

## RAPPORTO DI PROVA

USO RISERVATO

APPROVATO

C1013279

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

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

**Ordine** Contratto Quadro n. 8400134283 – Attingimento 3500188614  
(A1300003131 – Lettera di trasmissione C1014876)

**Campioni/Oggetti in prova** Centrale di Assemini-TG2: monitoraggio macroinquinanti, microinquinanti e transitori di avviamento e spegnimento – anno 2021

**Prove eseguite** Vedi capitolo 6

**Documenti normativi** Vedi capitolo 3

**Data prove** dal **20/04/2021** al **21/04/2021**

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** 20 **N. pagine fuori testo** 48

**Elaborato** **STC - Croce Sonia, STC - Bonomi Beatrice**  
C1013279 1354650 AUT C1013279 3297115 AUT

**Verificato** **EDM - Ferrara Irene**  
C1013279 2041855 VER

**Approvato** **EDM - Il Responsabile - Sala Maurizio**  
C1013279 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 2021 by CESI. All rights reserved

Pag.1/20

PAD C1013279 (2894709) - 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>
4.1	Limiti di emissione	5
<b>5</b>	<b>STRUMENTAZIONE E BOMBOLE UTILIZZATE</b>	<b>6</b>
5.1	Strumentazione sottoposta a verifica (AMS)	6
5.2	Strumentazione di riferimento (SRM)	6
5.3	Bombole di taratura	6
5.3.1	Valori di controllo dello stato di taratura degli analizzatori	6
<b>6</b>	<b>PIANO SPERIMENTALE</b>	<b>7</b>
6.1	Prove eseguite	7
6.2	Punto di campionamento	7
6.3	Modalità di campionamento e analisi	7
6.3.1	Determinazione delle concentrazioni di CO, NO <sub>x</sub> , O <sub>2</sub>	7
6.3.2	Metalli UNI	8
6.3.3	Metalli EPA	8
6.3.4	Determinazione delle concentrazioni di biossido di zolfo (SO <sub>2</sub> )	9
6.3.5	Determinazione dell'umidità dei fumi	9
6.3.6	Determinazione delle concentrazioni di polveri	10
6.3.7	Temperatura, pressione e portata fumi	10
6.4	Identificazione campioni	11
<b>7</b>	<b>RISULTATI – NORMALE FUNZIONAMENTO</b>	<b>12</b>
7.1	Concentrazioni di O <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub>	12
7.2	Metalli UNI	13
7.3	Metalli EPA	14
7.4	Ossidi di zolfo (SO <sub>2</sub> )	14
7.5	Umidità fumi	14
7.6	Polveri totali	14
7.7	Temperatura, pressione e portata fumi	15
7.8	Sommatorie per confronto con i limiti previsti nel Piano di Monitoraggio e Controllo	15
<b>8</b>	<b>RISULTATI – TRANSITORI DI AVVIAMENTO E SPEGNIMENTO</b>	<b>16</b>
8.1	Transitorio di accensione	16
8.1.1	Concentrazioni di O <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , velocità gas	16
8.1.2	Polveri totali	17
8.2	Transitorio di spegnimento	18
8.2.1	Concentrazioni di O <sub>2</sub> , CO, NO <sub>x</sub> , velocità gas	18
8.2.2	Polveri totali	18
<b>9</b>	<b>SISTEMA DI QUALITÀ</b>	<b>19</b>

## STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	27/07/2021	C1013279	Prima emissione

## 1 SINTESI DELLA CAMPAGNA DI MISURA

Impianto	Centrale termoelettrica di Assemini
Località	Località Macchiareddu – Assemini (CA)
Gruppo	TG2
Tipo di combustibile	Gasolio
Orari e condizioni di funzionamento dell'impianto	Funzionamento in condizioni di assetto costante nei giorni 20 e 21 aprile 2021
Informazioni sul campionamento	Non sono stati riscontrati eventi anomali
Data e orario di campionamento	Dalle 6:00 alle 18:00 nei giorni 20 e 21 Aprile 2021
Personale di prova	Gatti Claudio, Sidoli Giancarlo
Misure effettuate	Misure di macroinquinanti (CO, NO <sub>x</sub> , O <sub>2</sub> ), microinquinanti (polveri, SO <sub>2</sub> , metalli), H <sub>2</sub> O, portata, 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

Nel presente Rapporto sono riportati i risultati della determinazione delle concentrazioni di microinquinanti nelle emissioni gassose del gruppo turbogas 2 della centrale di Assemini, attività commissionata a CESI da ENEL Produzione S.p.A.

I risultati riportati nel presente Rapporto si riferiscono al 2021; le prove sono state effettuate nel mese di aprile 2021.

Durante l'esecuzione delle prove il gruppo, alimentato a gasolio, è stato esercito con programmazione di dettaglio soggetta alle esigenze di esercizio definite dal Gestore della rete.

Le prescrizioni riportate nel Piano di Monitoraggio e Controllo dell'impianto richiedono il controllo dei microinquinanti nelle emissioni del gruppo con cadenza annuale, oppure ogni 125 ore di funzionamento. Nel seguito viene descritto il piano sperimentale e vengono presentati i risultati delle prove eseguite.

## 3 RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI

- a) Decreto di Riesame dell'Autorizzazione Integrata Ambientale per l'esercizio della Centrale Turbogas di Assemini della società Enel Produzione S.p.A - D.M. n. 0000266 del 16/12/2020 (G.U. n.45 del 23/02/2021);
- b) DM 0000288 del 21/12/2015 di riesame dell'Autorizzazione integrata ambientale n. DVA-DEC-2011-17 del 25/01/2011;
- c) U Allegato G - "Metodi di riferimento per le misure previste nell'autorizzazioni integrate ambientali (AIA) Statali;
- d) UNI EN 14789:2017 – Emissioni da sorgente fissa. Determinazione della concentrazione in volume di ossigeno (O<sub>2</sub>). Metodo di riferimento: Paramagnetismo;
- e) UNI EN 15058:2017 – Emissioni da sorgente fissa. Determinazione della concentrazione in massa di monossido di carbonio (CO). Metodo spettrometria a infrarossi non dispersiva;
- f) UNI EN 14792:2017 – Emissioni da sorgente fissa. Determinazione della concentrazione in massa di ossido di azoto (NO<sub>x</sub>). Metodo di riferimento: chemiluminescenza;
- g) UNI EN 14791:2017 – Emissioni da sorgente fissa. Determinazione della concentrazione in massa di diossido di zolfo (SO<sub>2</sub>) - metodo di riferimento;
- h) Norma UNI 10393:1995 "Misure alle emissioni – Determinazione del biossido di zolfo nei flussi gassosi convogliati – Metodo strumentale con campionamento estrattivo diretto" - Categoria II;
- i) UNI EN 14790:2017 – Emissioni da sorgente fissa. Determinazione del vapore acqueo in condotti;
- j) UNI EN 13284-1:2017 "Emissioni da sorgente fissa - Determinazione della concentrazione in massa di polveri in basse concentrazioni – Metodo manuale gravimetrico";
- k) UNI EN 14385:2004," Emissioni da sorgente fissa - Determinazione dell'emissione totale di As, Cd, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, Pb, Pd, Pt, Rh, Sb, Sn, Te, Tl e V";
- l) UNI EN 13211:2003," Emissioni da sorgente fissa - Metodo manuale per la determinazione della concentrazione di mercurio totale";
- m) US EPA method 29, "Determination of metals emissions from stationary sources";
- n) 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.

## 4 DESCRIZIONE DEL SITO DI MISURA

L'impianto produttivo si compone di due unità turbogas, identiche, alimentate a gasolio.

Il sito di misura è costituito da un tratto orizzontale di condotto a sezione circolare posizionato a quota zero prima dell'immissione dei fumi in ciminiera. Sul condotto si trovano due bocchelli posizionati a 120° tra loro. Nei pressi del sito di misura sono presenti prese Palazzoli a 220V per l'alimentazione del laboratorio mobile e della strumentazione.

### 4.1 Limiti di emissione

Nella tabella seguente sono riportati i limiti di emissione ai quali sono sottoposti i gruppi della centrale di Assemini:

PARAMETRO	LIMITE [mg/Nm <sup>3</sup> @15% O <sub>2</sub> ]
NOx	100
CO	100
Polveri	10
SO <sub>2</sub>	10
Be	0.05
Cd+Tl	0.05
Sb+As+Co+Cr+Mn+Ni+Pb+Cu+V+Sn	0.5

## 5 STRUMENTAZIONE E BOMBOLE UTILIZZATE

### 5.1 Strumentazione sottoposta a verifica (AMS)

Paragrafo non applicabile.

### 5.2 Strumentazione di riferimento (SRM)

La strumentazione utilizzata per eseguire le misure è la seguente:

Modello	Costruttore	Parametro misurato	Principio di misura	Fondo scala	N° matricola
Oxymat 6E	SIEMENS	O <sub>2</sub>	Paramagnetico	25 %	057490
Ultramat 6E	SIEMENS	CO	NDIR	300 mg/m <sup>3</sup>	057490
CLD 822 Mh	ECO PHYSICS	NO <sub>x</sub>	Chemiluminescenza	250 ppm	021521
Ultramat 6E	SIEMENS	SO <sub>2</sub>	NDIR	500 mg/m <sup>3</sup>	057226

Strumento	Modello	Costruttore	Parametro misurato	N° matricola
Pompa	Isostack G4	Tecora	-	057289
Pompa	Bravo	Tecora	-	057278
Pompa	Bravo	Tecora	-	057279
Pitot	S	Tecora	Velocità del gas	262
Termocoppia	K	Tersid	Temperatura del gas	11280.18
Bilancia tecnica	EU-C 7500PT BP	Gibertini	Massa	057117

### 5.3 Bombole di taratura

Tipo di gas	Concentrazione	Incertezza	Matricola	Certificato	Scadenza	Prot. CESI Certificato
CO	319.125 mg/m <sup>3</sup>	± 2.5 mg/m <sup>3</sup>	12267072	398221001a	27/05/2021	B9014033
NO	354.8 ppm	± 7.8 ppm	12156974	A006620	12/07/2022	C0018266
SO <sub>2</sub>	855.14 mg/m <sup>3</sup>	17.16 mg/m <sup>3</sup>	12276365	414785001c	27/08/2022	C0015094

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

Data e ora	Gas analizzato	Zero Letto	Zero Atteso	Span Letto	Span Atteso
20/04/2021 06:00	O <sub>2</sub>	20.94 %vol.	20.95 %vol.	-0.22 %vol.	0 %vol.
	CO	0.59 mg/m <sup>3</sup>	0.0 mg/m <sup>3</sup>	322.6 mg/m <sup>3</sup>	319.1 mg/m <sup>3</sup>
	NO <sub>x</sub>	-0.2 ppm	0.0 ppm	353 ppm	354.8 ppm
	SO <sub>2</sub>	0.1	0.0 mg/m <sup>3</sup>	856.1 mg/m <sup>3</sup>	855.14 mg/m <sup>3</sup>
21/04/2021 6:30	O <sub>2</sub>	20.93 %vol.	20.95 %vol.	-0.12 %vol.	0 %vol.
	CO	0.57 mg/m <sup>3</sup>	0.0 mg/m <sup>3</sup>	322.8 mg/m <sup>3</sup>	319.1 mg/m <sup>3</sup>
	NO <sub>x</sub>	-0.3 ppm	0.0 ppm	353.8 ppm	354.8 ppm
	SO <sub>2</sub>	0.2	0.0 mg/m <sup>3</sup>	855.8 mg/m <sup>3</sup>	855.14 mg/m <sup>3</sup>

## 6 PIANO SPERIMENTALE

### 6.1 Prove eseguite

Il piano di caratterizzazione di macroinquinanti e microinquinanti nelle emissioni del gruppo 2 ha previsto l'effettuazione delle seguenti misure:

- Determinazione della concentrazione di CO, NO<sub>x</sub>, O<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, Particolato;
- Determinazione dei metalli (As, Cd, Cr, Co, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb, Sb, Sn, Tl e V As, Be, Pt, Rh, Se, Te);
- Misure di portata, temperature e pressione dei fumi.

Per ciascun composto o classe di composti (microinquinanti), sono state eseguite due prove (due campionamenti e analisi).

### 6.2 Punto di campionamento

I campionamenti sono stati eseguiti sul condotto utilizzando i bocchelli disponibili.

### 6.3 Modalità di campionamento e analisi

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

Le concentrazioni di ossido di carbonio (CO), ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) 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:

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

Gli strumenti utilizzati hanno caratteristiche conformi a quelle richieste dalle norme tecniche di riferimento adottate.

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 NO<sub>2</sub> → 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>, O<sub>2</sub>.

### 6.3.2 Metalli UNI

Il campionamento dell'effluente gassoso per la determinazione dei metalli in tracce effettuato mediante prelievi isocinetici in accordo alla norma UNI EN 14385:2004; il campionamento per la determinazione delle concentrazioni di Hg è invece effettuato in accordo alla norma UNI EN 13211:2003.

Il treno di campionamento è formato dalle seguenti parti:

- ugello in titanio;
- tubo di Pitot e termocoppia, per la misura di velocità e temperatura del gas nel condotto, in prossimità del punto di prelievo;
- sonda in titanio termostata a 120 °C, munita di portafiltro in vetro (anch'esso termostato a 120 °C), nel quale è alloggiato un filtro piano in fibra di quarzo;
- suddivisione della linea di prelievo in tre parti:
  - ✓ prima linea secondaria: dedicata all'assorbimento del mercurio, prevede due gorgogliatori in vetro ad alta efficienza (percorsi in sequenza dal gas campionato) contenenti la soluzione di assorbimento specifica per questa sostanza, un separatore di umidità (colonna di gel di silice) e una pompa di aspirazione a flusso costante seguita dal contatore volumetrico;
  - ✓ seconda linea secondaria: dedicata all'assorbimento di tutti gli altri metalli oggetto di misura, prevede tre gorgogliatori in vetro ad alta efficienza (percorsi in sequenza dal gas campionato) contenenti la soluzione di assorbimento specifica, un separatore di umidità (colonna di gel di silice) e una pompa di aspirazione a flusso costante seguita dal contatore volumetrico;
  - ✓ linea principale: consta unicamente di un doppio sistema di separazione dell'umidità (per condensazione e successivo passaggio in una colonna di gel di silice) e di una pompa di prelievo a flusso variabile seguita dal contatore volumetrico. L'unica funzione di questa linea è infatti di assicurare che il campionamento avvenga costantemente in condizioni di isocinetismo.

Lo schema del sistema di campionamento garantisce l'integrità del campione per le seguenti ragioni:

- grazie al mantenimento delle condizioni di isocinetismo mediante la linea principale, la portata attraverso il sistema degli assorbitori può essere mantenuta sufficientemente bassa, tale da garantire un tempo di permanenza del gas a contatto con le soluzioni assorbenti sufficiente alla completa solubilizzazione dei metalli presenti in fase gassosa;
- la sonda è inerte perché, essendo completamente realizzata in titanio, non provoca alcuna contaminazione dell'effluente campionato;
- all'uscita del sistema filtrante termostato a 120 °C, l'umidità contenuta nei fumi (ancora allo stato gassoso) viene ripartita uniformemente nelle 3 derivazioni;
- al termine del prelievo tutto il treno di campionamento è lavato, e la soluzione di lavaggio è anch'essa raccolta e sottoposta ad analisi.

L'analisi dei metalli viene effettuata sul particolato raccolto, sulle soluzioni di assorbimento e di lavaggio, mediante l'utilizzo della spettrometria di massa con sorgente al plasma (ICP-MS) e della spettrometria di assorbimento atomico (AAS).

L'analisi dei metalli sulle polveri raccolte (filtro e parte solida contenuta nei lavaggi linea) viene effettuata in analogia a quanto sopra descritto, previa dissoluzione del campione.

### 6.3.3 Metalli EPA

La determinazione delle concentrazioni di Be, Se viene effettuata mediante il metodo EPA 29 2000, semplificato della parte relativa alla determinazione del mercurio (quest'ultimo viene determinato mediante il metodo descritto nel precedente paragrafo).

Il principio e le modalità di campionamento sono simili a quelli previsti per gli altri metalli: un campione di effluente gassoso viene estratto dal camino in modalità isocinetica; le emissioni di metalli presenti nell'effluente in fase particolata vengono raccolte sulla sonda di campionamento (da cui vengono successivamente estratte mediante lavaggio della stessa con opportuna soluzione) e sul filtro riscaldato,



mentre le emissioni presenti in fase gassosa vengono raccolte in una soluzione acida di  $\text{H}_2\text{O}_2$  mediante gorgogliamento del gas.

I campioni raccolti vengono successivamente sottoposti a digestione ed analizzati mediante spettrometria di assorbimento atomico (AAS) o spettrometria di massa con sorgente al plasma (ICP-MS).

### 6.3.4 Determinazione delle concentrazioni di biossido di zolfo ( $\text{SO}_2$ )

Le concentrazioni di biossido di zolfo sono state determinate con il metodo manuale descritto nella norma UNI EN 14791:2017.

La linea di prelievo è formata dalle seguenti parti principali:

- ugello di prelievo del gas, seguito da sonda di aspirazione in titanio riscaldata e termostata a 120 °C;
- portafiltro in vetro e filtro piano in fibra di quarzo (filtrazione “out-stack”), anch’essi termostatati ad una temperatura di 120 °C;
- una coppia di gorgogliatori riempiti della soluzione di assorbimento indicata nel metodo; i gorgogliatori sono alloggiati in un bagno freddo, in modo da permettere il raffreddamento del gas e la separazione della condensa in esso presente;
- sistema di essiccazione del gas tramite gel di silice;
- pompa di aspirazione.

Poiché le emissioni gassose campionate non sono sature di vapore, e i composti da ricercare non sono presenti nella fase particolata, il campionamento viene eseguito a flusso costante, con portata del gas sufficientemente bassa da permettere un efficace contatto fra gas e soluzione di assorbimento all’interno dei gorgogliatori.

Al termine del campionamento, le parti di linea non riscaldate, comprese fra il portafiltro e il primo gorgogliatore, vengono risciacquate; il lavaggio viene raccolto nel primo gorgogliatore.

Vengono infine sottoposte ad analisi chimica le soluzioni di assorbimento contenute in ciascuno dei gorgogliatori e un campione delle soluzioni di assorbimento (bianco).

La determinazione degli ioni  $\text{SO}_4^{2-}$  presenti nelle soluzioni di assorbimento viene effettuata mediante cromatografia ionica (si tratta di uno dei due metodi descritti nella norma UNI EN 14791:2017).

L’eventuale  $\text{SO}_3$  presente nelle emissioni gassose campionate si trasforma in ioni  $\text{SO}_4^{2-}$  durante il passaggio nella soluzione di assorbimento: pertanto questo metodo fornisce una misura degli  $\text{SO}_x$  ( $\text{SO}_2$  +  $\text{SO}_3$ ) espressi come  $\text{mg SO}_2/\text{Nm}^3$ .

### 6.3.5 Determinazione dell’umidità dei fumi

L’umidità dei fumi è stata quantificata con il metodo per condensazione-adsorbimento descritto nella norma UNI EN 14790:2017.

La linea di prelievo è formata dalle seguenti parti principali:

- ugello di prelievo del gas, seguito da sonda di aspirazione in titanio riscaldata e termostata a 120 °C;
- portafiltro in vetro e filtro piano in fibra di quarzo (filtrazione “out-stack”), anch’essi termostatati ad una temperatura di 120 °C;
- una coppia di gorgogliatori riempiti in parte di acqua deionizzata, come richiesto dal metodo; i gorgogliatori sono alloggiati in un bagno freddo, in modo da permettere il raffreddamento del gas e la separazione della condensa in esso presente;
- sistema di essiccazione del gas tramite gel di silice;
- pompa di aspirazione.

Poiché le emissioni gassose campionate non sono sature, il campionamento viene eseguito a flusso costante.

L'umidità dei fumi viene determinata per via gravimetrica, mediante pesata dei gorgogliatori, del contenitore di gel di silice, e delle eventuali parti di linea fredda poste a monte dei gorgogliatori, prima e al termine del campionamento.

#### **6.3.6 Determinazione delle concentrazioni di polveri**

Le concentrazioni di polveri nei fumi sono state determinate utilizzando il metodo manuale-gravimetrico descritto nella norma UNI EN 13284-1:2017, prelevando gas da un reticolo di individuato secondo le indicazioni della medesima norma.

Il metodo utilizzato prevede l'effettuazione di un campionamento isocinetico, durante il quale le polveri presenti nel gas prelevato vengono separate su un filtro (condizionato e pesato prima della prova in accordo alle indicazioni della norma di riferimento) collocato all'interno di un portafiltro posto all'interno del condotto (filtrazione "in stack"). Al termine del campionamento, il filtro viene nuovamente condizionato, secondo le indicazioni della norma di riferimento, quindi pesato. La differenza fra le pesate iniziale e finale fornisce la quantità di polveri separata.

Per l'esecuzione delle prove sono stati utilizzati dei filtri in fibra di quarzo tipo "QMA", del diametro di 47 mm.

#### **6.3.7 Temperatura, pressione e portata fumi**

Le misure di temperatura, pressione e portata fumi sono state eseguite con il metodo descritto nella norma UNI EN ISO 16911-1:2013, utilizzando una termocoppia, due sensori di pressione (uno per la pressione assoluta, l'altro per la pressione differenziale) ed un tubo di Pitot collegato ai sensori di pressione differenziale.

## 6.4 Identificazione campioni

Identificativo campione	Data campionamento	Data arrivo in sede	Data elaborazione analisi
AS GR2 Met+Hg F Bianco	21/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR2 Met+Hg F 1	20/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR2 Met+Hg F 2	20/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR2 Met+Hg R Bianco	21/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR2 Met+Hg R 1	20/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR2 Met+Hg R 2	20/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR2 Hg Bianco	21/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR2 Hg A1	20/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR2 Hg A2	20/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR2 Hg B1	20/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR2 Hg B2	20/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR2 Met Bianco	21/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR2 Met A+B1	20/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR2 Met C1	20/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR2 Met A+B2	20/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR2 Met C2	20/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR2 Met EPA F Bianco	21/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR2 Met EPA F 1	20/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR2 Met EPA F 2	21/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR2 Met EPA R Bianco	21/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR2 Met EPA R 1	20/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR2 Met EPA R 2	21/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR2 Met EPA Bianco	21/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR2 Met EPA A1	20/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR2 Met EPA A2	21/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR2 Met EPA B1	20/04/2021	07/05/2021	09/06/2021
AS GR2 Met EPA B2	21/04/2021	07/05/2021	09/06/2021

I risultati delle analisi sono riportati nel rapporto di prova 2108458 del Laboratorio C.S.A.

## 7 RISULTATI – NORMALE FUNZIONAMENTO

Nei giorni indicati CESI S.p.A. ha effettuato le misure secondo le modalità descritte, i cui risultati sono riportati di seguito.

Nelle tabelle seguenti sono riportati i risultati delle misure eseguite durante il periodo di normale funzionamento.

Le concentrazioni sono riferite ai fumi secchi, 0°C, 101.3 kPa e riportate al 15% di O<sub>2</sub>.

Per i metalli, i valori sono calcolati come somma delle concentrazioni determinate singolarmente nei diversi substrati di campionamento (filtro, soluzioni di assorbimento, soluzioni di lavaggio), come previsto dalle norme tecniche. Nei casi in cui la concentrazione in una o più fasi risulti inferiore al corrispondente limite di rilevabilità, il rispettivo contributo alla concentrazione complessiva del composto viene considerato pari alla metà del limite di rilevabilità stesso, in conformità a quanto indicato nel rapporto ISTISAN 04/15.

### 7.1 Concentrazioni di O<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>

Data	Ora inizio	Ora fine	Carico generato [MW]	CO [mg/m <sup>3</sup> ]	NO <sub>x</sub> [ppm]	O <sub>2</sub> [%]	CO [mg/Nm <sup>3</sup> @15%O <sub>2</sub> ]	NO <sub>2</sub> [mg/Nm <sup>3</sup> @15%O <sub>2</sub> ]
20/04/2021	09:00	10:00	65	66.59	32.91	16.64	91.58	92.79
20/04/2021	10:00	11:00	65	65.22	33.45	16.58	88.45	92.99
20/04/2021	11:00	12:00	65	70.21	33.17	16.54	94.52	91.54
20/04/2021	12:00	13:00	65	69.33	33.02	16.58	94.10	91.86
20/04/2021	13:00	14:00	65	61.72	33.71	16.64	84.88	95.03
20/04/2021	14:00	15:00	65	63.87	33.38	16.62	87.48	93.73
20/04/2021	15:00	16:00	65	61.97	33.75	16.64	85.23	95.15
21/04/2021	09:00	10:00	65	65.20	33.29	16.69	90.72	94.97
21/04/2021	10:00	11:00	65	61.12	33.37	16.69	85.06	95.21
21/04/2021	11:00	12:00	65	58.42	33.56	16.69	81.41	95.88
21/04/2021	12:00	13:00	65	60.55	33.20	16.70	84.43	94.90
21/04/2021	13:00	14:00	65	62.23	32.99	16.70	86.75	94.27
21/04/2021	14:00	15:00	65	60.81	33.11	16.70	84.93	94.80
21/04/2021	15:00	16:00	65	59.37	33.60	16.67	82.36	95.55
21/04/2021	16:00	17:00	65	62.30	33.08	16.67	86.41	94.06
<b>Valore medio</b>			<b>65</b>	<b>63.28</b>	<b>33.27</b>	<b>16.65</b>	<b>87.26</b>	<b>94.09</b>
<b>Limite di emissione</b>			-	-	-	-	<b>100</b>	<b>100</b>

## 7.2 Metalli UNI

Identificativo Prova Data Prova Orario prova	Prova 1		Prova 2	
	20/04/2021		20/04/2021	
	09:04 - 11:04		13:57 - 15:57	
Composto	mg/Nm <sup>3</sup> 15% O <sub>2</sub>		mg/Nm <sup>3</sup> 15% O <sub>2</sub>	
Arsenico	*	1.06E-04	*	8.03E-05
Cadmio	<	6.32E-05	<	6.19E-05
Cromo		1.05E-03		1.15E-03
Cobalto	*	2.19E-04	*	1.19E-04
Rame		1.69E-02		1.49E-02
Manganese		9.66E-03		1.11E-02
Nichel	*	1.72E-03		2.09E-03
Piombo		4.77E-04	*	1.23E-03
Antimonio	*	1.83E-04	*	2.40E-04
Tallio	<	6.32E-05	<	6.19E-05
Vanadio	*	1.53E-04	*	1.32E-04
Mercurio	<	5.45E-05	<	5.35E-05
Palladio	<	6.32E-05	<	6.19E-05
Platino	<	6.32E-05	<	6.19E-05
Rodio	<	6.32E-05	<	6.19E-05
Tellurio	<	6.32E-05	*	1.47E-04
Stagno	*	1.13E-03	*	1.84E-03
Ni in forma di polvere		3.74E-04		2.75E-04

### 7.3 Metalli EPA

Identificativo Prova Data Prova Orario prova	Prova 1		Prova 2		Limite di emissione
	20/04/21		21/04/21		
	12:53 - 13:53		09:15 - 10:15		
Composto	mg/Nm³ 15% O2		mg/Nm³ 15% O2		mg/Nm³ 15% O2
Berillio	<	6.07E-05	<	6.43E-05	0.05
Selenio	*	2.07E-02	*	9.10E-03	-

### 7.4 Ossidi di zolfo (SO<sub>2</sub>)

Identificativo Prova Data Prova Orario Prova	Prova 1	Prova 2
	20/04/2021	20/04/2021
	09:05 – 10:08	10:15 – 11:15
Composto	mg/Nm <sup>3</sup> 15% O <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup> 15% O <sub>2</sub>
SO <sub>2</sub>	5.8	6.3
Limite di emissione	10	10

### 7.5 Umidità fumi

Identificativo Prova Data Prova Orario Prova	Prova 1	Prova 2
	20/04/2021	20/04/2021
	09:05 – 10:08	10:15 – 11:15
Composto	%	%
Umidità fumi	4.2	3.87

### 7.6 Polveri totali

Identificativo Prova Data Prova Orario Prova	Prova 1	Prova 2
	20/04/2021	20/04/2021
	13:30 – 15:30	09:11 – 11:11
Composto	mg/Nm <sup>3</sup> 15% O <sub>2</sub>	mg/Nm <sup>3</sup> 15% O <sub>2</sub>
Polveri totali	0.72	0.80
Limite di emissione	10	10

## 7.7 Temperatura, pressione e portata fumi

Data	Ora	Velocità [m/s]	Temperatura [°C]	Pressione [hPa]	Q fumi secca [Nm³/h]	Q fumi secca [Nm³/h 15%O <sub>2</sub> ]
20/04/2021	13:30 – 15:30	45.5	422.5	1014.0	815565.2	598081.1
21/04/2021	09:11 – 11:11	47.1	423.9	1014.0	842548.8	164497.6

## 7.8 Sommatorie per confronto con i limiti previsti nel Piano di Monitoraggio e Controllo

PARAMETRO	Prova 1	Prova 2	Valore medio	LIMITE
	[mg/Nm³ @15% O <sub>2</sub> ]	[mg/Nm³ @15% O <sub>2</sub> ]	[mg/Nm³ @15% O <sub>2</sub> ]	[mg/Nm³ @15% O <sub>2</sub> ]
NO <sub>x</sub>	94.09	-	94.09	100
CO	87.26	-	87.26	100
Polveri	0.72	0.80	0.76	10
SO <sub>2</sub>	5.8	6.3	6.1	10
Be	< 6.07E-05	< 6.43E-05	6.25E-05	0.05
Cd + Tl	1.26E-04	1.24E-04	1.25E-04	0.05
Sb+As+Co+Cr+Mn+Ni+Pb+Cu+V+Sn	3.16E-02	3.29E-03	3.23E-02	0.5

## 8 RISULTATI – TRANSITORI DI AVVIAMENTO E SPEGNIMENTO

Nei giorni indicati CESI S.p.A. ha effettuato le misure secondo le modalità descritte durante i transitori di avviamento e spegnimento del gruppo, i cui risultati sono riportati di seguito.

### 8.1 Transitorio di accensione

#### 8.1.1 Concentrazioni di O<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, velocità gas

Data	Ora	CO [mg/m <sup>3</sup> ]	NO <sub>x</sub> [ppm]	O <sub>2</sub> [%]	NO <sub>2</sub> [mg/Nm <sup>3</sup> @15%O <sub>2</sub> ]	CO [mg/Nm <sup>3</sup> @15%O <sub>2</sub> ]	Velocità [m/s]	Pressione [hPa]	Temperatura [°C]	Q fumi secca [m <sup>3</sup> /h]	Q fumi secca [Nm <sup>3</sup> /h]
20/04/2021	07:10	0.00	0.00	20.93	0.00	0.00	1.91	101.36	10.36	83580	121349
20/04/2021	07:11	285.08	4.52	18.60	23.14	711.67	1.79	101.24	85.38	78299	331569
20/04/2021	07:12	793.97	25.96	16.86	77.13	1150.54	9.77	101.10	246.01	427204	399821
20/04/2021	07:13	656.52	21.64	17.86	84.78	1254.82	16.00	101.00	255.78	699743	476085
20/04/2021	07:14	419.27	28.56	17.75	108.02	773.67	27.83	100.85	257.96	1216708	582956
20/04/2021	07:15	220.52	33.36	18.16	144.61	466.32	33.82	100.67	232.51	1478686	819533
20/04/2021	07:16	177.53	31.86	18.36	148.71	404.20	36.07	100.67	228.53	1577045	970003
20/04/2021	07:17	161.23	32.60	18.40	154.05	371.72	37.12	100.63	229.40	1623278	799685
20/04/2021	07:18	149.62	33.03	18.43	158.11	349.41	38.09	100.65	230.57	1665492	1034394
20/04/2021	07:19	139.25	33.71	18.45	162.78	327.99	38.86	100.60	231.62	1699112	1197287
20/04/2021	07:20	129.68	34.29	18.49	168.07	310.06	39.88	100.68	233.27	1743630	782937
20/04/2021	07:21	120.50	34.98	18.51	172.80	290.36	36.27	100.57	236.27	1585964	1109773
20/04/2021	07:22	112.65	32.56	18.79	181.50	306.30	53.70	100.44	207.68	2347961	669559
20/04/2021	07:23	101.08	27.60	19.19	187.84	335.61	37.25	101.12	220.44	1628663	1058260
20/04/2021	07:24	91.15	27.30	19.23	189.59	308.78	38.80	101.13	219.68	1696484	1204461
20/04/2021	07:25	86.28	27.81	19.23	193.09	292.27	41.51	101.15	219.91	1814866	924486
20/04/2021	07:26	82.17	28.49	19.24	198.95	279.88	44.19	101.15	220.70	1932256	910683
20/04/2021	07:27	78.90	29.10	19.24	203.22	268.80	45.07	101.10	221.65	1970810	1197571
20/04/2021	07:28	75.85	29.84	19.24	208.30	258.26	48.15	101.09	222.87	2105405	1212986
20/04/2021	07:29	72.87	30.63	19.24	213.71	248.03	49.14	101.13	224.33	2148870	1221841
20/04/2021	07:30	70.27	31.46	19.23	218.65	238.26	49.40	101.08	225.82	2160097	1393352
20/04/2021	07:31	67.23	32.47	19.22	224.86	227.10	49.81	101.14	227.89	2178064	1234481
20/04/2021	07:32	65.25	33.16	19.23	229.98	220.77	51.71	101.12	228.13	2261232	1198386
20/04/2021	07:33	64.52	33.80	19.19	229.88	214.06	52.39	101.14	235.14	2291035	1096579
20/04/2021	07:34	60.78	39.15	19.01	241.62	182.99	53.40	101.21	245.08	2334817	1238992
20/04/2021	07:35	58.70	40.61	18.97	246.48	173.81	52.39	101.14	248.16	2290772	1100293
20/04/2021	07:36	56.77	42.29	18.91	248.61	162.77	51.95	101.30	254.54	2271639	1171323
20/04/2021	07:37	57.72	42.43	18.79	236.53	156.95	50.49	101.35	260.12	2207896	999974
20/04/2021	07:38	128.87	19.82	18.67	104.63	331.92	50.94	101.33	264.62	2227219	1132900
20/04/2021	07:39	143.78	19.92	18.56	100.48	353.78	53.02	101.30	272.40	2318194	1231297
20/04/2021	07:40	122.08	28.81	18.46	139.40	288.14	54.83	101.34	283.96	2397456	1145443
20/04/2021	07:41	49.17	55.62	18.33	256.41	110.57	59.74	101.33	295.18	2612167	1239939
20/04/2021	07:42	81.02	29.69	18.19	130.07	173.15	60.49	101.36	299.95	2644842	1120484
20/04/2021	07:43	93.32	26.17	18.04	108.84	189.36	62.06	101.31	308.78	2713504	1266951
20/04/2021	07:44	95.77	25.67	17.96	103.75	188.85	62.20	101.32	314.34	2719900	1293578
20/04/2021	07:45	100.33	25.05	17.89	98.97	193.38	63.71	101.25	319.53	2785623	1295905
20/04/2021	07:46	106.67	24.21	17.75	91.74	197.22	61.97	101.28	328.02	2709807	1160301
20/04/2021	07:47	118.28	23.35	17.62	85.03	210.14	60.87	101.29	336.17	2661631	1165869
20/04/2021	07:48	122.85	23.67	17.50	83.20	210.68	60.87	101.41	345.06	2661531	1150979
20/04/2021	07:49	125.73	24.37	17.39	83.02	208.94	60.68	101.38	352.39	2653365	1194997
20/04/2021	07:50	131.92	25.78	17.24	84.34	210.55	55.91	101.39	362.43	2444843	875547
20/04/2021	07:51	140.60	26.43	17.06	82.57	214.32	52.98	101.44	378.76	2316452	929780
20/04/2021	07:52	130.30	27.28	16.91	82.08	191.27	53.86	101.43	392.91	2355294	940877
20/04/2021	07:53	121.78	28.50	16.67	80.91	168.67	49.91	101.43	407.07	2182225	689897



**RAPPORTO DI PROVA**

USO RISERVATO

APPROVATO

C1013279

Data	Ora	CO [mg/m <sup>3</sup> ]	NO <sub>x</sub> [ppm]	O <sub>2</sub> [%]	NO <sub>2</sub> [mg/Nm <sup>3</sup> @15%O <sub>2</sub> ]	CO [mg/Nm <sup>3</sup> @15%O <sub>2</sub> ]	Velocità [m/s]	Pressione [hPa]	Temperatura [°C]	Q fumi secca [m <sup>3</sup> /h]	Q fumi secca [Nm <sup>3</sup> /h]
20/04/2021	07:54	124.93	28.00	16.65	79.25	172.51	52.26	101.43	408.96	2285327	916560
20/04/2021	07:55	125.70	27.90	16.66	79.06	173.75	53.10	101.42	409.68	2321943	989127
20/04/2021	07:56	124.13	27.90	16.66	79.00	171.45	54.48	101.42	410.59	2382065	870436
<b>Valori medi</b>		<b>141.33</b>	<b>28.96</b>	<b>18.32</b>	<b>144.85</b>	<b>303.06</b>	<b>46.18</b>	<b>101.14</b>	<b>269.16</b>	<b>2019425</b>	<b>992972</b>

**8.1.2 Polveri totali**

Data	Ora	Polveri totali [mg/Nm <sup>3</sup> @15%O <sub>2</sub> ]
20/04/2021	06:35 ÷ 08:00	3.17

## 8.2 Transitorio di spegnimento

### 8.2.1 Concentrazioni di O<sub>2</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, velocità gas

Data	Ora	CO [mg/m <sup>3</sup> ]	NO <sub>x</sub> [ppm]	O <sub>2</sub> [%]	NO <sub>2</sub> [mg/Nm <sup>3</sup> @15%O <sub>2</sub> ]	CO [mg/Nm <sup>3</sup> @15%O <sub>2</sub> ]	Velocità [m/s]	Pressione [hPa]	Temperatura [°C]	Q fumi secca [m <sup>3</sup> /h]	Q fumi secca [Nm <sup>3</sup> /h]
20/04/2021	17:00	63.57	33.03	16.68	94.04	88.28	60.493	101.442	422.886	2645183	954292
20/04/2021	17:01	63.83	33.12	16.68	94.24	88.60	61.108	101.414	423.085	2672044	1102162
20/04/2021	17:02	63.30	32.99	16.69	94.20	88.18	59.38	101.395	419.078	2596501	859344
20/04/2021	17:03	109.58	29.47	16.88	87.88	159.43	55.327	101.319	400.099	2419256	955471
20/04/2021	17:04	125.82	27.14	17.08	85.26	192.79	59.269	101.29	381.354	2591649	1026500
20/04/2021	17:05	120.08	25.84	17.32	86.42	195.90	57.716	101.333	367.554	2523752	1026017
20/04/2021	17:06	115.48	24.40	17.50	85.79	198.06	59.187	101.298	354.917	2588052	1102468
20/04/2021	17:07	115.55	23.33	17.67	86.16	208.19	60.744	101.23	344.334	2656156	1259091
20/04/2021	17:08	109.67	23.92	17.83	92.88	207.75	63.05	101.32	334.068	2756965	1189039
20/04/2021	17:09	99.78	24.84	18.02	102.36	200.57	62.658	101.263	323.417	2739817	1052236
20/04/2021	17:10	94.27	25.34	18.20	111.23	201.88	60.106	101.187	313.094	2628236	1370829
20/04/2021	17:11	79.52	39.06	18.37	182.39	181.12	56.103	101.218	308.24	2453202	1257346
20/04/2021	17:12	38.92	54.71	18.51	270.16	93.74	52.537	101.229	298.937	2297274	1252389
20/04/2021	17:13	74.38	33.04	18.65	173.15	190.13	51.208	101.23	281.41	2239158	1145143
20/04/2021	17:14	136.27	19.00	18.78	105.38	368.62	52.526	101.222	271.495	2296795	1251185
20/04/2021	17:15	144.60	21.12	18.89	123.11	411.18	53.293	101.155	266.213	2330339	1204230
20/04/2021	17:16	78.73	38.64	19.02	239.65	238.20	55.202	101.02	260.935	2413817	1187963
20/04/2021	17:17	58.93	38.16	19.13	250.72	188.89	55.403	100.995	255.774	2422576	1183607
20/04/2021	17:18	56.97	38.00	19.14	250.68	183.34	55.564	101.021	255.172	2429620	1143202
20/04/2021	17:19	56.38	38.00	19.13	249.41	180.54	55.781	100.998	255.107	2439146	1320181
20/04/2021	17:20	56.18	38.36	19.12	251.45	179.67	52.986	101.043	254.876	2316892	1364869
20/04/2021	17:21	56.52	38.28	19.11	249.72	179.85	54.575	101.03	254.878	2386374	941577
20/04/2021	17:22	56.23	38.38	19.12	250.68	179.15	56.163	101.023	254.786	2455840	1315116
20/04/2021	17:23	56.50	38.55	19.11	251.35	179.71	54.197	101.029	254.942	2369862	1352393
20/04/2021	17:24	56.33	38.60	19.11	250.91	178.63	54.247	101.088	254.875	2372037	1250481
20/04/2021	17:25	56.30	38.92	19.10	251.35	177.35	52.232	101.073	255.069	2283927	1177089
20/04/2021	17:26	56.67	37.75	19.15	251.16	183.92	55.849	101.035	251.434	2442108	1250956
20/04/2021	17:27	57.28	37.28	19.16	249.45	187.00	55.21	101.036	251.498	2414140	1082988
20/04/2021	17:28	57.38	37.31	19.15	248.70	186.58	53.735	101.044	251.846	2349686	1173046
20/04/2021	17:29	57.07	37.77	19.15	250.41	184.58	54.169	101.12	252.19	2368619	1117198
20/04/2021	17:30	57.07	38.00	19.15	252.09	184.70	55.732	101.076	252.162	2436967	1331779
20/04/2021	17:31	57.03	38.00	19.14	251.69	184.28	52.5	100.983	251.877	2295638	1081436
20/04/2021	17:32	57.13	37.98	19.14	250.98	184.19	55.095	101.102	251.794	2409107	1264512
20/04/2021	17:33	56.77	38.00	19.13	250.26	182.37	54.811	101.066	251.67	2396710	992030
20/04/2021	17:34	56.97	38.00	19.13	250.12	182.91	53.692	101.01	251.164	2347800	1145024
20/04/2021	17:35	43.00	21.50	20.20	330.73	322.63	13.926	101.071	170.566	608953	59977
20/04/2021	17:36	5.42	0.97	20.94	208.46	566.86	4.288	101.298	155.909	187524	0
20/04/2021	17:37	0.20	0.40	20.95	98.73	24.08	0.4	101.389	105.938	17519	0
Valori medi		71.20	32.03	18.66	191.14	197.73	52.12	101.16	283.28	2278927	1072188

### 8.2.2 Polveri totali

Data	Ora	Polveri totali [mg/Nm <sup>3</sup> @15%O <sub>2</sub> ]
20/04/2021	16:43 ÷ 17:37	3.59

## 9 SISTEMA DI QUALITÀ

CESI S.p.A. è dotato di un sistema di gestione della qualità certificato secondo la norma ISO 9001; copia del certificato è allegata al presente documento.

## ALLEGATI AL RAPPORTO

<b>B9010989 Certificato ISO 9001 scadenza giugno 2022</b>	<b>2 pagg.</b>
<b>B7011219 Certificato Bravo H 057278</b>	<b>7 pagg.</b>
<b>B7022929 Certificato Bravo 057279</b>	<b>6 pagg.</b>
<b>B7016708 Certificato G4 057289</b>	<b>15 pagg.</b>
<b>B9022756 Bilancia Gibertini 057117 certificato taratura</b>	<b>4 pagg.</b>
<b>B9014033 12267072 monossido di carbonio</b>	<b>2 pagg.</b>
<b>C0015094 12276365 biossido di zolfo</b>	<b>2 pagg.</b>
<b>C0018266 12156974 monossido di azoto</b>	<b>4 pagg.</b>
<b>B7022261 Certificato pitot 262</b>	<b>3 pagg.</b>
<b>B8012650 Certificato termocoppia 11280.18</b>	<b>3 pagg.</b>