

## RAPPORTO DI PROVA

USO RISERVATO

APPROVATO

C0012644

**Cliente** Enel Produzione S.p.A.

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

**Ordine** Contratto Quadro n. 8400134283 – Attingimento 3500091605  
(A1300002520 – Lettera di trasmissione C0012550)

**Campioni/Oggetti in prova** Verifiche dei Sistemi di Misura di velocità, temperatura e pressione dei fumi emessi dal gruppo 3 della centrale di Porto Empedocle – Anno 2020

**Prove eseguite** Vedi capitolo 6

**Documenti normativi** Vedi capitolo 3

**Data prove** dal **18/05/2020** al **19/05/2020**

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** 12 **N. pagine fuori testo** 23

**Data di emissione** 12/08/2020

**Elaborato** EDM - Bonomi Beatrice  
C0012644 3297115 AUT

**Verificato** EDM - Ferrara Irene  
C0012644 2041855 VER

**Approvato** EDM - Il Responsabile - Sala Maurizio  
C0012644 3741 APP

CESI S.p.A.

Via Rubattino 54  
I-20134 Milano - Italy  
Tel: +39 02 21251  
Fax: +39 02 21255440  
e-mail: info@cesi.it  
www.cesi.it

Capitale sociale € 8.550.000 interamente versato  
C.F. e numero iscrizione Reg. Imprese di Milano 00793580150  
P.I. IT00793580150  
N. R.E.A. 429222

© Copyright 2020 by CESI. All rights reserved

Pag.1/12

PAD C0012644 (2783773) - USO RISERVATO

Mod. RPRO v. 14

## *Indice*

<b>1</b>	<b>SINTESI DELLA CAMPAGNA DI MISURA .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>PREMESSA E SCOPI.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE DEL SITO DI MISURA .....</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>INFORMAZIONI SUI SISTEMI DI MISURA .....</b>	<b>6</b>
5.1	Strumentazione sottoposta a verifica (AMS) .....	6
5.2	Strumentazione di riferimento (SRM) .....	6
<b>6</b>	<b>METODO DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>7</b>
6.1	Verifiche preliminari alla misura .....	7
6.2	Esecuzione della misura .....	8
<b>7</b>	<b>RISULTATI .....</b>	<b>9</b>
7.1	Riepilogo delle verifiche pre e post campionamento .....	9
7.2	Misuratore di portata fumi.....	9
7.3	Misuratore di temperatura fumi .....	10
7.4	Misuratore di pressione fumi .....	10
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONI .....</b>	<b>11</b>

## STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	12/08/2020	B9012810	Prima emissione

## 1 SINTESI DELLA CAMPAGNA DI MISURA

Impianto	Centrale termoelettrica di Porto Empedocle
Località	Via Gioeni 65 – 92014, Porto Empedocle (AG)
Gruppo	3
Tipo di combustibile	Gas naturale
Orari e condizioni di funzionamento dell'impianto	Funzionamento in condizioni di assetto costante
Informazioni sul campionamento	Non sono stati riscontrati eventi anomali
Data e orario di campionamento	Le misure sono state eseguite dalle ore 09:00 del giorno 18 maggio 2020 alle ore 09:00 del giorno 19 maggio 2020
Personale di prova	Sidoli Giancarlo, Gatti Claudio
<u>Misure effettuate:</u>	Verifiche dei Sistemi di Misura di velocità, temperatura e pressione dei fumi

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

## 2 PREMESSA E SCOPI

ENEL Produzione S.p.A. ha richiesto a CESI l'effettuazione delle verifiche dei Sistemi di Misura di portata, temperatura e pressione dei fumi emessi dal gruppo 3 della centrale di Porto Empedocle.

I risultati riportati nel presente Rapporto si riferiscono all'anno 2020; le prove sono state eseguite nel mese di maggio 2020.

## 3 RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI

- a) D. Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 – Norme in materia ambientale e s.m.i.;
- b) Parere istruttorio conclusivo della domanda di AIA per la Centrale termoelettrica ENEL sita in Porto Empedocle;
- c) Piano di Monitoraggio e Controllo – data di emissione 6 novembre 2009;
- d) Comunicazione ISPRA n. 0018712 del 01/06/2011 “Definizione di modalità per l’attuazione dei Piano di Monitoraggio e Controllo (PMC). Seconda Emanazione”;
- e) UNI EN ISO 16911-1:2013 – Emissioni da sorgente fissa: Determinazione manuale ed automatica della velocità e della portata di flussi in condotti – Parte 1: Metodo di Riferimento Manuale;
- f) 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.

Il Piano di Monitoraggio e Controllo richiede, per i parametri oggetto del presente Rapporto, le seguenti verifiche:

- Per le portate fumi, il controllo (da eseguirsi con frequenza annuale) con il metodo manuale mediante tubo di Pitot (UNI EN ISO 16911:2013). Si sottolinea che nel Piano di Monitoraggio e Controllo vengono indicati la frequenza ed il metodo da utilizzare per i controlli, ma non viene specificato alcun criterio per stabilire quali sono le massime differenze accettabili fra la misura d’impianto e quella ottenuta con il Sistema di Misura di Riferimento. Come criterio per valutare le prestazioni del misuratore d’impianto è stato calcolato per ciascuna prova lo scarto percentuale relativo fra il valore fornito dal sistema di misura d’impianto e quello ottenuto con il metodo di riferimento, ed è stato considerato superato il test in presenza di un valore di tale scarto inferiore al 10% (valore che permette di tenere in considerazione sia l’incertezza della misura ottenuta con metodo di riferimento, sia quella del dato fornito dal sistema di misura d’impianto).
- Per temperatura e pressione fumi una verifica annuale con strumenti di riferimento e/o calibrati contro strumenti di riferimento: l’esito della prova è positivo se la differenza delle letture fra il sistema di misura d’impianto e il sistema di riferimento è inferiore al 2% di quest’ultima. Nel caso di non superamento della prova, si richiede che gli strumenti d’impianto vengano tarati in laboratorio. Nel Piano di Monitoraggio e Controllo non viene specificato quale unità di misura deve essere considerata per la temperatura fumi prima dell’applicazione del criterio di conformità indicato. Dato che lo scopo della misura in continuo di questo parametro è la normalizzazione delle portate fumi, e nelle relazioni utilizzate per effettuare tali calcoli è richiesto l’uso delle temperature assolute (esprese in K), il confronto richiesto dal Piano di Monitoraggio e Controllo è stato effettuato esprimendo le temperature fumi in K.

## 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.
Impianto:	Centrale termoelettrica di Porto Empedocle
Indirizzo:	Via Gioeni 65 – 92014 Porto Empedocle (AG)
Processo produttivo:	Combustione gas naturale
Tipologia di prodotti:	Energia elettrica
DATI DEL PUNTO DI EMISSIONE	
Punto di emissione oggetto della verifica:	Camino gruppo 3
Forma della sezione del condotto:	Circolare
Dimensioni interne del condotto:	4.89 m
Portata fumi nominale del punto di emissione:	~ 460.000 Nm <sup>3</sup> /h a tenore di O <sub>2</sub> del 15%
Minimo tecnico:	35 MW
Massimo Carico:	77 MW
PUNTO DI CAMPIONAMENTO	
Identificazione del punto di campionamento:	Camino gruppo 3
Altezza da terra del camino	79.7 m
Quota del punto di campionamento:	51.3 m
Accessibilità al punto di emissione oggetto della verifica:	Scale, piattaforma di lavoro
Forma del condotto:	Circolare
Diametro del condotto	4.89 m
Diametro idraulico	4.5 m
Lunghezza dritta del condotto prima della sezione di prelievo	27 m
Lunghezza dritta del condotto dopo la sezione di prelievo	24 m
Lunghezza dritta del condotto prima del punto di emissione	28.4 m

## 5 INFORMAZIONI SUI SISTEMI DI MISURA

### 5.1 Strumentazione sottoposta a verifica (AMS)

Nella tabella seguente sono riportate le caratteristiche principali degli strumenti di misura installati sul gruppo 3 e sottoposti a verifica.

Modello	Costruttore	Parametro misurato	Principio di misura	Fondo scala	N° matricola
D-FL 100	Durag	Velocità	Pressione Differenziale	0 ÷ 10 mbar	N1-E616-9204434
TC Cr/Al tipo "K"	Metron	Temperatura	Effetto Seebeck	0 ÷ 700 °C	-
Sitrans P	Siemens	Pressione	Pressione Differenziale	900 ÷ 1300 mbar	N1-E610-9202685

### 5.2 Strumentazione di riferimento (SRM)

Nel presente paragrafo sono descritte le caratteristiche principali degli analizzatori e degli strumenti del Sistema di Misura di Riferimento utilizzati per la verifica.

Modello	Costruttore	Parametro misurato	Principio di misura	Fondo scala	N° matricola
Tubo Pitot S	Tecora	Velocità	Pressione differenziale	5 ÷ 40 m/s	315
Termocoppia tipo K	Tersid	Temperatura	Effetto Seebeck	-200 ÷ 1260 °C	11279.18
Isostack G4	Tecora	Pressione	Pressione differenziale	0 ÷ 2000 Pa	057289

## 6 METODO DI RIFERIMENTO

Le misure di riferimento sono state eseguite utilizzando il metodo UNI EN 16911-1:2013; in particolare, è stato applicato il metodo descritto nell'Appendice A della norma: misura con tubo di Pitot.

### 6.1 Verifiche preliminari alla misura

Preliminarmente alla misura sono state eseguite le seguenti verifiche ed operazioni:

1. Verificato che i bocchelli di introduzione della sonda siano sufficientemente puliti;
2. Verificato il corretto funzionamento e stato di taratura del misuratore di pressione differenziale, utilizzando un misuratore di pressione certificato. Per eseguire questa verifica viene posizionata la sonda con tubo di Pitot all'interno del condotto in un punto fisso (nel quale non sia presente una variazione picco/picco superiore al 10% del valor medio) e vengono effettuate due misure di durata pari a 5 minuti, una con il sistema di misura da usare per la prova ed una con il sistema di misura di verifica;
3. Verificato che, a seguito del trasporto sull'impianto, i tubi di Pitot non abbiano subito danneggiamenti. In particolare, è necessario controllare che:
  - a. le prese di pressione non abbiano subito ammassamenti o deformazioni, ed abbiano mantenuto la forma perfettamente circolare;
  - b. le prese di pressione non siano sporche di polvere o materiale di altro tipo;
  - c. il tubo di supporto sia dritto;
4. Effettuato il test di tenuta secondo la procedura descritta nel §9.3.2 della norma di riferimento, mediante pressurizzazione del Pitot ad un valore almeno pari alla pressione nel camino;
5. Verificato l'angolo tra bocchello di campionamento e condotto di misura: in particolare, l'inclinazione della sonda rispetto alla sezione di misura non deve essere superiore a 10°;
6. Verificato che il rapporto fra l'area della sezione di misura occupata dalla strumentazione e la sezione del condotto nel punto di misura sia inferiore al valore limite ammesso dalla norma di riferimento (5%);
7. Verificato che la posizione del tubo di Pitot sia corretta: l'asse della sezione d'impatto del tubo di Pitot deve essere il più possibile parallelo alla direzione del flusso (la deviazione massima ammessa è di 15°);
8. Controllate le prese di pressione posizionando il tubo di Pitot perpendicolarmente al flusso, e misurando la pressione statica utilizzando entrambi i lati del tubo di Pitot: la verifica è superata se la differenza fra le pressioni rilevate dai due lati del tubo di Pitot è inferiore a 10 Pa;
9. Segnare sul corpo della sonda gli affondamenti necessari a raggiungere i diversi punti di misura, calcolati in accordo alla norma UNI EN 15259:2008;
10. Verificata la ripetibilità della misura su un singolo punto di misura, effettuando 5 letture consecutive di durata almeno pari a 1 minuto e verificando che la ripetibilità sia inferiore al 5% della velocità;
11. Valutare la presenza di flussi vorticosi o ciclonici.

## **6.2 Esecuzione della misura**

In sintesi, per l'effettuazione della misura sono richieste le operazioni sotto elencate:

1. Effettuare la misura di pressione differenziale, temperatura e pressione assoluta del gas in ciascun bocchello ed affondamento individuato in base alla norma UNI EN 15259:2008;
2. Alla conclusione della misura:
  - salvare o stampare i risultati;
  - verificare che durante la prova la strumentazione abbia avuto un funzionamento regolare;
  - verificare che l'impianto abbia funzionato in maniera stazionaria durante la prova; la verifica può essere eseguita analizzando l'andamento nel corso della prova dei valori di velocità fumi rilevati in continuo dallo strumento di misura d'impianto.



## 7 RISULTATI

### 7.1 Riepilogo delle verifiche pre e post campionamento

Descrizione della verifica	Esito
Verifica danneggiamenti tubo di Pitot	OK
Verifica misure del condotto	OK
Metodo della norma UNI EN 15259:2008 utilizzato	Tangenziale
Numero di diametri esplorati	2
Numero di punti per diametro	10
Verifica ingombro (criterio di accettabilità: Area occupata dalla strumentazione / Sezione di misura < 5%)	OK
Verifica angolo tra presa campione e condotto $\leq 10^\circ\text{C}$	OK
Verifica perdite tubo di Pitot (criterio accettabilità: < 10% del valore medio su 5 letture di 1 minuto)	OK
Verifica delle differenze di lettura pressione statica fra lato A e lato B (criterio di accettabilità: differenza < 10 Pa fra le due prese di pressione del Pitot)	OK
Verifica taratura misuratore per confronto con strumento primario/manuale (criterio di accettabilità: differenza con strumento primario < incertezza estesa strumento di misura)	OK
Verifica della ripetibilità (criterio di accettabilità: ripetibilità < 5% della velocità media)	OK
Verifica presenza flussi vorticosi	OK
Verifica danneggiamenti tubo Pitot post-campionamento	OK

### 7.2 Misuratore di portata fumi

Nelle successive tabelle sono riportati i seguenti dati:

- Carico elettrico misurato dal gestore dell'impianto nel corso di ciascuna prova;
- Risultati delle misure di portata fumi ottenute con il Sistema di Misura di Riferimento CESI;
- Risultati delle misure di portata fumi ottenute con lo strumento d'impianto sottoposto a prova;
- Calcolo dello scarto relativo fra le misure fornite dallo strumento d'impianto e quelle del Sistema di Riferimento;
- Verifica del rispetto della condizione indicata nel §3.

Data	Ora		Carico elettrico [MW]
18/05/2020	11:33	13:20	70.8
18/05/2020	13:30	14:42	71.9
19/05/2020	07:30	08:41	64.0

Data	Ora		Sistema Misura di Riferimento [Nm <sup>3</sup> /h]	Sistema Misura Emissioni [Nm <sup>3</sup> /h]	Scarto relativo [%]
18/05/2020	11:33	13:20	707862	654680	7.51
18/05/2020	13:30	14:42	700649	658281	6.05
19/05/2020	07:30	08:41	658505	615226	6.57

N° prove	3
Massimo scarto relativo %	7.51%
Scarti relativi inferiori al 10%: TEST SUPERATO	

### 7.3 Misuratore di temperatura fumi

Nelle successive tabelle sono riportati i seguenti dati:

- Risultati delle misure di temperatura fumi ottenute con il Sistema di Misura di Riferimento CESI;
- Risultati delle misure di temperatura fumi ottenute con lo strumento d'impianto sottoposto a prova;
- Calcolo dello scarto relativo fra le misure fornite dallo strumento d'impianto e quelle del Sistema di Riferimento;
- Verifica del rispetto della condizione indicata nel Piano di Monitoraggio e Controllo.

Data	Ora		Sistema Misura di Riferimento [K]	Sistema Misura Emissioni [K]	Scarto relativo [%]
18/05/2020	11:33	13:20	870.37	876.31	-0.68
18/05/2020	13:30	14:42	869.80	871.68	-0.22
19/05/2020	07:30	08:41	869.45	871.85	-0.28

N° prove	3
Massimo scarto relativo %	0.68%
Scarti relativi inferiori al 2%: TEST SUPERATO	

### 7.4 Misuratore di pressione fumi

Nelle successive seguenti sono riportati i seguenti dati:

- Risultati delle misure di pressione fumi ottenute con il Sistema di Misura di Riferimento CESI;
- Risultati delle misure di pressione fumi ottenute con lo strumento d'impianto sottoposto a prova;
- Calcolo dello scarto relativo fra le misure fornite dallo strumento d'impianto e quelle del Sistema di Riferimento;
- Verifica del rispetto della condizione indicata nel Piano di Monitoraggio e Controllo.

Data	Ora		Sistema Misura di Riferimento [hPa]	Sistema Misura Emissioni [hPa]	Scarto relativo [%]
18/05/2020	11:33	13:20	1003.1	1012.1	-0.90
18/05/2020	13:30	14:42	1003.3	1013.8	-1.04
19/05/2020	07:30	08:41	1004.0	1015.0	-1.10

N° prove	3
Massimo scarto relativo %	1.10%
Scarti relativi inferiori al 2%: TEST SUPERATO	

## 8 CONCLUSIONI

I risultati riportati evidenziano il rispetto dei requisiti di accettabilità descritti nel §3 per tutti i sistemi di misura installati sul gruppo 3.

**ALLEGATI AL RAPPORTO**

**B9010989 Certificato ISO 9001**

**2 pagg.**

**B7016708 certificati pompa Isostack G4 matricola 057289**

**15 pagg.**

**B7020209 certificato Pitot S 315**

**3 pagg.**

**B8012653 certificato termocoppia K matricola 11279.18**

**3 pagg.**