

**Cliente** ENEL Produzione S.p.A.

**Indirizzo del cliente** Viale Regina Margherita 125  
00198 Roma (RM) ITALIA

**Ordine** Accordo Quadro n. 8400101944 - Attingimento n. 4000427149  
(AG16EMS096 – Lettera n. B7008467)

**Campioni/Oggetti in prova** Impianto termoelettrico di Termini Imerese – Gruppo turbogas 42 –  
Emissioni convogliate

**Prove eseguite** Vedi capitolo 2

**Documenti normativi** Vedi capitolo 2

**Data prove** dal **02/11/2016** al **03/11/2016**

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** 7 **N. pagine fuori testo** 30

**Data di emissione** 01/03/2017

**Elaborato** EMS - Casarola Marco  
B7004339 2721035 AUT

**Verificato** EMS - Sala Maurizio  
B7004339 3741 VER

**Approvato** EMS - Ferrara Irene (Project Manager)  
B7004339 2041855 APP

## *Indice*

<b>1</b>	<b>INFORMAZIONI SPECIFICHE .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>ELENCO DELLE PROVE ESEGUITE.....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>INTRODUZIONE .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE PROVE.....</b>	<b>4</b>
4.1	Determinazione delle concentrazioni di NO <sub>x</sub> , CO e O <sub>2</sub> .....	4
<b>5</b>	<b>INFORMAZIONI SULLA STRUMENTAZIONE E SULLE MISCELE DI TARATURA .....</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>RISULTATI.....</b>	<b>6</b>
6.1	Determinazione delle concentrazioni di NO <sub>x</sub> , CO, O <sub>2</sub> .....	6
6.1.1	Valori di controllo dello stato di taratura degli analizzatori .....	6
6.2	Parametri ausiliari.....	6
6.3	Risultati delle misure .....	8

### **ALLEGATI AL RAPPORTO DI PROVA**

#### **Certificati di taratura delle bombole e della strumentazione:**

– B5010765	3 pagine
– Sapio 201604652	1 pagina
– B4021832 diluitore 022582	6 pagine
– B4021726 analizzatore 057226	9 pagine
– B6028428 analizzatore 057215	11 pagine

## 1 INFORMAZIONI SPECIFICHE

Data ricevimento dei campioni/oggetti in prova	Vedere date campionamento al §6
Luogo di esecuzione delle prove	ENEL Produzione S.p.A. Impianto termoelettrico "Ettore Majorana" di Termini Imerese Contrada Tonnarella – Zona industriale 90018 Termini Imerese (PA) P702 - Laboratorio Mobile Controllo Emissioni
Laboratorio di prova	P702 - Laboratorio Mobile Controllo Emissioni
Personale di prova CESI	Ferrara Irene, Milano Gianfranco
Presenti alle prove	-
Documenti di riferimento	Vedi §2
Informazioni sul campionamento	
Data di campionamento	Vedere date campionamento al §6
Eseguito da	Ferrara Irene, Milano Gianfranco
I campioni/oggetti provati devono essere conservati?	NO

La documentazione di dettaglio della prova, non presente in questo Rapporto di Prova, è salvata in rete sul server "EMI3" al seguente indirizzo:  
\\cesi.lan\fileserver\EEI\Progetti\EMI3\Lavori\2016\AG16EMS096 TERMINI IMERESE 42+53

## 2 ELENCO DELLE PROVE ESEGUITE

Nella tabella successiva sono elencate le prove eseguite, in conformità a quanto riportato nell'elenco prove in accreditamento allegato al certificato ACCREDIA.

Materiale/ Prodotto/ Matrice	Misurando/ Proprietà misurata/ Denominazione della prova	Metodo di prova ed anno di emissione	Cat.	Codice Interno	Sede
Emissioni convogliate	Concentrazione di ossidi di azoto in flussi gassosi convogliati	UNI EN 14792:2006	II	LTE13	B
Emissioni convogliate	Concentrazione di Ossido di Carbonio in flussi gassosi convogliati	UNI EN 15058:2006	II	LTE14	B
Emissioni convogliate	Concentrazione di ossigeno in flussi gassosi convogliati	UNI EN 14789:2006	II	LTE09 ISM	B

### 3 INTRODUZIONE

Nei giorni 02/11/2016 e 03/11/2016 sono state eseguite, nelle emissioni convogliate del gruppo turbogas 42 della centrale "Ettore Majorana" di Termini Imerese, misure delle concentrazioni di CO, NO<sub>x</sub> e O<sub>2</sub>.

Le misure sono state eseguite allo scopo di applicare la procedura AST (ai sensi della norma UNI EN 14181:2015) sugli analizzatori di CO e NO<sub>x</sub> installati nel Sistema di Misura Emissioni del gruppo turbogas 42 (punto di emissione indicato in AIA come "Camino 6").

Di seguito si elencano le principali caratteristiche della piattaforma di campionamento del sistema di monitoraggio emissioni dell'unità TI42:

- Altezza da terra del camino: 35 m
- Quota sezione di prelievo da terra: 23 m
- Diametro idraulico: 6,46 m
- Lunghezza dritta del condotto prima della sezione di prelievo: 18 m
- Lunghezza dritta del condotto dopo la sezione di prelievo: 12 m
- Lunghezza dritta del condotto prima del punto di emissione: 12 m

Il camino è a sezione circolare con diametro costante ed è dritto per tutta la sua altezza. La sezione di prelievo è rappresentativa e omogenea ai sensi della norma UNI EN 15259:2008 come riportato nel rapporto B2015176.

Nel presente Rapporto di Prova sono riportati unicamente i risultati delle misure effettuate da CESI.

### 4 MODALITÀ DI ESECUZIONE DELLE PROVE

Il punto di prelievo utilizzato per le misure oggetto del presente Rapporto di Prova è collocato a camino (punto di emissione indicato in AIA come "Camino 6"), sulla piattaforma di campionamento posta alla quota di circa 60 metri dal piano campagna. Esso è raggiungibile mediante scale; in prossimità è disponibile l'alimentazione elettrica a 230 Volt, necessaria per il funzionamento della strumentazione di prova.

Durante l'esecuzione delle misure in oggetto, il gruppo è stato esercito secondo i carichi richiesti dal gestore della rete. Il carico di esercizio durante le prove è stato misurato e registrato dal gestore dell'impianto.

#### 4.1 Determinazione delle concentrazioni di NO<sub>x</sub>, CO e O<sub>2</sub>

Le concentrazioni di ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>), monossido di carbonio (CO) e di ossigeno (O<sub>2</sub>) nei fumi emessi dal gruppo termoelettrico sono state determinate mediante analizzatori automatici funzionanti con i seguenti metodi di misura:

- chemiluminescenza, per gli NO<sub>x</sub>;
- metodo NDIR (infrarosso non dispersivo), per il composto CO;
- metodo paramagnetico per il composto O<sub>2</sub>.

Gli strumenti utilizzati hanno caratteristiche conformi a quelle richieste dalle norme tecniche di riferimento adottate, di seguito elencate:

- UNI EN 14792:2006, per la determinazione delle concentrazioni di ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>);
- UNI EN 15058:2006, per la determinazione delle concentrazioni di ossido di carbonio (CO);
- UNI EN 14789:2006, per la determinazione della percentuale in volume di ossigeno (O<sub>2</sub>).

Maggiori informazioni sulle caratteristiche prestazionali degli analizzatori utilizzati si trovano nei rispettivi manuali di uso, nei rapporti di taratura e nelle certificazioni.

La linea di campionamento e misurazione dei parametri qui considerati è formata dalle seguenti parti:

1. Sonda di prelievo riscaldata, comprendente il dispositivo di filtrazione, anch'esso riscaldata, per trattenere il particolato presente nel gas campionato;
2. Linea di trasferimento riscaldata in politetrafluoroetilene, termostata circa 120 °C;

3. Dispositivo di deumidificazione del gas campionato;
4. Pompa e suddivisione del flusso da inviare ai diversi analizzatori;
5. Analizzatori dei diversi parametri (l'analizzatore di NO è preceduto dal convertitore  $\text{NO}_2 \rightarrow \text{NO}$ );
6. Sistema di conversione in digitale dei segnali analogici (Ma) dell'analizzatore;
7. Sistema di registrazione dati.

Gli analizzatori di gas utilizzati misurano la concentrazione dei rispettivi parametri in condizioni di temperatura, pressione e umidità standard (0 °C, 1 atm, gas secco), pertanto non è stato necessario procedere alla determinazione di queste grandezze durante l'esecuzione delle misure di CO, NO<sub>x</sub> e O<sub>2</sub>.

## 5 INFORMAZIONI SULLA STRUMENTAZIONE E SULLE MISCELE DI TARATURA

Modello	Costruttore	Gas misurato	Principio di misura	Fondo scala	N° matricola
Oxymat 5E	Siemens	O <sub>2</sub>	Paramagnetico	25% <sub>vol.</sub>	057215
Ultramat 5E	Siemens	CO	NDIR	500 mg/Nm <sup>3</sup>	057215
CLD 822 M h	Ecophysics	NO – NO <sub>x</sub>	Chemiluminescenza	200 ppm	057226
Diluitore D/p 99	PCF Elettronica	-	-	-	022582

Tipo di gas	Concentrazione	Certificato	Prot. CESI Certificato
O <sub>2</sub>	20.95% (aria)	-	-
NO	449.5 ppm	Carbagas 10952	B5010765
CO	119.2 ppm	Sapio 201604652	-

## 6 RISULTATI

Nel presente capitolo sono riportati i risultati delle misure eseguite.

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).

### 6.1 Determinazione delle concentrazioni di $\text{NO}_x$ , $\text{CO}$ , $\text{O}_2$

Nel presente paragrafo sono riportati i risultati delle misure di  $\text{NO}_x$ ,  $\text{CO}$  e  $\text{O}_2$  ottenute con strumentazione CESI, associate ai relativi valori di incertezza estesa  $U$ .

I valori di incertezza sono espressi in termini di incertezza estesa ad un livello di confidenza del 95% (viene utilizzato un fattore di copertura  $k$  pari a 2).

I contributi di incertezza di cui si è tenuto conto nel calcolo sono i seguenti:

- Incertezza derivante dalla risoluzione del sistema di acquisizione dati;
- Incertezza derivante dall'errore di linearità della risposta strumentale;
- Incertezza derivante dalle derive strumentali (zero e span) durante il periodo di misura;
- Incertezza derivante dalla deviazione standard di ripetibilità;
- Incertezza derivante dall'incertezza analitica del gas utilizzato per la calibrazione dello strumento;
- Incertezza derivante dalla presenza nel gas analizzato di sostanze interferenti sulla misura del composto di interesse;
- Incertezza derivante da variazioni di temperatura ambiente e tensione elettrica durante il periodo di misura.

#### 6.1.1 Valori di controllo dello stato di taratura degli analizzatori

Data e ora	Gas analizzato	Zero Letto	Zero Atteso	Span Letto	Span Atteso
02/11/2016 – 14:00	$\text{CO}$	0.5 ppm	0 ppm	119.3 ppm	119.2 ppm
	$\text{NO}_x$	0.4 ppm	0 ppm	449.9 ppm	449.5 ppm
	$\text{O}_2$	20.93 %vol.	20.95 %vol.	0.02 %vol.	0 %vol.
03/11/2016 – 13:00	$\text{CO}$	0.2 ppm	0 ppm	119.6 ppm	119.2 ppm
	$\text{NO}_x$	-0.3 ppm	0 ppm	449.8 ppm	449.5 ppm
	$\text{O}_2$	20.89 %vol.	20.95 %vol.	0.01 %vol.	0 %vol.

### 6.2 Parametri ausiliari

Nella tabella seguente sono riepilogati i valori dei parametri ausiliari di riferimento negli orari di prova (dati registrati dal sistema AMS di impianto):

Data	Ora		Temperatura fumi	Pressione fumi	Portata fumi secchi @15% $\text{O}_2$	Umidità fumi	Concentrazione $\text{O}_2$	Carico elettrico
	Inizio	Fine	[°C]	[mBar]	[Nm³/h]	[%]	[%]	[MWe]
02/11/16	16.00	17.00	422.6	1007.3	933835	6.5	16.80	90.1
02/11/16	17.00	18.00	423.6	1007.0	967869	6.8	16.80	90.7
02/11/16	18.00	19.00	423.6	1007.0	979684	6.8	16.90	90.7
02/11/16	19.00	20.00	423.4	1006.9	982685	6.9	16.90	90.7
02/11/16	20.00	21.00	424.8	1006.5	984480	7.0	16.90	90.7

Data	Ora		Temperatura fumi	Pressione fumi	Portata fumi secchi @15% O <sub>2</sub>	Umidità fumi	Concentrazione O <sub>2</sub>	Carico elettrico
	Inizio	Fine	[°C]	[mBar]	[Nm <sup>3</sup> /h]	[%]	[%]	[MWe]
02/11/16	21.00	22.00	426.5	1006.2	981858	7.0	16.90	90.7
03/11/16	16.00	17.00	416.1	1005.0	1024505	7.3	16.80	100.4
03/11/16	17.00	18.00	422.2	1005.5	1023720	7.2	16.80	100.4
03/11/16	18.00	19.00	425.1	1005.9	1019619	6.7	16.30	100.4
03/11/16	19.00	20.00	426.9	1005.8	1026473	6.7	16.70	100.5
03/11/16	20.00	21.00	427.4	1006.2	1035917	6.7	16.70	100.4
03/11/16	21.00	22.00	427.1	1006.6	1036723	6.6	16.70	100.4

### 6.3 Risultati delle misure

Data	Ora		CO [mg/Nm <sup>3</sup> ]		O <sub>2</sub> [%vol.]	
	dalle	alle	Valore	Incertezza estesa ( <i>U</i> ) ( <i>k</i> =2, <i>p</i> = 95%)	Valore	Incertezza estesa ( <i>U</i> ) ( <i>k</i> =2, <i>p</i> = 95%)
02/11/16	17:00	18:00	14.8	± 3.6	16.54	± 0.30
02/11/16	18:00	19:00	14.4	± 3.6	16.57	± 0.30
02/11/16	19:00	20:00	14.4	± 3.6	16.51	± 0.30
02/11/16	20:00	21:00	13.6	± 3.6	16.44	± 0.30
02/11/16	21:00	22:00	12.6	± 3.6	16.44	± 0.30
03/11/16	16:00	17:00	11.7	± 3.6	16.35	± 0.30
03/11/16	17:00	18:00	11.0	± 3.6	16.35	± 0.30
03/11/16	18:00	19:00	8.0	± 3.6	15.88	± 0.30
03/11/16	19:00	20:00	7.7	± 3.6	16.29	± 0.30
03/11/16	20:00	21:00	8.3	± 3.6	16.29	± 0.30
03/11/16	21:00	22:00	8.4	± 3.6	16.29	± 0.30

Data	Ora		NO <sub>x</sub> [mg NO <sub>2</sub> /Nm <sup>3</sup> ]		O <sub>2</sub> [%vol.]	
	dalle	alle	Valore	Incertezza estesa ( <i>U</i> ) ( <i>k</i> =2, <i>p</i> = 95%)	Valore	Incertezza estesa ( <i>U</i> ) ( <i>k</i> =2, <i>p</i> = 95%)
02/11/16	16:00	17:00	56.8	± 5.8	16.49	± 0.30
02/11/16	17:00	18:00	62.3	± 5.8	16.54	± 0.30
02/11/16	18:00	19:00	61.7	± 5.8	16.57	± 0.30
02/11/16	19:00	20:00	61.3	± 5.8	16.51	± 0.30
02/11/16	20:00	21:00	61.4	± 5.8	16.44	± 0.30
02/11/16	21:00	22:00	62.0	± 5.8	16.44	± 0.30
03/11/16	16:00	17:00	57.5	± 5.8	16.35	± 0.30
03/11/16	17:00	18:00	58.1	± 5.8	16.35	± 0.30
03/11/16	19:00	20:00	60.3	± 5.8	16.29	± 0.30
03/11/16	20:00	21:00	60.3	± 5.8	16.29	± 0.30
03/11/16	21:00	22:00	61.0	± 5.8	16.29	± 0.30

----- Fine del Rapporto di Prova -----

## ALLEGATI AL RAPPORTO DI PROVA

### Certificati di taratura delle bombole e della strumentazione:

–	B5010765	3 pagine
–	Sapio 201604652	1 pagina
–	B4021832 diluitore 022582	6 pagine
–	B4021726 analizzatore 057226	9 pagine
–	B6028428 analizzatore 057215	11 pagine