispetto alla Leak Definition vengono segnalate sia in campo con l'apposizione di targhette identificative che per iscritto al Gestore al termine di ogni giornata di monitoraggio.

Dal database, in base all'entità della perdita individuata verrà estrapolato l'elenco fughe in cui saranno riportate le seguenti informazioni:

- a. Numero identificativo sorgente fuori soglia;
- b. Concentrazione in ppmv;
- c. Sezione d'impianto presa in considerazione;
- d. Tipologia di fluido;
- e. Localizzazione e tipo dell'apparecchiatura;
- f. Portata espressa in kg/h;
- g. Riferimento a schema, disegno, foto, P&ID di riferimento se disponibile;

I componenti individuati in divergenza emissiva saranno oggetto di una successiva misurazione ("Remonitoring sorgenti oggetto di perdite") una volta completato l'intervento di manutenzione.

Qualora anche a seguito dell'intervento di manutenzione, la misurazione di Remonitoring evidenziasse delle perdite residue verrà redatto l'elaborato "Elenco di perdite residue".

Ai fini della redazione dell'elenco fughe, è stata considerata la seguente scala di priorità:

- Priorità 1: punti con perdite  $>35.000\text{ppm}$ ;
- Priorità 2: punti con perdite  $>20.000\text{ ppm e } < 35.000\text{ppm}$ ;
- Priorità 3: punti con perdite  $>10.000\text{ ppm e } < 20.000\text{ ppm}$ ;
- Priorità 4: punti con perdite  $< 10.000\text{ ppm}$

L'intento della procedura descritta è volta a garantire sia il controllo ed il continuo monitoraggio delle sorgenti censite potenzialmente oggetto di emissioni fuggitive, che la conservazione nel tempo dei dati raccolti.



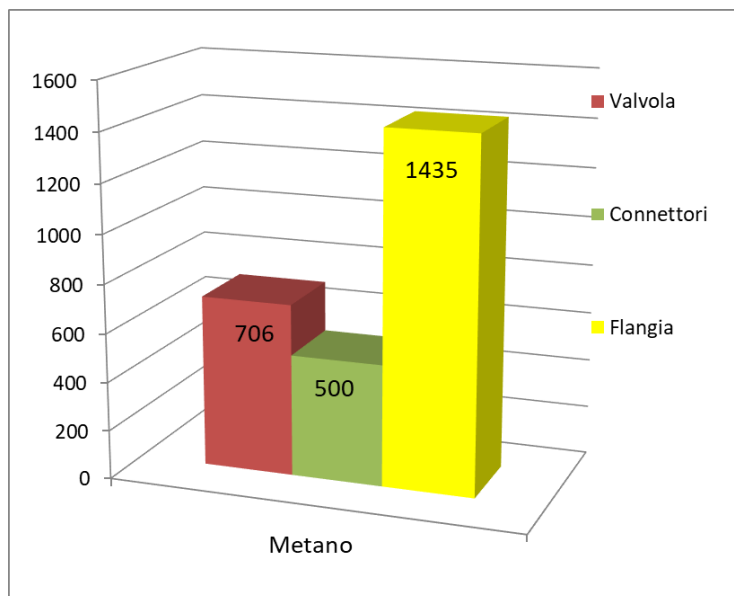
#### 4. SORGENTI EMISSIVE E LINEE OGGETTO DI MONITORAGGIO

Le sorgenti monitorate sono state quelle precedentemente censite ed inserite all'interno di un database in formato elettronico.



STREAM	N. SORGENTI CENSITE
METANO	2.641
<b>Tot.</b>	<b>2.641</b>

**Tabella 1 - Distribuzione sorgenti per stream**



**Figura 1 - Distribuzioni sorgenti per stream e tipologia**

Le attività di misurazione si sono svolte nei seguenti circuiti:

○ **Gas naturale (Metano):**

- Metano generale
- Edificio alimentazione caldaie AUX
- Turbogas linea TGA
- Turbogas linea TGB
- Turbogas linea TGC
- Turbogas linea TGD

I seguenti circuiti risultano non più operativi:

○ **Gas naturale (Metano):**

- Turbogas linea TGE
- Turbogas linea TGF
- Turbogas linea TGG
- Turbogas linea TGH



## 5. CONDIZIONI METEO DURANTE L'ESECUZIONE DELLE MISURAZIONI

Nel presente paragrafo vengono riportati i dati medi relativi alle condizioni meteorologiche registrati durante la campagna di monitoraggio.

<b>Data</b>	26/07/2023
<b>Ora inizio misure</b>	11:30
<b>Ora fine misure</b>	14:00
<b>Condizioni atmosferiche</b>	Soleggiato
<b>Temp. Ambiente (°C)</b>	28
<b>Umidità (%)</b>	71
<b>Velocità vento (m/s)</b>	1,0
<b>Pressione (mbar)</b>	1010

Tabella 2 – Dati meteorologici



## 6. STRATEGIA E STRUMENTI DI MONITORAGGIO

---

La metodologia di monitoraggio impiegata per la campagna di misurazione dei componenti è in accordo a quanto previsto nell'US EPA METHOD 21.

L'attuazione della campagna di misurazione delle emissioni fuggitive è stata condotta con l'ausilio della seguente strumentazione:

- Analizzatore Irwin - Portable Methane Leak Detector (SXGT – matricola 92004046), opportunamente calibrato, per linee convogliate di metano. Lo strumento ad ogni accensione esegue l'inizializzazione e test diagnostici sullo stato di funzionamento e della taratura (ultimo certificato di giugno 2023).



- Palmare (marca: Getac, modello:PS336-Ex, p/n:2428209000039);



I dati registrati durante il monitoraggio sono stati inseriti nel database ed utilizzati per il calcolo della stima emissiva.

Le operazioni sono state svolte con l'ausilio di un palmare rinforzato a sicurezza intrinseca certificato ATEX, in grado di fotografare, registrare informazioni e dati e di gestirle nel data base elettronico.

## 7. METODO DI CALCOLO STIMA EMISSIVA

Per la stima dei flussi emissivi si è fatto riferimento al Protocollo EPA: "Protocol for Equipment Leak Emission Estimates", EPA-453/R-95-017, Novembre 1995, successivamente assimilato dall'allegato C della norma UNI EN 15446:2008 "Measurement of fugitive emission of vapours generating from equipment and piping leaks".

Le equazioni e i fattori di emissione utilizzati sono quelli previsti dal metodo EPA Correlation Socmi, che consente la stima dei flussi emissivi attraverso l'uso di equazioni di correlazione.

Applicando le suddette equazioni, in funzione del tipo di sorgente e del valore misurato in ppm (screening value), si è ottenuta la conversione dei valori delle perdite da ppm a kg/h per ogni sorgente. Le misurazioni sono state effettuate al netto del "rumore di fondo" (valore in ppmv misurato dallo strumento nelle zone limitrofi alle linee oggetto di misura) che si è attestato nel range  $0,1 \div 0,3$  ppmv.

La seguente tabella riassume i vari fattori impiegati per ogni caso:

Casi possibili	Fattori, correlazioni o metodi EPA da applicare
Emissioni non rilevabili (prossime allo 0)	«Tabella zero default EPA 435/95»
Emissioni comprese fra 1 e la saturazione dello strumento di misura	« EPA SOCMi Correlations »
Emissioni superiori alla Saturazione (>100.000 ppmv)	« EPA Pegged Values »
Punti in servizio inaccessibili	« Elaborazione di fattori specifici dell'unità considerata »

**Tabella 3 - Riferimenti EPA per valutazione dei fattori correttivi**

Per le sorgenti accessibili con valori di emissione  $1 < \text{ppmv} < 100.000$ , i valori misurati e registrati in campo sono stati corretti con i fattori di risposta individuati in funzione dei singoli composti e del livello di concentrazione misurato, sulla base di quanto previsto dal metodo "US EPA SOCMi Correlation parameters and factors".

La correlazione tra i dati rilevati in campo e il valore di emissione è calcolata come segue:

$$ER = A (SV)^B$$

Dove:

ER è la portata (emission rate), in kg/ora;

SV è il valore di misurazione in campo (ppmV).

Sorgente	Servizi	A	B	Fondo scala a 100.000 ppm (kg/h)	Fattore di emissione media (kg/h)
Valvola	Gas	$1,87 \times 10^{-6}$	0,873	0,110	0,00597
Valvola	Liquidi leggeri	$6,41 \times 10^{-6}$	0,797	0,150	0,00403
Guarnizione pompa	Liquidi leggeri	$1,90 \times 10^{-5}$	0,824	0,620	0,0199
Flange	Tutte	$3,05 \times 10^{-6}$	0,885	0,220	0,00183
Connessioni	Tutte	$3,05 \times 10^{-6}$	0,885	0,220	0,00183
Fine linea	Tutte	$3,05 \times 10^{-6}$	0,885	0,220	0,00183

**Tabella 4 - Fattori correttivi adottati dalla norma UNI EN 15446:2008 (US EPA SOCMCI Correlation parameters and factors)**

Per le sorgenti con valori emissivi “Pegged Value” **>100.000 ppmv** i fattori fissi utilizzati per la conversione sono quelli indicati nella tabella sopra riportata alla voce “Fondo scala a 100.000 ppm (kg/h)”.

Per le sorgenti con valori emissivi misurati pari a “0” **ppmv**, sono stati utilizzati i valori “zero default” riportati nella tabella seguente:

TABLE 2-11. DEFAULT-ZERO VALUES: SOCMCI PROCESS UNITS	
Equipment type	Default-zero emission rate (kg/hr/source) <sup>a</sup>
Gas valve	6.6E-07
Light liquid valve	4.9E-07
Light liquid pump <sup>b</sup>	7.5E-06
Connectors	6.1E-07

**Tabella 5 – Valori di default-zero EPA 453/95 table 2-11**

Per i componenti non accessibili ma in servizio, il calcolo è stato condotto con i seguenti fattori medi emissivi calcolati sulla base delle misure disponibili e del valore di default-zero, suddivise per stream, tipologia di componente e per fase di fluido.

Nel presente impianto, inerente lo stream metano, non sono presenti componenti non accessibili in servizio, per cui tale calcolo non viene effettuato.



## 8. RISULTATI CAMPAGNA DI MONITORAGGIO

Nel presente paragrafo sono riportati le stime totali, relativi al mese di Luglio 2023.

CIRCUITO	ORE mese di luglio (2023)
METANO	744

Tabella 6– Ore in servizio circuiti

### Stato delle sorgenti soggette a programma LDAR

Le sorgenti coinvolte nel programma LDAR, vengono caratterizzate mediante quattro campi di stato VERO/FALSO, utili a classificare lo stato di attività delle sorgenti al momento del monitoraggio:

- **NON MONITORABILE:** sorgente fisicamente non raggiungibile, per la quale non è possibile registrare una misura;
- **RIMOSSA:** sorgente non in servizio perché rimossa dal sito in via definitiva;
- **IN MANUTENZIONE:** sorgente non in servizio per cause legate a manutenzione;
- **FUORI SERVIZIO:** sorgente non in servizio per cause diverse dalla manutenzione.

In base alla combinazione dei campi di stato, le sorgenti possono essere raggruppate in tre macro-categorie:

**ACCESSIBILI MONITORATE:** sorgenti che, al momento del monitoraggio, non soddisfano nessuna delle quattro condizioni di stato: “NON MONITORABILE”, “IN MANUTENZIONE”, “RIMOSSA”, “FUORI SERVIZIO”. Il contributo emissivo viene calcolato mediante equazioni di correlazione sulla base del valore letto in ppmv;

**NON ACCESSIBILI (IN SERVIZIO):** sorgenti che, al momento del monitoraggio, soddisfano la prima condizione di stato (“NON MONITORABILE”) e non soddisfano nessuna delle restanti tre condizioni di stato (“IN MANUTENZIONE”, “RIMOSSA”, “FUORI SERVIZIO”). Il contributo emissivo viene calcolato mediante fattori medi ricavati dalle misure disponibili.

**FUORI SERVIZIO:** sorgenti che, al momento del monitoraggio, soddisfano almeno una delle ultime tre condizioni di stato (“IN MANUTENZIONE”, “RIMOSSA”, “FUORI SERVIZIO”). Il contributo emissivo è nullo.

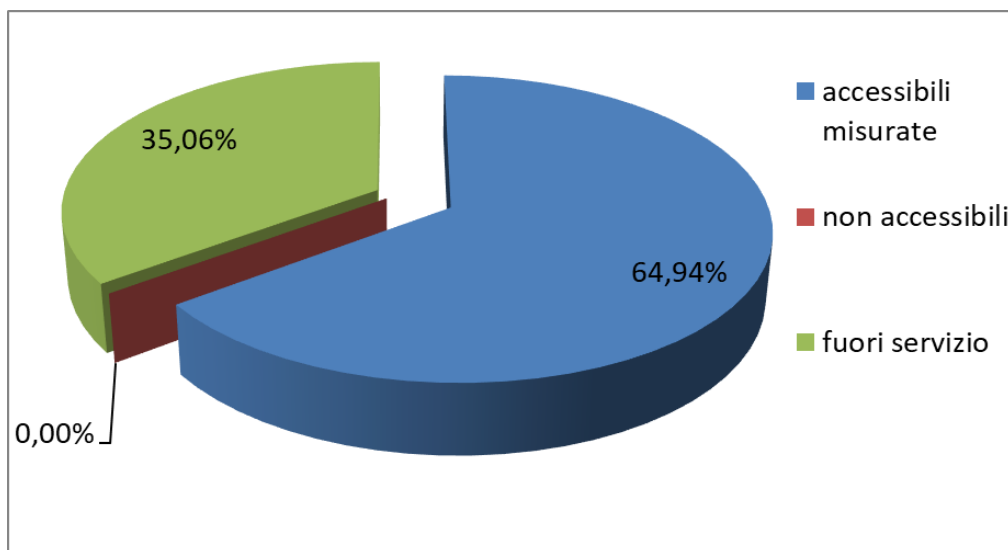
Le 2.641 sorgenti censite sono state classificate, nel mese oggetto di misura, come segue:

- 1.715 sorgenti accessibili monitorate che rappresentano il 64,94% del numero totale di sorgenti;
- 0 sorgenti non accessibili (in servizio) che rappresentano l'0,00% del numero totale di sorgenti;
- 926 sorgenti fuori servizio che rappresentano il 35,06% del numero totale di sorgenti;

Nella tabella e nel grafico che seguono viene mostrata la distribuzione delle sorgenti ispezionate secondo lo stato.

IMPIANTO	ACCESSIBILI MISURATE	NON ACCESSIBILI	FUORI SERVIZIO	TOTALE
C.le Enel Montalto di Castro	1.715	0	926	<b>2.641</b>

**Tabella 7 – Distribuzione delle sorgenti per stato**



**Figura 2 – Distribuzione (luglio 2023) sorgenti per stato**

Nella tabella che segue viene riportato l'andamento delle sorgenti monitorate, e delle sorgenti non accessibili in servizio, suddivisi nei vari range emissivi:

Range Emissivo	Numero dei componenti
$S > 10.000$	0
$1.000 < S < 10.000$	10
$100 < S < 1.000$	14
$1 < S < 100$	0
$0 < S < 1$	1.691

Tabella 8– Range emissivo

### Sintesi delle stime emissive

Le tabelle e i grafici seguenti riportano i valori della stima emissiva per tipo di componente e per singolo stream, espressi in kg/mese, delle emissioni provenienti dalle sorgenti fuggitive.

Le sorgenti considerate sono le accessibili monitorate e le non accessibili in servizio per un totale di 1.715.

I grafici e le tabelle a seguire mostrano i valori ed i contributi dei diversi componenti emissivi.

- Nella seguente tabella l'emissione oraria di metano attribuita all'intero inventario monitorato:

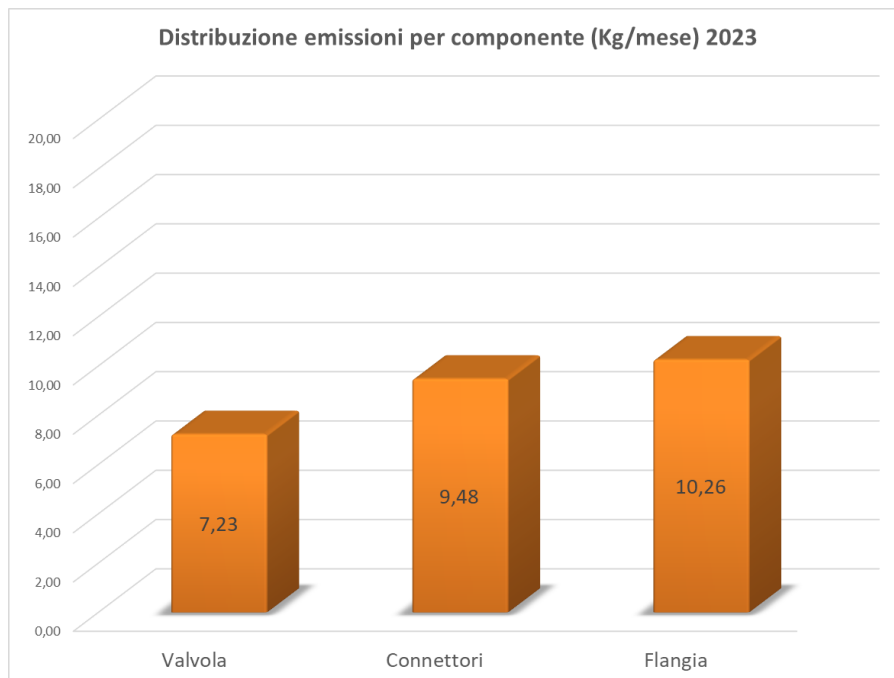
Stream	Componente	Kg/h	Kg/mese
Metano	flangia	0,01379	10,26
	connettore	0,01275	9,48
	valvola	0,00971	7,23

- La successiva tabella mostra i contributi dei seguenti range emissivi:
  - Componenti compresi:  $\text{ppmv} > \text{Leak Definition}$  (fuori soglia)
  - Componenti compresi:  $\text{zero default} < \text{ppmv} < \text{Leak Definition}$
  - Componenti con concentrazione pari a 0,00 ppmv (zero default)
  - Componenti non accessibili



Range Emissivo	n. componenti	Kg/h	Kg/mese
ppmv > Leak Definition (10.000)	0	0	0
zero default <ppmv< Leak Definition	24	0,0352	26,19
Flangia	4	0,0132	9,83
Valvola	8	0,0094	7,00
Connettore	12	0,0125	9,35
zero default	1.691	0,00105	0,78
Flangia	933	0,00056	0,42
Valvola	464	0,00030	0,22
Connettore	294	0,00017	0,13
Non accessibili	0	0	0
<b>TOTALE</b>	<b>1.715</b>	<b>0,0363</b>	<b>26,97</b>

- Nella seguente Figura si riportano le perdite in kg/mese per singolo componente;

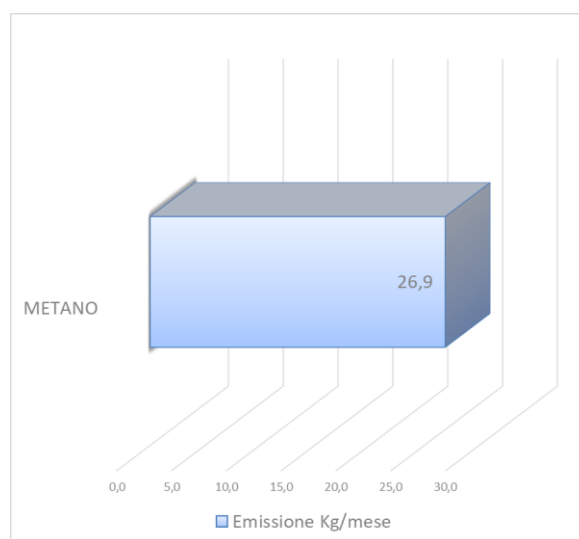


**Figura 3 – Emissione per componente**

Di seguito le stime emissive totali relative a luglio 2023:

Flusso totale di emissione (kg/mese)	
STREAM	Tot. (kg)
Metano	26,9

**Tabella 9 – Sintesi stima emissiva luglio 2023**



**Figura 4 - Distribuzione emissioni per stream**

## 9. CONCLUSIONI

---

Dalla campagna di monitoraggio è emerso che:

- **nessuna sorgente è risultata “fuori soglia”** rispetto alle Leak Definition (pari a 10.000 ppmv).

Su un totale di 1.715 componenti ispezionati (accessibili e non accessibili in servizio) si è riscontrata quindi una percentuale di fuori soglia pari allo 0%.

L'emissione complessiva calcolata relativa alle misure condotte nel mese di luglio 2023, è di **26,9 kg**.

