



LAB N° 0764 L

## Rapporto di Prova n°: QAL2 02-2023

Data di emissione: 13/02/2023

Numero richiesta di prova 77-2023 del 12/12/2022

Richiedente: Snam Rete Gas - Impianti  
Via Libero Comune 5  
26013 - Crema

N° dei Bollettini dal 39-2023 fino al 53-2023

Impianto: Enna  
Località Calderari S.S. 192  
94100 - Enna

Sigla Unità: CEMS del TC 5

Macchina: PGT 25 DLE  
Punto emissione: E 08

I risultati di misura riportati nel presente Rapporto sono stati ottenuti applicando i metodi elencati nelle pagine seguenti. Essi si riferiscono esclusivamente all'oggetto in prova e sono validi nel momento e nelle condizioni di prova salvo diversamente specificato.

Le incertezze di misura dichiarate in questo documento sono state determinate conformemente al documento EA-4/ 02 e sono espresse come incertezze tipo. Le incertezze estese corrispondenti, quando non diversamente specificato, si ottengono moltiplicando l'incertezza tipo per il fattore di copertura  $k$  corrispondente ad un livello di copertura di circa il 95 % . Nel caso di questo rapporto  $k = 2$  .

Il Laboratorio non tiene conto dell'incertezza nei casi di valutazione (positività/negatività) di conformità.

Il Laboratorio si impegna a mantenere riservati i dati del Richiedente e delle prove da lui commissionate.

Firma del Responsabile del Laboratorio  
ING. ALBERTO ALAGNA

snam rete gas  
Piazza Santa Barbara, 7  
20097 San Donato Milanese (MI)  
Tel. centralino + 39 02.3703.1  
www.snam.it

snam rete gas S.p.A.  
Sede legale: San Donato Milanese (MI), Piazza Santa Barbara, 7  
Capitale sociale Euro 1.200.000.000,00 i.v.  
Codice Fiscale e iscrizione al Registro Imprese della CCIAA  
di Milano, Monza Brianza, Lodi n. 10238291008  
R.E.A. Milano n. 1964271, Partita IVA n. 10238291008  
Società soggetta all'attività di direzione e coordinamento di snam S.p.A.  
Società con unico socio



LAB N° 0764 L

## Rapporto di Prova n°: QAL2 02-2023

LASVIL - Sezione Analisi Emissioni

Dal 07/02/23 al 09/02/23 è stato realizzato il procedimento QAL2 (norma UNI EN ISO 14181:2015) del CEMS dell'Unità TC 5 con il Laboratorio mobile n° 1 Snam Rete Gas - LASVIL.

Il procedimento prevede una prova preliminare di variabilità, che consiste nella determinazione per ciascun analizzatore del parametro  $s_D$ , scarto tipo delle differenze tra i valori SRM misurati ed i valori CEMS tarati (riportati a condizioni normalizzate), espresso in  $\text{mg}/\text{m}^3$ . Benché non richiesto dalla norma, si è anche calcolata l'incertezza tipo  $u(s_D)$ . Il concetto di incertezza estesa non si applica in questo caso, in quanto la distribuzione di probabilità di  $s_D$  non è simmetrica.

### QAL2 - TARATURA E CONVALIDA DELL'AMS

PROVA DI VARIABILITA'				
Analizzatore	$s_D/(\text{mg}/\text{m}^3)$	$u(s_D)/(\text{mg}/\text{m}^3)$	Massima variabilità consentita/(\text{mg}/\text{m}^3)	Esito test
<b>CO</b>	0.515	0.093	4.980	<b>Positivo</b>
<b>NO<sub>x</sub></b>	1.95	0.35	4.98	<b>Positivo</b>

$\text{m}^3$  riferiti a 0°C e 101,325 kPa.

La concentrazione degli ossidi di azoto NO<sub>x</sub> è espressa come mg di NO<sub>2</sub> al  $\text{m}^3$ .

L'esito della prova di variabilità per l'analizzatore di CO è Positivo; l'esito della prove di variabilità per l'analizzatore di NO<sub>x</sub> è Positivo

Per ciascun analizzatore si è quindi determinata la funzione o curva di taratura  $\hat{y}_i = \hat{a} + \hat{b}x_i$  che consente di ricavare il cosiddetto *valore tarato*  $\hat{y}_i$  del CEMS, ovvero la stima della concentrazione del componente di interesse, a partire dal risultato  $x_i$  del CEMS. Tale curva è una linea retta, dunque determinata in modo univoco da due coefficienti  $a$  e  $b$ , che sono rispettivamente l'intersezione con l'asse delle ordinate e la pendenza (adimensionale) della funzione di taratura. Le stime corrispondenti sono indicate con  $\hat{a}$  e  $\hat{b}$ .

Per ciascun analizzatore, le stime  $\hat{a}$  e  $\hat{b}$  dei coefficienti della curva, le incertezze  $u(\hat{a})$ ,  $u(\hat{b})$  e la covarianza  $u(\hat{a}, \hat{b})$  associate sono indicati nella tabella seguente:

Analizzatore	$\hat{a}/(\text{mg}/\text{m}^3)$	$u(\hat{a})/(\text{mg}/\text{m}^3)$	$\hat{b}$	$u(\hat{b})$	$u(\hat{a}, \hat{b})/(\text{mg}/\text{m}^3)$
<b>CO</b>	1.141	0.68	1.0336	0.011	-0.00238
Procedimento c					
La curva di taratura si applica per concentrazioni comprese tra 0 e 20.00 mg/m3 riferiti al 15% di O2					

Analizzatore	$\hat{a}/(\text{mg}/\text{m}^3)$	$u(\hat{a})/(\text{mg}/\text{m}^3)$	$\hat{b}$	$u(\hat{b})$	$u(\hat{a}, \hat{b})/(\text{mg}/\text{m}^3)$
<b>NO<sub>x</sub></b>	8.551	4.6	0.5805	0.14	-0.606
Procedimento a					
La curva di taratura si applica per concentrazioni comprese tra 0 e 37.79 mg/m3 riferiti al 15% di O2					

### La validità delle curve è fino al 09/02/28

$\text{m}^3$  riferiti a 0°C e 101,325 kPa.

La concentrazione degli ossidi di azoto è espressa come mg di NO<sub>2</sub> al  $\text{m}^3$ .

Le stime sono riportate con un numero di cifre significative ridondante rispetto alle incertezze associate al solo scopo di minimizzare errori di arrotondamento nei calcoli successivi.



LAB N° 0764 L

pagina 3 di 6

## Rapporto di Prova n°: QAL2 02-2023

L'incertezza tipo associata al valore tarato  $\hat{y}_i$  dell'AMS, ricavato dalla funzione di taratura  $\hat{y}_i = \hat{a} + \hat{b}x_i$  in corrispondenza di un risultato  $x_i$ , è data dalla seguente espressione:

$$u(\hat{y}_i) = \sqrt{u^2(\hat{a}) + u^2(\hat{b})x_i^2 + 2u(\hat{a}, \hat{b})x_i + u^2(x_i)\hat{b}^2}$$

Nell'espressione sopra riportata, i primi tre termini del secondo membro rappresentano il contributo di taratura, il quarto è dovuto alla ripetibilità dei risultati del CEMS in esercizio. Qualora le condizioni di esercizio non si discostino significativamente da quelle di taratura, è lecito adottare per  $u(x_i)$  il valore riscontrato in sede di taratura, pari a  $u(x_i) = s / \hat{b}$  dove  $s$  è lo scarto quadratico medio dei residui del fit in  $\text{mg/m}^3$ .

Tale valore è risultato pari a:

$$u(x_i) = 1.0 \text{ mg/m}^3 \text{ per il CO e a}$$

$$u(x_i) = 3.8 \text{ mg/m}^3 \text{ per gli NOx}$$

L'incertezza estesa è pari al prodotto dell'incertezza tipo per il fattore di copertura corrispondente al livello di fiducia di circa il 95 %:

$$U(\hat{y}_i) = k u(\hat{y}_i)$$

Nel caso in oggetto,  $k=2$



LAB N° 0764 L

pagina 4 di 6

## Rapporto di Prova n°: QAL2 02-2023

Descrizione impianto	Centrale di compressione gas naturale.
Tipo campionamento	Campionamento di tipo estrattivo
Condizione operativa dell'impianto e carburante utilizzato	Turbina alimentata a gas naturale a condizioni variabili
Laboratorio mobile e personale che esegue le prove	Laboratorio mobile n° 1 Snam Rete Gas - LASVIL Roberto Toledi, Antonio Razzu
Risultati dei test funzionali per la QAL2 (taratura del AMS con il secondo livello di assicurazione qualità)	Allegato 1: Prove funzionali AMS unità TC 5 - Enna - Allegato 2: Rapporto di prova linearità
Descrizione SRM (Sistema di misura di riferimento)	SRM - Snam Rete Gas - misura di NOx (0 - 205 mg/Nm <sup>3</sup> ) tramite analizzatore a chemiluminescenza (metodo UNI EN 14792:2017), CO (0 - 250 mg/Nm <sup>3</sup> ) tramite analizzatore a raggi infrarossi (metodo UNI EN 15058:2017), O <sub>2</sub> (0 - 25%) tramite analizzatore magnetopneumatico (metodo UNI EN 14789:2017)
Miscele di riferimento utilizzate:	Azoto extrapuro cert.SIAD 17818 Ossigeno (O <sub>2</sub> ) in azoto con concentrazione pari a 22.531 %mol, con incertezza estesa pari a 0.113 %mol e con fattore di copertura K pari a 2. Certificato n°SAS 0003 MRC 365 Ossido di carbonio (CO) in azoto con concentrazione pari a 75.02 ppmol, con incertezza estesa pari a 0.68 ppmol e con fattore di copertura K pari a 2. Certificato n°SAS 0003 MRC 362 Ossido di azoto (NO) in azoto con concentrazione pari a 59.6 ppmol, con incertezza estesa pari a 0.60 ppmol e con fattore di copertura K pari a 2. Certificato n°ACCREDIA LAT 243 A03535 01
Descrizione AMS (Sistema di misura installato permanentemente in campo per il monitoraggio continuo delle emissioni)	AMS per turbina TC5 realizzato da ABB, misura di NOx (0 - 200 mg/Nm <sup>3</sup> ) tramite analizzatore UV, CO (0 - 100/4500 mg/Nm <sup>3</sup> ) tramite analizzatore a raggi infrarossi, O <sub>2</sub> (0 - 25%) tramite analizzatore magnetopneumatico.
Dettagli di tutti i 15/16 valori rilevati dall'AMS e dal SRM	pag. 5
Grafico y-x delle misure parallele e curva taratura	pag. 6
Controllo degli outliers	Numero di outlier di CO secondo la ISO 16269-4, Sec 6.3.3, 6.3.4, 6.3.5 = 0 Numero di outlier di NOx secondo la ISO 16269-4, Sec 6.3.3, 6.3.4, 6.3.5 = 0
Eventuali deviazioni	Durante le prove non è stato possibile aspettare 1 ora tra l'inizio di 2 punti successivi, la realizzazione di 5 punti in un giorno.
Note	Viene allegato al presente Rapporto di Prova la prova IAR sui parametri richiesti dal cliente. (Allegato 3)



LAB N° 0764 L

## Rapporto di Prova n°: QAL2 02-2023

pagina 5 di 6

Ossigeno di riferimento 15 %

Num misure	data	Ora inizio prova di 30 min	Dati semiorari SRM			Dati semiorari AMS (Dati forniti dal CLIENTE)		Dati convertiti per O <sub>2</sub>		Dati tar e conv per O <sub>2</sub>
			Lettura CO [mg/Nm <sup>3</sup> ]	u(CO) [mg/Nm <sup>3</sup> ]	rif O <sub>2</sub> [%]	Lettura CO [mg/Nm <sup>3</sup> ]	rif O <sub>2</sub> [%]	SRM conv [mg/Nm <sup>3</sup> ]	AMS conv [mg/Nm <sup>3</sup> ]	AMS [mg/Nm <sup>3</sup> ]
1	07/02/2023	10:14	8.77	0.75	15.62	7.30	15.40	9.78	7.82	9.31
2	07/02/2023	10:44	7.01	0.69	15.62	5.60	15.40	7.82	6.00	7.42
3	07/02/2023	11:58	6.77	0.69	15.60	5.80	15.40	7.51	6.21	7.65
4	07/02/2023	12:28	6.45	0.69	15.60	5.60	15.40	7.16	6.00	7.42
5	07/02/2023	14:06	7.88	0.70	15.68	5.80	15.50	8.89	6.33	7.78
6	07/02/2023	14:36	7.84	0.71	15.68	5.70	15.50	8.84	6.22	7.67
7	08/02/2023	09:12	8.37	0.71	15.51	7.80	15.40	9.14	8.36	9.86
8	08/02/2023	09:42	7.60	0.70	15.56	6.70	15.40	8.39	7.18	8.64
9	08/02/2023	10:45	7.99	0.70	15.46	6.50	15.40	8.65	6.96	8.42
10	08/02/2023	11:15	8.67	0.69	15.47	7.30	15.40	9.41	7.82	9.31
11	08/02/2023	13:57	8.63	0.70	15.50	6.80	15.40	9.42	7.29	8.75
12	08/02/2023	14:27	8.71	0.70	15.50	6.90	15.40	9.50	7.39	8.86
13	08/02/2023	15:31	7.74	0.70	15.23	5.90	15.40	8.05	6.32	7.76
14	09/02/2023	09:20	7.91	0.72	15.61	6.50	15.40	8.80	6.96	8.42
15	09/02/2023	09:50	7.76	0.70	15.60	6.10	15.40	8.62	6.54	7.98
16*	09/02/2023	11:39	0.00	0.00	0	0.2	0	0	0.057142857	0.39
17*	09/02/2023	11:40	93.78	0.84	0	89.7	0	26.79	25.63	26.82
						Punti di taratura CO		17		

\* punti aggiuntivi per procedimento C realizzati con bombole tarate Accredia

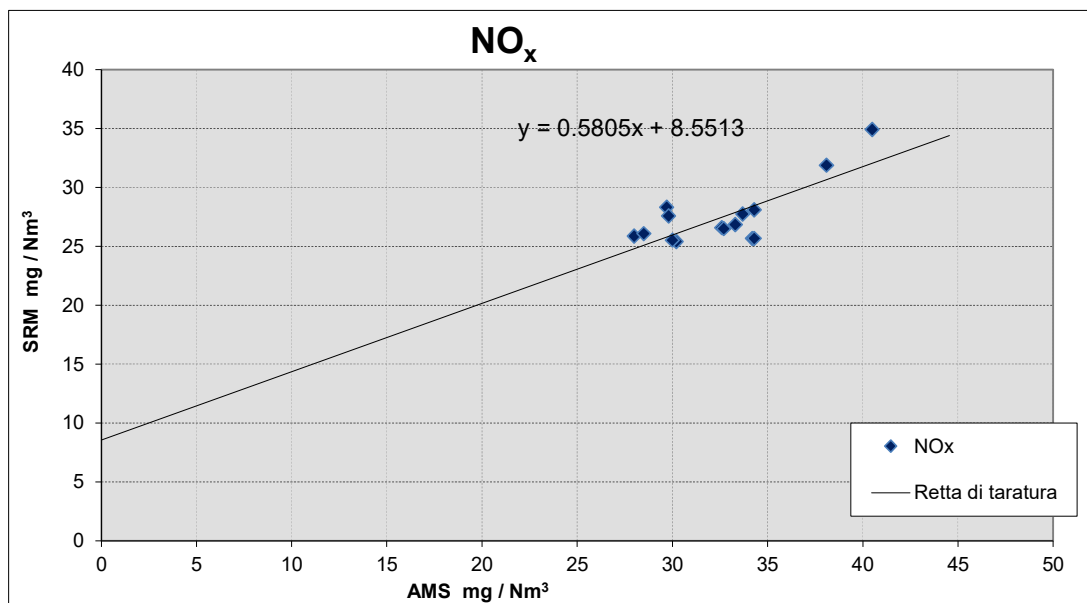
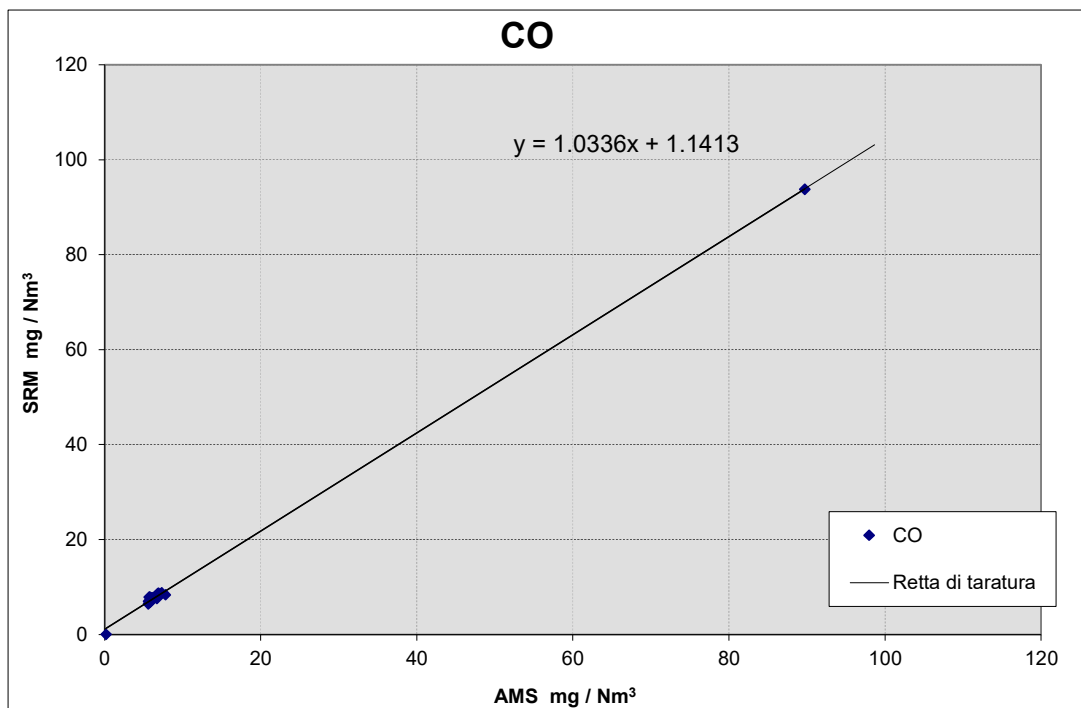
Num misure	data	Ora inizio prova di 30 min	Dati semiorari SRM			Dati semiorari AMS (Dati forniti dal CLIENTE)		Dati convertiti per O <sub>2</sub>		Dati tar e conv per O <sub>2</sub>
			Lettura NO <sub>x</sub> [mg/Nm <sup>3</sup> ]	u(NO <sub>x</sub> ) [mg/Nm <sup>3</sup> ]	rif O <sub>2</sub> [%]	Lettura NO <sub>x</sub> [mg/Nm <sup>3</sup> ]	rif O <sub>2</sub> [%]	SRM conv [mg/Nm <sup>3</sup> ]	AMS conv [mg/Nm <sup>3</sup> ]	AMS [mg/Nm <sup>3</sup> ]
1	07/02/2023	10:14	28.31	1.33	15.62	29.70	15.40	31.57	31.82	27.64
2	07/02/2023	10:44	27.58	1.11	15.62	29.80	15.40	30.79	31.93	27.70
3	07/02/2023	11:58	25.86	1.12	15.60	28.00	15.40	28.72	30.00	26.58
4	07/02/2023	12:28	26.08	1.11	15.60	28.50	15.40	28.96	30.54	26.89
5	07/02/2023	14:06	27.75	1.12	15.68	33.70	15.50	31.31	36.76	30.67
6	07/02/2023	14:36	28.09	1.14	15.68	34.30	15.50	31.70	37.42	31.05
7	08/02/2023	09:12	25.40	1.17	15.51	30.20	15.40	27.76	32.36	27.95
8	08/02/2023	09:42	25.53	1.12	15.56	30.00	15.40	28.17	32.14	27.82
9	08/02/2023	10:45	34.93	1.14	15.46	40.50	15.40	37.80	43.39	34.35
10	08/02/2023	11:15	31.88	1.12	15.47	38.10	15.40	34.58	40.82	32.86
11	08/02/2023	13:57	26.58	1.11	15.50	32.60	15.40	29.01	34.93	29.44
12	08/02/2023	14:27	26.50	1.15	15.50	32.70	15.40	28.91	35.04	29.50
13	08/02/2023	15:31	26.86	1.12	15.23	33.30	15.40	27.92	35.68	29.87
14	09/02/2023	09:20	25.66	1.20	15.61	34.20	15.40	28.56	36.64	30.43
15	09/02/2023	09:50	25.66	1.11	15.60	34.30	15.40	28.51	36.75	30.50
						Punti di taratura NO <sub>x</sub>		15		



LAB N° 0764 L

Rapporto di Prova n°: QAL2 02-2023

pagina 6 di 6



Firma del Coordinatore Analisi Emissioni

Alberto Bocchia  
*Alberto Bocchia*