

RAPPORTO DI PROVA

USO RISERVATO

APPROVATO

C3015080

Cliente Enel Produzione S.p.A.

Indirizzo del cliente Viale Regina Margherita, 125 – 00198, Roma

Ordine Contratto Quadro n. JA10124307 – Attingimento 3500502824
(A1300004770 – Lettera di trasmissione C3015081)

Campioni/Oggetti in prova Verifiche dell'analizzatore NO_x del Sistema di Misura Emissioni della centrale di Torrevaldaliga Nord Gruppo 2 ai sensi della norma UNI EN 14181:2015 – procedura QAL2

Prove eseguite Vedi capitolo 2

Documenti normativi Vedi capitolo 3

Data prove Vedi capitolo 1

I risultati di prova nel presente documento si riferiscono ai soli campioni/oggetti sottoposti a prova.
La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

N. pagine 19 **N. pagine fuori testo** 16

Data di emissione 09/11/2023

Elaborato **STC - Bonomi Beatrice**
C3015080 3297115 AUT

Verificato **EDM - Ferrara Irene**
C3015080 2041855 VER

Approvato **EDM - Il Responsabile - Sala Maurizio**
C3015080 3741 APP

Indice

1	INFORMAZIONI SPECIFICHE	3
2	ELENCO PROVE ESEGUITE	3
3	RIFERIMENTI LEGISLATIVI	4
4	DESCRIZIONE DEL SITO DI MISURA.....	5
4.1	Limiti di emissione	6
5	STRUMENTAZIONE E BOMBOLE UTILIZZATE.....	6
5.1	Strumentazione sottoposta a verifica (AMS)	6
5.2	Strumentazione di riferimento (SRM).....	6
5.3	Valori di controllo dello stato di taratura degli analizzatori	6
6	DESCRIZIONE DELLE VERIFICHE EFFETTUATE	7
6.1	Test preliminari alle verifiche	7
7	RISULTATI	7
7.1	Test outliers: definizione e risultati	7
7.2	Prova di assicurazione qualità QAL2.....	9
7.2.1	Analizzatore NO _x	9
7.3	Calcolo dell'Indice di Accuratezza Relativo (IAR)	12
7.3.1	Analizzatore NO _x	12
8	INCERTEZZA DI MISURA	14
9	CONCLUSIONI	15
10	RIEPILOGO	16
10.1	Analizzatore NO _x	16
11	DATI DI IMPIANTO.....	17

1 INFORMAZIONI SPECIFICHE

Luogo di esecuzione delle prove	Centrale termoelettrica di Torrevaldaliga Nord
Gruppo	2
Punto di misura	Camino
Quota punto di misura	72 metri
Data e ora di campionamento	Le misure sono state eseguite dalle ore 11:00 del giorno 19/09/2023 alle ore 15:00 del giorno 21/09/2023
Condizioni di funzionamento dell'impianto	Funzionamento in condizioni di assetto costante, i valori di carico medio negli orari di prova sono riportati nel presente Rapporto.
Tipo di combustibile	Carbone
Misure effettuate	Verifiche degli analizzatori del Sistema di Misura Emissioni ai sensi della norma UNI EN 14181:2015 – procedura QAL2
Personale di prova	Sidoli Giancarlo, Gatti Claudio
Laboratorio di prova	Laboratorio analisi chimiche CESI - Piacenza - Via Nino Bixio 39
Informazioni sul campionamento	Non sono stati riscontrati eventi anomali
Data ricevimento dei campioni/oggetti in prova	22/09/2023
Documenti di riferimento	Vedi Capitolo 2
I campioni/oggetti provati devono essere conservati?	NO
Se SI fino al .././..	

Copie di questo rapporto e dei rapporti di analisi dei campioni sono conservati presso il Laboratorio CESI S.p.A. sede di Piacenza.

2 ELENCO PROVE ESEGUITE

Materiale/ Prodotto/ Matrice	Misurando/ Proprietà misurata/ Denominazione della prova	Metodo di prova ed anno di emissione	Cat.	Sede
Emissioni convogliate	Concentrazione di ossidi di azoto in flussi gassosi convogliati	UNI EN 14792:2017	II	B
Emissioni convogliate	Assicurazione qualità dei sistemi di misurazione automatici (AMS)	UNI EN 14181:2015	III	B

3 RIFERIMENTI LEGISLATIVI

- a) D. Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 – Norme in materia ambientale e s.m.i.;
- b) D. Lgs. 4 marzo 2014 n. 46 – Attuazione della direttiva 2010/75/UE relativa alle emissioni industriali (prevenzione e riduzione integrate dell'inquinamento);
- c) ISPRA, "Guida tecnica per i gestori dei Sistemi di Monitoraggio in continuo delle Emissioni in atmosfera (SME)" – Aggiornamento 2012;
- d) Integrazione dell'autorizzazione unica 55/02/2003 del 24 dicembre 2003, relativa alla realizzazione e all'esercizio di modifiche all'impianto termoelettrico ubicato nel comune di Civitavecchia (RM), località Torrevaldaliga Nord, limitatamente ad alcuni aspetti dell'Autorizzazione Integrata Ambientale per l'esercizio dell'impianto – U.prot DSA-DEC-2009- 0000970 del 03/08/2009;
- e) Riesame complessivo del decreto del Ministro dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare del 5 aprile 2013, n. 114, di autorizzazione integrata ambientale (AIA), per l'esercizio della centrale termoelettrica Torrevaldaliga Nord della società Enel Produzione S.p.A. situata nel Comune di Civitavecchia (RM) – (ID 178/9930) – D.M.284 del 30/09/2019 e s.m.i.;
- f) Comunicazione ISPRA prot. N. 5968 del 08/02/2022;
- g) UNI EN 15267-3:2008 – Qualità dell'aria - Certificazione dei sistemi di misurazione automatici - Parte 3: Criteri di prestazione e procedimenti di prova per sistemi di misurazione automatici per monitorare le emissioni da sorgenti fisse;
- h) UNI EN 15259:2008 – Qualità dell'aria - Misurazione di emissioni da sorgente fissa - requisiti delle sezioni e dei siti di misurazione e dell'obiettivo, del piano e del rapporto di misurazione;
- i) Test definito dalla *Environment Agency* – "Monitoring Quick Guide 14 RM-QG14";
- j) Test statistico di Huber.

4 DESCRIZIONE DEL SITO DI MISURA

Nelle tabelle seguenti sono descritti i dati generali dell'impianto e del punto di emissione oggetto di verifica.

DATI GENERALI DELL'IMPIANTO	
Ragione sociale:	Enel Produzione S.p.A. – UB Torrevaldaliga Nord
Impianto:	Centrale termoelettrica Torrevaldaliga Nord
Indirizzo:	Via Aurelia Nord, 32 – Civitavecchia (RM)
Processo produttivo:	Combustione a carbone
Tipologia di prodotti:	Energia elettrica

DATI DEL PUNTO DI EMISSIONE	
Punto di emissione oggetto della verifica:	Camino gruppo 2
Forma della sezione del condotto:	Circolare
Dimensioni interne del condotto:	5.7 m
Portata fumi nominale del punto di emissione:	~ 2.200.000 Nm ³ /h riferita a gas secchi e tenore di O ₂ del 6%

PUNTO DI CAMPIONAMENTO	
Identificazione del punto di campionamento:	Camino gruppo 2
Quota del punto di campionamento:	72 mt
Accessibilità al punto di emissione oggetto della verifica:	Scale ed ascensore, piattaforma di lavoro
Forma del condotto:	Circolare
Diametro del condotto	5.7 m

SISTEMI DI ABBATTIMENTO	
DeSOx – Calcare ad umido	
DeNOx – Abbattimento ad ammoniacale	
Bruciatori a basso NOx	
OFA	
Filtri a manica	

4.1 Limiti di emissione

I limiti di emissione indicati nel Parere Istruttorio dell'AIA sono i seguenti:

Parametro	Limite [mg/Nm ³ @6% O ₂]	Base temporale
NO	100	Media oraria
	80	Media giornaliera
	70	Media annuale

(*) I criteri temporali per la verifica della conformità dei valore limite di emissione (VLE) sono quelli indicati dal D.Lgs. 152/2006 nell'Allegato alla Parte quinta, Allegato II Grandi Impianti di Combustione, Parte I Disposizioni Generali, 5. Conformità ai valori limite di emissione, paragrafo 5.1.

5 STRUMENTAZIONE E BOMBOLE UTILIZZATE

5.1 Strumentazione sottoposta a verifica (AMS)

Modello	Costruttore	Parametro misurato	Principio di misura	Fondo scala	N° matricola
MCS 100 HW	Sick	NO	IR	0-200 mg/Nm ³	08041354

5.2 Strumentazione di riferimento (SRM)

Tipo di gas	Concentrazione	Incertezza	Scadenza	Matricola	Certificato	Prot. CESI Certificato
NO	85.05 ppm	± 0.94 ppm	04/06/2025	202304620	137/2023	C3009843

Modello	Costruttore	Parametro misurato	Principio di misura	Fondo scala	N° matricola
CLD 822 Mh	Ecophysics	NO – NO _x	Chemiluminescenza	100 ppm	057485

5.3 Valori di controllo dello stato di taratura degli analizzatori

Data e ora	Gas analizzato	Zero Letto	Zero Atteso	Span Letto	Span Atteso
19/09/2023	NO	0.3 ppm	0 ppm	78 ppm	85.05 ppm
	O ₂	21.2 %vol.	20.95 %vol.	0.16 %vol.	0 %vol.
20/09/2023	NO	-0.2 ppm	0 ppm	86.2 ppm	85.05 ppm
	O ₂	20.89 %vol.	20.95 %vol.	-0.13 %vol.	0 %vol.
21/09/2023	NO	0 ppm	0 ppm	85.2 ppm	85.05 ppm
	O ₂	20.94 %vol.	20.95 %vol.	-0.04 %vol.	0 %vol.

6 DESCRIZIONE DELLE VERIFICHE EFFETTUATE

6.1 Test preliminari alle verifiche

La procedura prevede l'esecuzione di una prova funzionale preliminare descritta nell'Appendice A della norma UNI EN 14181:2015. L'esito della prova, effettuata dalla ditta BI-LAB, è allegato al presente rapporto.

7 RISULTATI

7.1 Test outliers: definizione e risultati

Per identificare eventuali anomalie (che saranno escluse dalla procedura), i dati delle misure in parallelo vengono valutati tramite un test statistico (EN 14181:2014, Paragrafo 6.4.1).

I test che si utilizzano per valutare la bontà delle coppie di dati sono il test definito dalla Environment Agency e il test di Huber.

Il test definito dalla *Environment Agency* – “*Monitoring Quick Guide 14 RM-QG14*” consiste invece nel verificare che la differenza tra il valore AMS (x_i) e il valore SRM (y_i), per ciascuna coppia di dati, sia minore o uguale a due volte la deviazione standard delle differenze (S_{diff}).

$$|x_i - y_i| \leq 2 S_{diff}$$

In seguito all'esito del test statistico riportato nelle tabelle sottostanti, si sceglie l'utilizzo di quelle coppie di dati con la minore differenza $|x_i - y_i|$.

Per applicare il test di Huber alla popolazione si procede come segue:

- Si calcola la mediana (C_m) della popolazione;
- Si calcolano le differenze (D_i) tra i singoli conteggi e la mediana (C_m);
- Si calcola la mediana (D_m) dei valori assoluti delle differenze;
- Si confrontano le differenze (D_i) rispetto a (D_m) applicando il seguente criterio:
 - $\frac{D_i}{D_m} \leq 4.5 \rightarrow$ valore accettabile
 - $\frac{D_i}{D_m} > 4.5 \rightarrow$ valore anomalo

Di seguito si riporta l'esito dei test applicati ai parametri oggetto di verifica.

$$|x_i - y_i| \leq 2 S_{diff}$$

Di seguito le coppie verificate tramite il test statistico:

Definizione degli Outliers - Test statistico di Huber

Coppie di misurazioni valide	47
Parametro	NO

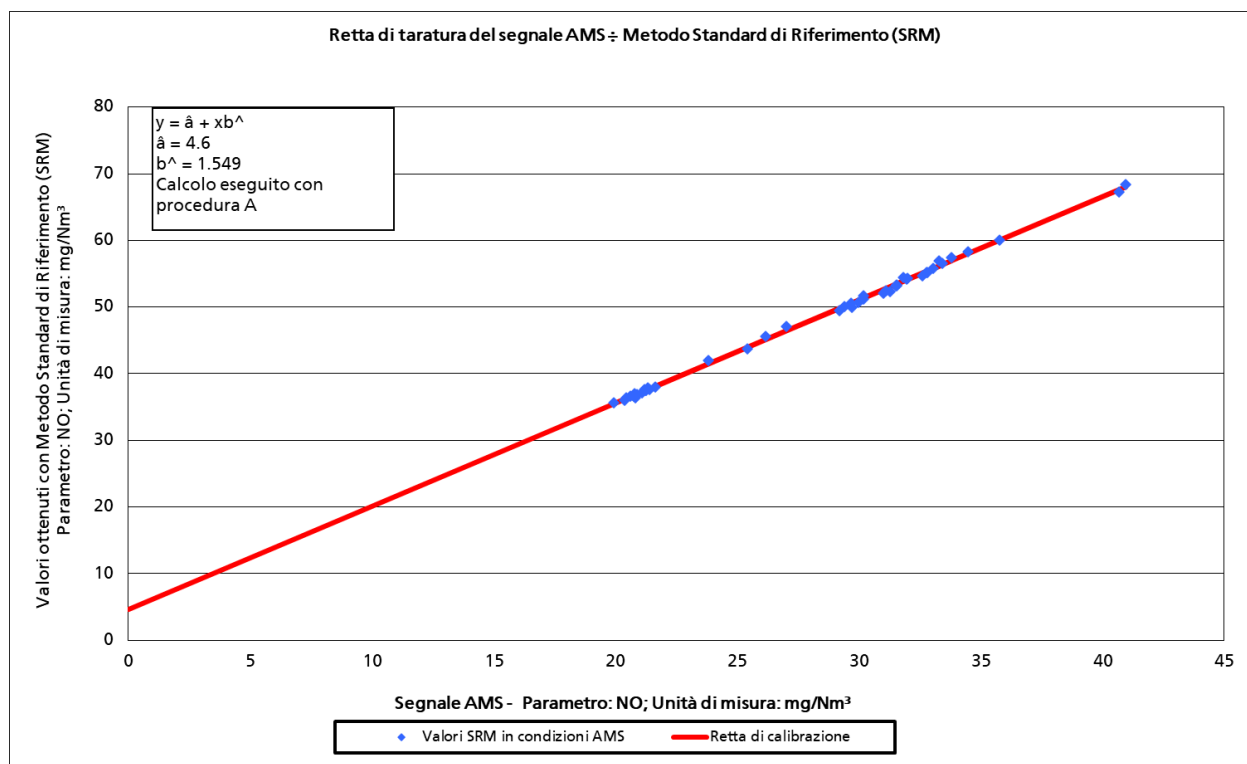
Numero del campione (i)	Data	Ora inizio	Ora fine	Segnale AMS (x_i)	Valore SRM (y_i)	x_i/y_i	$ (x_i/y_i) - C_m $	D_i/D_m	Test
				[mg/Nm ³]	[mg/Nm ³]	[-]	[-]	[-]	
1	19/09/23	11	12	32.06	50.16	0.64	0.05	7.32	NEGATIVO
2	19/09/23	15	16	33.78	57.40	0.59	0.00	0.00	POSITIVO
3	19/09/23	16	17	31.83	54.49	0.58	0.00	0.63	POSITIVO
4	19/09/23	17	18	29.70	50.00	0.59	0.01	0.80	POSITIVO
5	19/09/23	18	19	30.20	51.66	0.58	0.00	0.57	POSITIVO
6	19/09/23	19	20	29.39	50.06	0.59	0.00	0.21	POSITIVO
7	19/09/23	20	21	25.42	43.71	0.58	0.01	1.00	POSITIVO
8	19/09/23	21	22	21.64	37.99	0.57	0.02	2.72	POSITIVO
9	19/09/23	22	23	20.78	36.98	0.56	0.03	3.85	POSITIVO
10	19/09/23	23	24	19.94	35.61	0.56	0.03	4.13	POSITIVO
11	20/09/23	0	1	21.23	37.49	0.57	0.02	3.22	POSITIVO
12	20/09/23	1	2	20.74	36.57	0.57	0.02	3.10	POSITIVO
13	20/09/23	2	3	20.80	36.41	0.57	0.02	2.49	POSITIVO
14	20/09/23	3	4	21.08	37.13	0.57	0.02	2.99	POSITIVO
15	20/09/23	4	5	21.41	37.64	0.57	0.02	2.84	POSITIVO
16	20/09/23	5	6	30.17	51.19	0.59	0.00	0.13	POSITIVO
17	20/09/23	6	7	33.42	56.56	0.59	0.00	0.34	POSITIVO
18	20/09/23	7	8	32.82	55.19	0.59	0.01	0.90	POSITIVO
19	20/09/23	9	10	35.76	60.00	0.60	0.01	1.08	POSITIVO
20	20/09/23	10	11	40.94	68.33	0.60	0.01	1.55	POSITIVO
21	20/09/23	11	12	40.66	67.32	0.60	0.02	2.24	POSITIVO
22	20/09/23	12	13	34.48	58.32	0.59	0.00	0.39	POSITIVO
23	20/09/23	13	14	32.59	54.74	0.60	0.01	1.00	POSITIVO
24	20/09/23	14	15	32.00	54.37	0.59	0.00	0.01	POSITIVO
25	20/09/23	15	16	31.52	53.22	0.59	0.00	0.55	POSITIVO
26	20/09/23	16	17	31.97	54.22	0.59	0.00	0.16	POSITIVO
27	20/09/23	17	18	33.04	55.76	0.59	0.00	0.58	POSITIVO
28	20/09/23	18	19	31.55	53.32	0.59	0.00	0.46	POSITIVO
29	20/09/23	19	20	29.67	50.55	0.59	0.00	0.23	POSITIVO
30	20/09/23	20	21	27.00	47.05	0.57	0.01	2.11	POSITIVO
31	20/09/23	21	22	23.80	42.03	0.57	0.02	3.21	POSITIVO
32	20/09/23	22	23	20.44	36.41	0.56	0.03	3.92	POSITIVO
33	20/09/23	23	24	21.25	37.54	0.57	0.02	3.24	POSITIVO
34	21/09/23	0	1	20.37	35.98	0.57	0.02	3.23	POSITIVO
35	21/09/23	1	2	20.61	36.59	0.56	0.03	3.66	POSITIVO
36	21/09/23	2	3	20.89	36.86	0.57	0.02	3.15	POSITIVO
37	21/09/23	3	4	21.34	37.93	0.56	0.03	3.73	POSITIVO
38	21/09/23	4	5	21.19	37.62	0.56	0.03	3.65	POSITIVO
39	21/09/23	5	6	26.15	45.59	0.57	0.01	2.16	POSITIVO
40	21/09/23	6	7	33.29	56.95	0.58	0.00	0.57	POSITIVO
41	21/09/23	7	8	32.77	55.21	0.59	0.01	0.74	POSITIVO
42	21/09/23	8	9	31.53	53.16	0.59	0.00	0.67	POSITIVO
43	21/09/23	9	10	29.97	50.66	0.59	0.00	0.45	POSITIVO
44	21/09/23	10	11	31.29	52.36	0.60	0.01	1.32	POSITIVO
45	21/09/23	11	12	31.00	52.11	0.59	0.01	0.92	POSITIVO
46	21/09/23	12	13	31.11	52.40	0.59	0.01	0.76	POSITIVO
47	21/09/23	13	14	29.21	49.45	0.59	0.00	0.32	POSITIVO

7.2 Prova di assicurazione qualità QAL2

7.2.1 Analizzatore NO_x

7.2.1.1 Analizzatore NO_x

N. prova	Data	Ora		AMS		Sistema di Misura di Riferimento (SRM)	
				NO	O ₂	NO ₂	O ₂
		Inizio	Fine	[mg/Nm ³]	[%vol, gas secco]	[mg/Nm ³]	[%vol, gas secco]
1	19/09/23	15:00	16:00	33.8	8.00	57.4	8.57
2	19/09/23	16:00	17:00	31.8	8.05	54.5	8.63
3	19/09/23	17:00	18:00	29.7	8.75	50.0	9.32
4	19/09/23	18:00	19:00	30.2	8.03	51.7	8.64
5	19/09/23	19:00	20:00	29.4	8.17	50.1	8.78
6	19/09/23	20:00	21:00	25.4	9.24	43.7	9.71
7	19/09/23	21:00	22:00	21.6	10.98	38.0	11.40
8	19/09/23	22:00	23:00	20.8	11.90	37.0	12.27
9	19/09/23	23:00	00:00	19.9	11.88	35.6	12.28
10	20/09/23	00:00	01:00	21.2	11.98	37.5	12.31
11	20/09/23	01:00	02:00	20.7	12.09	36.6	12.39
12	20/09/23	02:00	03:00	20.8	12.12	36.4	12.41
13	20/09/23	03:00	04:00	21.1	12.09	37.1	12.39
14	20/09/23	04:00	05:00	21.4	11.81	37.6	12.18
15	20/09/23	05:00	06:00	30.2	9.72	51.2	10.26
16	20/09/23	06:00	07:00	33.4	8.57	56.6	9.14
17	20/09/23	07:00	08:00	32.8	8.22	55.2	8.79
18	20/09/23	09:00	10:00	35.8	7.96	60.0	8.45
19	20/09/23	10:00	11:00	40.9	7.92	68.3	8.41
20	20/09/23	11:00	12:00	40.7	7.93	67.3	8.43
21	20/09/23	12:00	13:00	34.5	8.09	58.3	8.57
22	20/09/23	13:00	14:00	32.6	7.97	54.7	8.47
23	20/09/23	14:00	15:00	32.0	7.95	54.4	8.44
24	20/09/23	15:00	16:00	31.5	7.85	53.2	8.36
25	20/09/23	16:00	17:00	32.0	7.83	54.2	8.33
26	20/09/23	17:00	18:00	33.0	7.94	55.8	8.43
27	20/09/23	18:00	19:00	31.6	8.06	53.3	8.53
28	20/09/23	19:00	20:00	29.7	8.19	50.6	8.63
29	20/09/23	20:00	21:00	27.0	8.88	47.0	9.28
30	20/09/23	21:00	22:00	23.8	10.07	42.0	10.39
31	20/09/23	22:00	23:00	20.4	11.73	36.4	12.04
32	20/09/23	23:00	00:00	21.3	12.08	37.5	12.37
33	21/09/23	00:00	01:00	20.4	12.27	36.0	12.62
34	21/09/23	01:00	02:00	20.6	12.29	36.6	12.65
35	21/09/23	02:00	03:00	20.9	12.24	36.9	12.59
36	21/09/23	03:00	04:00	21.3	12.17	37.9	12.46
37	21/09/23	04:00	05:00	21.2	12.21	37.6	12.54
38	21/09/23	05:00	06:00	26.2	10.76	45.6	11.14
39	21/09/23	06:00	07:00	33.3	9.20	56.9	9.63
40	21/09/23	07:00	08:00	32.8	8.50	55.2	8.93
41	21/09/23	08:00	09:00	31.5	8.43	53.2	8.84
42	21/09/23	09:00	10:00	30.0	8.32	50.7	8.73
43	21/09/23	10:00	11:00	31.3	8.48	52.4	8.89
44	21/09/23	11:00	12:00	31.0	8.55	52.1	8.97
45	21/09/23	12:00	13:00	31.1	8.51	52.4	8.91
46	21/09/23	13:00	14:00	29.2	8.43	49.4	8.83



Espressione della retta di taratura:

$$y = 4.6 + 1.549x$$

Procedura A		
Massimo valore misurato ($\hat{y}_{s,max}$)	78	[mg/Nm³ 6% O₂]
Intervalli di taratura validi per l'AMS in condizioni normalizzate (valori min e max: è già compresa l'estensione del 10% rispetto al massimo valore misurato o pari al 20% del limite di emissione)	0	[mg/Nm³ 6% O₂]
	85.8	

N. prova	Valori NO-AMS tarato (\hat{y}_i)	Valori NO - AMS tarato e normalizzato ($\hat{y}_{i,s}$)	Valori NO₂ - SRM normalizzato ($y_{i,s}$)	Differenze fra valori normalizzati ($D_i = y_{i,s} - \hat{y}_{i,s}$)	Differenze quadratiche ($D_i - D_{medio}$)²
	[mg/Nm³]	[mg/Nm³ 6% O₂]	[mg/Nm³ 6% O₂]	[mg/Nm³ 6% O₂]	[mg/Nm³ 6% O₂]²
1	56.9	65.7	69.3	3.6	1.2
2	53.9	62.4	66.1	3.6	1.3
3	50.6	62.0	64.2	2.2	0.1
4	51.4	59.4	62.7	3.3	0.6
5	50.1	58.6	61.4	2.8	0.1
6	44.0	56.1	58.1	2.0	0.3
7	38.1	57.1	59.4	2.3	0.0
8	36.8	60.6	63.5	2.9	0.2
9	35.5	58.4	61.3	2.9	0.2
10	37.5	62.3	64.7	2.4	0.0
11	36.7	61.8	63.7	1.9	0.4
12	36.8	62.2	63.6	1.4	1.2
13	37.3	62.7	64.7	2.0	0.3
14	37.8	61.6	64.0	2.4	0.0
15	51.3	68.3	71.5	3.2	0.5
16	56.4	68.0	71.5	3.5	1.0

N. prova	Valori NO-AMS tarato (\hat{y}_i) [mg/Nm ³]	Valori NO - AMS tarato e normalizzato ($\hat{y}_{i,s}$) [mg/Nm ³ 6% O ₂]	Valori NO ₂ - SRM normalizzato ($y_{i,s}$) [mg/Nm ³ 6% O ₂]	Differenze fra valori normalizzati ($D_i = y_{i,s} - \hat{y}_{i,s}$) [mg/Nm ³ 6% O ₂]	Differenze quadratiche ($D_i - D_{medio}$) ² [mg/Nm ³ 6% O ₂] ²
17	55.4	65.1	67.8	2.7	0.1
18	60.0	69.0	71.7	2.7	0.0
19	68.0	78.0	81.4	3.4	0.8
20	67.6	77.6	80.3	2.8	0.1
21	58.0	67.4	70.4	3.0	0.2
22	55.1	63.4	65.5	2.1	0.1
23	54.2	62.3	64.9	2.7	0.0
24	53.4	60.9	63.2	2.2	0.1
25	54.1	61.6	64.2	2.6	0.0
26	55.8	64.1	66.5	2.5	0.0
27	53.5	62.0	64.1	2.2	0.1
28	50.6	59.2	61.3	2.1	0.2
29	46.4	57.5	60.2	2.8	0.1
30	41.5	56.9	59.4	2.5	0.0
31	36.3	58.7	61.0	2.3	0.0
32	37.5	63.1	65.2	2.2	0.1
33	36.2	62.1	64.4	2.3	0.0
34	36.5	62.9	65.7	2.8	0.1
35	37.0	63.3	65.7	2.5	0.0
36	37.7	64.0	66.6	2.6	0.0
37	37.4	63.9	66.7	2.8	0.1
38	45.1	66.1	69.4	3.3	0.6
39	56.2	71.4	75.1	3.7	1.5
40	55.4	66.4	68.6	2.2	0.1
41	53.4	63.8	65.6	1.8	0.5
42	51.0	60.4	61.9	1.6	0.8
43	53.1	63.6	64.9	1.3	1.5
44	52.6	63.4	65.0	1.6	0.8
45	52.8	63.4	65.0	1.6	0.8
46	49.8	59.5	60.9	1.5	1.1

Risultati del test di variabilità

Deviazione standard (s_D)	0.6	[mg/Nm ³ 6% O ₂]
Valore coefficiente (k_v)	0.9885	-
Incertezza max richiesta (σ_0)	10.2	[mg/Nm ³ 6% O ₂]
$k_v * \sigma_0$	10.1	[mg/Nm ³ 6% O ₂]

L'AMS ha superato il test di variabilità.

7.3 Calcolo dell'Indice di Accuratezza Relativo (IAR)

In questo paragrafo sono riportati i calcoli dell'Indice di Accuratezza Relativo.

Nelle tabelle presenti nei successivi sottoparagrafi sono riportati i seguenti dati:

- i risultati delle misure ottenute con gli analizzatori AMS. I dati riportati sono quelli ottenuti dalla conversione delle misure degli analizzatori tramite le rispettive rette di taratura;
- i dati misurati in parallelo con il Sistema di Misura di Riferimento (CESI);
- i valori dell'Indice di Accuratezza Relativo per ciascuno dei parametri sottoposti a verifica.

7.3.1 Analizzatore NO_x

Gas analizzato	NO _x
Unità misura	[mg/Nm ³ 6% O ₂]

Numero cifre significative	3
Sistema di Misura di Riferimento (SRM)	AMS
U.d.m. [mg/Nm ³ 6% O ₂]	U.d.m. [mg/Nm ³ 6% O ₂]
C. Trasf. 1	C. Trasf. 1

Numero coppie di misure (N)	46
Valore t-Student (t _n)	2.0141
Deviazione standard (S)	0.6242
Valore assoluto intervallo di confidenza (I _c)	0.1854

Indice di Accuratezza Relativo (IAR)	95.94
La verifica è superata	

N. prova	Data	Ora inizio	Ora fine	Valori originali SRM [mg/Nm ³ 6% O ₂]	Valori originali AMS [mg/Nm ³ 6% O ₂]	Valore SRM [mg/Nm ³ 6% O ₂]	Valore AMS [mg/Nm ³ 6% O ₂]	Differenza SRM - AMS [mg/Nm ³ 6% O ₂]	Differenza assoluta [mg/Nm ³ 6% O ₂]
1	19/09/23	15:00	16:00	69.3	65.7	69.3	65.7	3.60	3.6
2	19/09/23	16:00	17:00	66.1	62.4	66.1	62.4	3.7	3.7
3	19/09/23	17:00	18:00	64.2	62.0	64.2	62	2.2	2.2
4	19/09/23	18:00	19:00	62.7	59.4	62.7	59.4	3.3	3.3
5	19/09/23	19:00	20:00	61.4	58.6	61.4	58.6	2.8	2.8
6	19/09/23	20:00	21:00	58.1	56.1	58.1	56.1	2	2
7	19/09/23	21:00	22:00	59.4	57.1	59.4	57.1	2.3	2.3
8	19/09/23	22:00	23:00	63.5	60.6	63.5	60.6	2.9	2.9
9	19/09/23	23:00	0:00	61.3	58.4	61.3	58.4	2.9	2.9
10	20/09/23	0:00	1:00	64.7	62.3	64.7	62.3	2.4	2.4
11	20/09/23	1:00	2:00	63.7	61.8	63.7	61.8	1.9	1.9
12	20/09/23	2:00	3:00	63.6	62.2	63.6	62.2	1.4	1.4
13	20/09/23	3:00	4:00	64.7	62.7	64.7	62.7	2	2
14	20/09/23	4:00	5:00	64.0	61.6	64	61.6	2.4	2.4
15	20/09/23	5:00	6:00	71.5	68.3	71.5	68.3	3.2	3.2
16	20/09/23	6:00	7:00	71.5	68.0	71.5	68	3.5	3.5
17	20/09/23	7:00	8:00	67.8	65.1	67.8	65.1	2.7	2.7
18	20/09/23	9:00	10:00	71.7	69.0	71.7	69	2.7	2.7
19	20/09/23	10:00	11:00	81.4	78.0	81.4	78	3.4	3.4
20	20/09/23	11:00	12:00	80.3	77.6	80.3	77.6	2.7	2.7
21	20/09/23	12:00	13:00	70.4	67.4	70.4	67.4	3	3
22	20/09/23	13:00	14:00	65.5	63.4	65.5	63.4	2.1	2.1
23	20/09/23	14:00	15:00	64.9	62.3	64.9	62.3	2.6	2.6
24	20/09/23	15:00	16:00	63.2	60.9	63.2	60.9	2.3	2.3
25	20/09/23	16:00	17:00	64.2	61.6	64.2	61.6	2.6	2.6
26	20/09/23	17:00	18:00	66.5	64.1	66.5	64.1	2.4	2.4
27	20/09/23	18:00	19:00	64.1	62.0	64.1	62	2.1	2.1
28	20/09/23	19:00	20:00	61.3	59.2	61.3	59.2	2.1	2.1
29	20/09/23	20:00	21:00	60.2	57.5	60.2	57.5	2.7	2.7
30	20/09/23	21:00	22:00	59.4	56.9	59.4	56.9	2.5	2.5
31	20/09/23	22:00	23:00	61.0	58.7	61	58.7	2.3	2.3
32	20/09/23	23:00	0:00	65.2	63.1	65.2	63.1	2.1	2.1
33	21/09/23	0:00	1:00	64.4	62.1	64.4	62.1	2.3	2.3

N. prova	Data	Ora inizio	Ora fine	Valori originali SRM	Valori originali AMS	Valore SRM	Valore AMS	Differenza SRM - AMS	Differenza assoluta
				[mg/Nm ³ 6% O ₂]	[mg/Nm ³ 6% O ₂]	[mg/Nm ³ 6% O ₂]	[mg/Nm ³ 6% O ₂]	[mg/Nm ³ 6% O ₂]	[mg/Nm ³ 6% O ₂]
34	21/09/23	1:00	2:00	65.7	62.9	65.7	62.9	2.8	2.8
35	21/09/23	2:00	3:00	65.7	63.3	65.7	63.3	2.4	2.4
36	21/09/23	3:00	4:00	66.6	64.0	66.6	64	2.6	2.6
37	21/09/23	4:00	5:00	66.7	63.9	66.7	63.9	2.8	2.8
38	21/09/23	5:00	6:00	69.4	66.1	69.4	66.1	3.3	3.3
39	21/09/23	6:00	7:00	75.1	71.4	75.1	71.4	3.7	3.7
40	21/09/23	7:00	8:00	68.6	66.4	68.6	66.4	2.2	2.2
41	21/09/23	8:00	9:00	65.6	63.8	65.6	63.8	1.8	1.8
42	21/09/23	9:00	10:00	61.9	60.4	61.9	60.4	1.5	1.5
43	21/09/23	10:00	11:00	64.9	63.6	64.9	63.6	1.3	1.3
44	21/09/23	11:00	12:00	65.0	63.4	65	63.4	1.6	1.6
45	21/09/23	12:00	13:00	65.0	63.4	65	63.4	1.6	1.6
46	21/09/23	13:00	14:00	60.9	59.5	60.9	59.5	1.4	1.4

8 INCERTEZZA DI MISURA

Nel presente capitolo sono riportati i risultati delle misure eseguite, gli orari riportati nelle tabelle sono riferiti in ora solare. I valori di incertezza riportati accanto ai risultati delle misure nelle tabelle dei successivi paragrafi sono espressi in termini di incertezza estesa ad un livello di confidenza del 95% (viene utilizzato un fattore di copertura k pari a 2).

Gas analizzato		NO _x			
Unità misura		[mg/Nm ³ 6% O ₂]			
N. prova	Data	Ora inizio	Ora fine	Valori originali SRM	Incertezza estesa U (k=2; p=95%)
				[mg/Nm ³ 6% O ₂]	
1	19/09/23	15	16	57.40	± 5.91
2	19/09/23	16	17	54.49	± 5.61
3	19/09/23	17	18	50.00	± 5.15
4	19/09/23	18	19	51.66	± 5.32
5	19/09/23	19	20	50.06	± 5.16
6	19/09/23	20	21	43.71	± 4.5
7	19/09/23	21	22	37.99	± 3.91
8	19/09/23	22	23	36.98	± 3.81
9	19/09/23	23	24	35.61	± 3.67
10	20/09/23	0	1	37.49	± 3.86
11	20/09/23	1	2	36.57	± 3.77
12	20/09/23	2	3	36.41	± 3.75
13	20/09/23	3	4	37.13	± 3.82
14	20/09/23	4	5	37.64	± 3.88
15	20/09/23	5	6	51.19	± 5.27
16	20/09/23	6	7	56.56	± 5.83
17	20/09/23	7	8	55.19	± 5.68
18	20/09/23	9	10	60.00	± 6.18
19	20/09/23	10	11	68.33	± 7.04
20	20/09/23	11	12	67.32	± 6.93
21	20/09/23	12	13	58.32	± 6.01
22	20/09/23	13	14	54.74	± 5.64
23	20/09/23	14	15	54.37	± 5.6
24	20/09/23	15	16	53.22	± 5.48
25	20/09/23	16	17	54.22	± 5.58
26	20/09/23	17	18	55.76	± 5.74
27	20/09/23	18	19	53.32	± 5.49
28	20/09/23	19	20	50.55	± 5.21
29	20/09/23	20	21	47.05	± 4.85
30	20/09/23	21	22	42.03	± 4.33
31	20/09/23	22	23	36.41	± 3.75
32	20/09/23	23	24	37.54	± 3.87
33	21/09/23	0	1	35.98	± 3.71
34	21/09/23	1	2	36.59	± 3.77
35	21/09/23	2	3	36.86	± 3.8
36	21/09/23	3	4	37.93	± 3.91
37	21/09/23	4	5	37.62	± 3.87
38	21/09/23	5	6	45.59	± 4.7
39	21/09/23	6	7	56.95	± 5.87
40	21/09/23	7	8	55.21	± 5.69
41	21/09/23	8	9	53.16	± 5.48
42	21/09/23	9	10	50.66	± 5.22
43	21/09/23	10	11	52.36	± 5.39
44	21/09/23	11	12	52.11	± 5.37
45	21/09/23	12	13	52.40	± 5.4
46	21/09/23	13	14	49.45	± 5.09

9 CONCLUSIONI

Dai risultati riportati nei capitoli precedenti emerge che gli analizzatori hanno superato con successo i test previsti dalla norma UNI EN 14181:2015 per la procedura QAL2, pertanto risultano idonei all'utilizzo richiesto.

10 RIEPILOGO

Nel presente paragrafo si riporta un riepilogo dei risultati, al fine di facilitare l'inserimento dei parametri nel software del Sistema di Misura Emissioni.

10.1 Analizzatore NO_x

Limite di emissione ELV orario	100
Unità di misura	mg/Nm ³ @ O ₂ di riferimento
% O ₂ di riferimento	6
Massima incertezza p ammessa per il test di variabilità (%)	20%
15% ELV	15
(Y _{s max} -Y _{s min})	23.3
Massima incertezza possibile p*ELV (%)	20
Y _{s min}	58.1
Procedura utilizzata per il calcolo della retta	A
Funzione di taratura y=a+bx	
Pendenza retta di taratura (b [^])	1.549
Intercetta retta di taratura (a [^])	4.6
Prova di variabilità	
s _D	0.6
σ ₀ * Kv	10.1
Esito prova di variabilità (s _D ≤ σ ₀ * Kv)	POSITIVO
Intervallo di taratura	
ŷ _{s,max}	78
Limite inferiore dell'intervallo di taratura valido in condizioni normalizzate	0
Limite superiore dell'intervallo di taratura valido in condizioni normalizzate, comprensivo dell'estensione del 10 % rispetto al valore massimo misurato o pari al 20% ELV [0 ; 1.1 ŷ _{s,max} o 0.2 ELV]	85.8
Massima detrazione del valore dell'intervallo di confidenza al 95 % (I _{C95%}) I _{C95%} = s _D * (2*1.96)/2	1.176

11 DATI DI IMPIANTO¹

Nella seguente tabella sono riportati i valori misurati dal sistema di misura emissioni durante il periodo di esecuzione delle prove.

Data	Ora solare	Potenza Media	H ₂ O	Portata fumi	Temperatura fumi	Pressione fumi
		MWe	% v/v	Nm ³ /h	°C	kPa
19/09/23	14:00	515.13	10.95	2975618.70	80.49	100.92
19/09/23	15:00	523.09	10.81	2980662.90	80.27	100.91
19/09/23	16:00	521.34	10.89	2988475.01	80.21	100.92
19/09/23	17:00	445.86	10.67	2726962.04	80.24	100.86
19/09/23	18:00	508.22	10.85	2931121.56	79.27	100.96
19/09/23	19:00	504.03	10.73	2881597.20	79.62	100.99
19/09/23	20:00	418.56	10.23	2644153.49	79.48	100.93
19/09/23	21:00	290.49	9.89	2327637.26	80.14	100.83
19/09/23	22:00	240.31	9.40	2246415.83	79.00	100.84
19/09/23	23:00	240.66	9.10	2207404.73	78.36	100.86
19/09/23	24:00	238.68	8.95	2199421.56	77.97	100.85
20/09/23	01:00	239.18	8.85	2234664.72	77.95	100.84
20/09/23	02:00	237.98	8.86	2224359.73	78.30	100.81
20/09/23	03:00	239.05	8.99	2246973.02	78.56	100.78
20/09/23	04:00	255.34	9.00	2309768.51	78.58	100.80
20/09/23	05:00	362.15	9.79	2549160.15	78.98	100.89
20/09/23	06:00	476.58	10.29	2897548.25	78.84	101.02
20/09/23	07:00	514.33	10.33	2956059.55	78.96	100.99
20/09/23	08:00	517.67	10.50	2927396.25	79.77	100.99
20/09/23	09:00	520.57	10.42	2953925.61	79.84	101.05
20/09/23	10:00	523.67	10.70	2963044.38	79.13	101.06
20/09/23	11:00	523.14	10.96	2976045.76	79.93	101.06
20/09/23	12:00	516.55	10.78	2990044.30	80.95	101.06
20/09/23	13:00	523.37	10.76	2998940.87	80.83	101.05
20/09/23	14:00	518.06	11.07	2979558.05	81.27	101.00
20/09/23	15:00	524.76	11.02	2994127.36	81.34	100.93
20/09/23	16:00	525.20	10.92	2987787.03	81.48	100.91
20/09/23	17:00	511.98	11.09	2963885.59	81.86	100.77
20/09/23	18:00	512.59	10.86	2973785.78	81.25	100.86
20/09/23	19:00	502.43	10.20	2890241.68	79.60	100.72
20/09/23	20:00	437.99	9.65	2680808.63	79.03	100.62
20/09/23	21:00	355.16	9.29	2472509.32	79.01	100.56
20/09/23	22:00	263.08	9.10	2322700.59	78.25	100.58
20/09/23	23:00	243.42	8.77	2271437.92	76.83	100.56
20/09/23	24:00	239.81	8.64	2308366.38	76.73	100.59
21/09/23	01:00	240.81	8.62	2315418.31	77.01	100.50
21/09/23	02:00	239.37	8.72	2327649.83	77.23	100.48
21/09/23	03:00	241.45	8.86	2311500.20	76.71	100.40
21/09/23	04:00	241.29	8.70	2364930.27	75.96	100.38
21/09/23	05:00	311.60	9.17	2515592.27	76.97	100.38
21/09/23	06:00	427.32	9.97	2848423.09	77.83	100.46
21/09/23	07:00	492.74	10.46	2983926.16	78.83	100.52
21/09/23	08:00	496.38	10.59	2995975.23	79.72	100.51
21/09/23	09:00	502.06	10.70	2985123.76	79.41	100.56

¹ Paragrafo non soggetto ad accreditamento, i dati impianto riportati sono forniti dal cliente e CESI ne declina la Responsabilità

Data	Ora solare	Potenza Media	H ₂ O	Portata fumi	Temperatura fumi	Pressione fumi
		MWe	% v/v	Nm ³ /h	°C	kPa
21/09/23	10:00	494.12	10.68	2992783.32	78.83	100.59
21/09/23	11:00	494.77	10.22	2989935.58	79.77	100.56
21/09/23	12:00	493.34	10.54	2989166.05	80.19	100.50
21/09/23	13:00	505.12	10.46	2994933.57	79.96	100.45
21/09/23	14:00	513.79	10.51	2961179.86	79.55	100.40
21/09/23	15:00	513.22	10.24	2977292.63	78.39	100.40
21/09/23	16:00	508.82	10.13	2961833.53	78.04	100.36
21/09/23	17:00	505.17	10.20	2942023.31	78.11	100.33
21/09/23	18:00	516.29	10.34	2999106.33	78.31	100.34
21/09/23	19:00	507.71	10.32	2982755.06	78.74	100.35
21/09/23	20:00	433.36	9.93	2686907.58	78.59	100.27
21/09/23	21:00	336.36	9.82	2376259.08	78.42	100.19
21/09/23	22:00	249.00	9.65	2220024.74	77.93	100.12
21/09/23	23:00	239.22	9.25	2207849.96	76.83	100.10
21/09/23	24:00	515.13	10.95	2975618.70	80.49	100.92

ALLEGATI AL RAPPORTO

ISO 9001 scadenza giugno 2025	2 pagg
Accredia - elenco prove	4 pagg
Accredia – certificato di accreditamento	4 pagg
C3009843_ Bombola Sapio 202304620 NO in Azoto 85.05 ppm	4 pagg
2-SET37-23_SN08041354_RL14181_NO_TN2	2 pagg