

***VERIFICA DELLA LINEARITÀ DELLA RISPOSTA DEL  
SISTEMA DI MONITORAGGIO DELLE EMISSIONI  
(SME) A SERVIZIO DEL COGENERATORE E\1C***

***D. Lgs. 152/06 Parte V All. VI***

***BIRRA PERONI S. r. l.***

***Centrale termica presso lo stabilimento di***

***Via Renato Birolli, 8 - Roma***

**Dicembre 2018**

## INDICE

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2. PROVA DI LINEARITÀ .....</b>	<b>3</b>
<b>3. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA .....</b>	<b>6</b>
<b>4. CONCLUSIONI .....</b>	<b>6</b>
<b>5. ALLEGATI.....</b>	<b>7</b>
<b>5.1. Linearità CO.....</b>	<b>7</b>
<b>5.2. Linearità NO.....</b>	<b>8</b>
<b>5.3. Linearità O<sub>2</sub> .....</b>	<b>9</b>

## **1.     **PREMESSA****

La presente relazione riporta le attività eseguite il giorno 11 dicembre 2018 presso la centrale termica dello stabilimento *Birra Peroni S. r. l.* di Roma, al fine di verificare la linearità di risposta dei parametri: CO, NO ed O<sub>2</sub> effettuate dal sistema di rilevazione installato sul camino dell'impianto di cogenerazione denominato E1C.

Il Decreto Legislativo 3 aprile 2006 n. 152, al punto 4.1. dell'allegato VI prevede, per i sistemi di misura in continuo, di verificare con periodicità almeno annuale la linearità di risposta su tutto il campo di misura.

## **2.     **PROVA DI LINEARITÀ****

Le prove di linearità delle risposte dell'analizzatore, sono state eseguite in conformità al punto A8 ed appendice B della norma UNI EN 14181, pertanto sono stati utilizzati 5 diversi livelli di concentrazione (materiali di riferimento) compresa una concentrazione di zero per ciascun inquinante.

Trattandosi di inquinanti gassosi, è stata utilizzata una bombola di gas certificata per ogni materiale di riferimento, le diverse concentrazioni dello stesso gas, sono state ottenute mediante un sistema di diluizione.

In funzione della concentrazione della bombola, oltre allo zero verificato con bombola di *azoto*, per le quattro concentrazioni richieste dalla norma 14181 si è tenuto conto delle indicazioni ivi riportate cercando di valutare la risposta dello strumento a concentrazioni pari al 20 %, 40 %, 60 %, ed 80 % del doppio del limite previsto per ciascun inquinante.

Per ogni concentrazione, atteso il tempo previsto (tre volte il tempo di risposta) sono state eseguite con gli opportuni intervalli tre letture per le quattro concentrazioni di gas di riferimento e sei letture con l'azoto per i punti di zero.

Per l'*ossigeno*, essendo presente un limite strumentale nella lettura dello zero, i punti di zero sono stati eseguiti impostando la concentrazione al 2 %.

La prova è stata eseguita determinando una linea di regressione tra le letture dello strumento (AMS) in esame (valori Y) ed i valori del materiale di riferimento (valori X); successivamente è stata calcolata la media delle letture dell'AMS per ogni concentrazione ed infine il residuo (scarto) di tale media rispetto alla linea di regressione.

Con i valori ottenuti (almeno 18, sei per il punto zero e tre per ciascuna delle 4 concentrazioni) si determina la retta di regressione lineare:

$$Y_i = a + B (X_i - X_z)$$

dove :

$$a = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n Y_i$$

$Y_i$  è il singolo valore letto dallo strumento

$n$  è il numero di punti di misurazione

Il coefficiente  $B$  è dato da:

$$B = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i (X_i - X_z)}{\sum_{i=1}^n (X_i - X_z)^2}$$

Dove :

$X_z$  è la media dei valori X cioè dei valori del materiale di riferimento

$X_i$  è il valore singolo del materiale di riferimento

Successivamente la funzione:

$$Y_i = a + B (X_i - X_z)$$

Viene convertita in

$$Y_i = A + B X_i$$

Utilizzando:

$$A = a - B X_z$$

### ***Calcolo dei residui delle concentrazioni medie***

I residui della concentrazione media ad ogni livello di concentrazione vengono calcolati mediante la media delle letture dell'AMS per ogni livello di concentrazione con la seguente equazione:

$$\bar{Y}_c = \frac{1}{m_c} \sum_{i=1}^{m_c} Y_{c,i}$$

Dove:

$\bar{Y}_c$  è il valore *Y* medio alla concentrazione *c*

$Y_{c,i}$  è il valore *Y* singolo alla concentrazione *c*

$m_c$  è il numero di ripetizioni all'unico e stesso livello di concentrazione *c*

Il residuo di ogni media si calcola secondo l'equazione:

$$d_c = \bar{Y}_c - (A + Bc)$$

E si converte in unità di concentrazione rispetto all'unità relativa di  $c_{rel}$  dividendo  $d_c$  per il limite superiore dell'intervallo di misurazione:

$$d_{c,rel} = \frac{d_c}{c_u} 100\%$$

Prove dei residui

Infine i residui vengono sottoposti a questa prova:

$$d_{c,rel} < 5\%$$

Se tale relazione viene soddisfatta per tutti i residui la prova può essere considerata superata.

### **3. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA**

Le diluizioni delle bombole certificate utilizzate sono state eseguite con lo strumento

Marca Strumento	Modello strumento	Matricola strumento
SABIO	4010	05200596

### **4. CONCLUSIONI**

Sulla base dei risultati ottenuti si evidenzia come le risposte dello strumento rispettino i parametri previsti dalla norma.

Roma, dicembre 2018

Il Direttore del Laboratorio

Dott.ssa Angelina Procopio



## 5. ALLEGATI

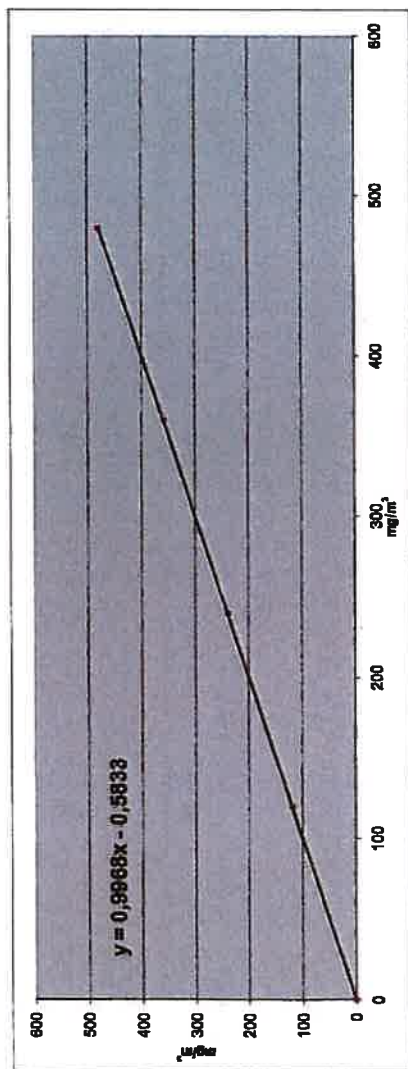
### 5.1. Linearità CO

#### VERIFICA DI LINEARITA'

Strumento di misura ABB EL 3020  
Unità di misura mg/m<sup>3</sup>  
Fondo scala 600

Parametro Monossido di Carbonio

Data 11/12/2018  
Cliente Bira Peroni S.r.l.  
Punto di emissione E1C



Cu - Fondo scala	600
Xz - Valori Medi Xi	200,00
a - Valori Medi Yi	198,78
B - Coeff. Angolare	0,9988
A - Intercepta asse Y	-0,5833
Retta di regressione	
y = 0,9988x - 0,5833	

Valori materiale di riferimento (Xi)	Valori misurati (Yi)	Differenza fra singolo valore del materiale di riferimento ed il loro valore medio (Xi - Xi)	Yi(Xi - Xi)	(Xi - Xi) <sup>2</sup>	Medie valori misurati per ciascuna concentrazione (Yc)	Residuo della media di ciascuna concentrazione (dc)	Residuo relativo della media di ciascuna concentrazione (dc,rel)	Valutazione prova dei residui	Valori della retta
1 0,0	0,0	-200,0	0,0	40000,0	0,00	0,58	0,10%	positiva	-0,58
2 0,0	0,0	-200,0	0,0	40000,0					
3 0,0	0,0	-200,0	0,0	40000,0					
4 120,0	118,0	-80,0	-9440,0	6400,0	118,87	0,37	0,05%	positiva	119,03
5 120,0	119,0	-80,0	-9520,0	6400,0					
6 120,0	119,0	-80,0	-9520,0	6400,0					
7 240,0	237,0	-40,0	-9480,0	1600,0	237,33	1,32	0,22%	positiva	238,65
8 240,0	237,0	-40,0	-9480,0	1600,0					
9 240,0	238,0	-40,0	-9520,0	1600,0					
10 360,0	357,0	-180,0	-57120,0	25600,0	357,33	0,93	0,16%	positiva	358,27
11 360,0	358,0	-180,0	-57280,0	25600,0					
12 360,0	357,0	-180,0	-57120,0	25600,0					
13 480,0	480,0	280,0	134400,0	78400,0	479,33	1,45	0,24%	positiva	477,88
14 480,0	479,0	280,0	134120,0	78400,0					
15 480,0	479,0	280,0	134120,0	78400,0					
16 0,0	0,0	-200,0	0,0	40000,0	0,00	0,58	0,10%	positiva	-0,58
17 0,0	0,0	-200,0	0,0	40000,0					
18 0,0	0,0	-200,0	0,0	40000,0					

*[Handwritten signature]*

Risultato della prova: TUTTI I RESIDUI (dc,rel) RISULTANO < 5%

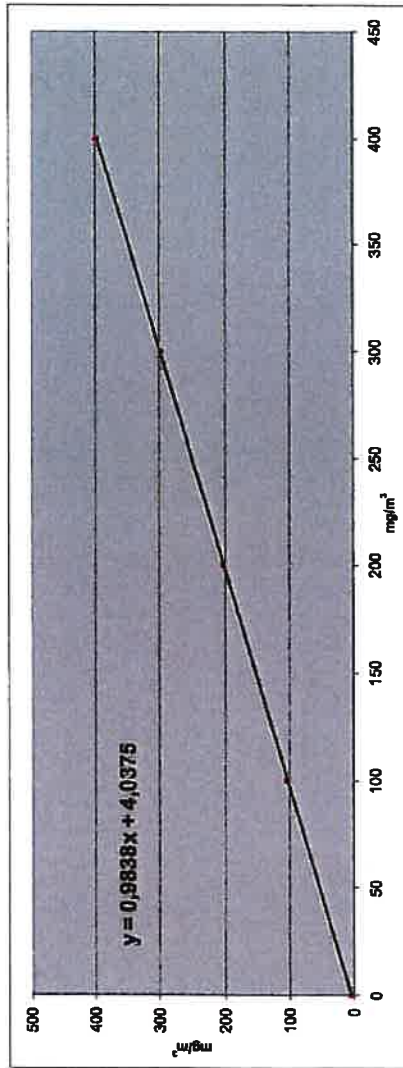
## 5.2. Linearità NO

### VERIFICA DI LINEARITA'

Strumento di misura ABB EL 3020  
Unità di misura mg/m<sup>3</sup>  
Fondo scala 500

Parametro Ossido di Azoto

Data 11/12/2018  
Cliente Birra Peroni S.r.l.  
Punto di emissione E1C



Cu - Fondo scala	500
Xz - Valori Medi Xi	166,67
a - Valori Medi Yi	166,01
B - Coeff. Angolare	0,9838
A - Intercezione asse Y	4,0375
Retta di regressione	
$y = 0,9838x + 4,0375$	

Valori materiale di riferimento (Xi)	Valori misurati (Yi)	Differenza fra singolo valore del materiale di riferimento ed il loro valore medio (Xi - Xi)	$Y_i(X_i - X_i)$	$(X_i - X_i)^2$	Medie valori misurati per ciascuna concentrazione (Yc)	Residuo della media di ciascuna concentrazione (dc)	Residuo relativo della media di ciascuna concentrazione (dc,rel)	Valutazione prova dei residui	Valori della retta
1 0,0	3,4	-166,7	-568,7	27777,8	3,57	0,47	0,08%	positiva	4,04
2 0,0	3,6	-166,7	-600,0	27777,8					
3 0,0	3,7	-166,7	-616,7	27777,8					
4 100,0	103,4	-66,7	-6883,3	4444,4	103,30	0,88	0,18%	positive	102,42
5 100,0	103,4	-66,7	-6883,3	4444,4					
6 100,0	103,1	-68,7	-6873,3	4444,4					
7 200,0	201,9	33,3	6730,0	1111,1	201,80	0,99	0,20%	positive	200,81
8 200,0	201,7	33,3	6723,3	1111,1					
9 200,0	201,8	33,3	6726,7	1111,1					
10 300,0	297,4	133,3	36653,3	17777,8	297,93	1,28	0,25%	positive	299,19
11 300,0	298,3	133,3	36773,3	17777,8					
12 300,0	298,1	133,3	36746,7	17777,8					
13 400,0	397,5	233,3	92750,0	54444,4	397,80	0,23	0,05%	positive	397,57
14 400,0	397,8	233,3	92820,0	54444,4					
15 400,0	398,1	233,3	92880,0	54444,4					
16 0,0	3,6	-166,7	-600,0	27777,8	3,67	0,37	0,07%	positive	4,04
17 0,0	3,7	-166,7	-616,7	27777,8					
18 0,0	3,7	-166,7	-616,7	27777,8					

Risultato della prova: TUTTI I RESIDUI (dc,rel) RISULTANO < 5%

R



### 5.3. Linearità O<sub>2</sub>

#### VERIFICA DI LINEARITA'

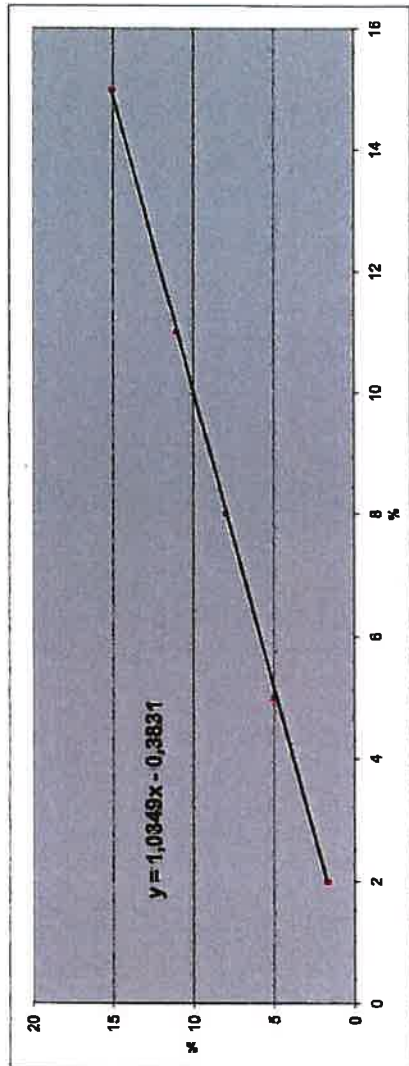
Strumento di misura  
Unità di misura  
Fondo scala

NOXY  
%  
25

Parametro Ossigeno

Data  
Cliente  
Punto di emissione

11/12/2018  
Birra Peroni S.r.l.  
E1C



Cu - Fondo scala	25
Xz - Valori Medi Xi	7,17
a - Valori Medi Yi	7,03
B - Coeff. Angolare	1,0349
A - Intercetta asse Y	-0,3831
Retta di regressione	
$y = 1,0349x - 0,3831$	

Valori materiale di riferimento (X <sub>i</sub> )	Valori misurati (Y <sub>i</sub> )	Differenza fra singolo valore del materiale di riferimento ed il loro valore medio (X <sub>i</sub> -X <sub>z</sub> )	Y <sub>i</sub> (X <sub>i</sub> -X <sub>z</sub> )	(X <sub>i</sub> -X <sub>z</sub> ) <sup>2</sup>	Medie valori misurati per ciascuna concentrazione (Y <sub>c</sub> )	Residuo della media di ciascuna concentrazione (d <sub>c</sub> )	Residuo relativo della media di ciascuna concentrazione (d <sub>c,rel</sub> )	Valutazione prova dei residui	Valori della retta
1	2,0	1,6	-8,27	28,69	1,83	0,05	0,21%	positive	1,89
2	2,0	1,7	-8,78	28,69					
3	2,0	1,6	-8,27	28,69					
4	5,0	5,0	-10,83	4,89	4,93	0,14	0,57%	positive	4,79
5	5,0	4,9	-10,82	4,89					
6	5,0	4,9	-10,82	4,89					
7	8,0	7,9	6,58	0,69	7,93	0,04	0,15%	positive	7,90
8	8,0	7,9	6,58	0,69					
9	8,0	8,0	6,87	0,69					
10	11,0	11,0	42,17	14,69	11,03	0,03	0,13%	positive	11,00
11	11,0	11,1	42,55	14,69					
12	11,0	11,0	42,17	14,69					
13	15,0	15,1	7,83	118,28	15,07	0,07	0,28%	positive	15,14
14	15,0	15,0	7,83	118,28					
15	15,0	15,1	7,83	118,28					
16	2,0	1,6	-8,27	28,69	1,80	0,09	0,35%	positive	1,89
17	2,0	1,6	-8,27	28,69					
18	2,0	1,6	-8,27	28,69					

Risultato della prova: TUTTI I RESIDUI (d<sub>c,rel</sub>) RISULTANO < 5%