

***VERIFICA DELLA LINEARITÀ DELLA RISPOSTA DEI
SISTEMI DI MONITORAGGIO DELLE EMISSIONI
(SME) A SERVIZIO DELLE CALDAIE
BONO - E/10 E RUTHS - E/11***

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

1. PREMESSA.....	3
2. PROVA DI LINEARITÀ	3
3. STRUMENTAZIONE UTILIZZATA	6
4. CONCLUSIONI	6
5. ALLEGATI.....	7
5.1. Linearità CO.....	7
5.2. Linearità NO.....	8
5.3. Linearità O₂	9

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 O₂ effettuate dal sistema di rilevazione installato a servizio dei camini dell'impianto della caldaia: **Bono** denominato E\10 e dell'impianto della caldaia: **Ruths** denominato E\11.

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:

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

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 $d_{c,rel}$ 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

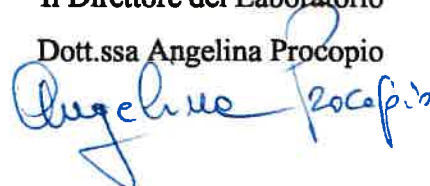
Marca Strumento	Modello strumento	Matricola strumento
SABIO	4010	05200596

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

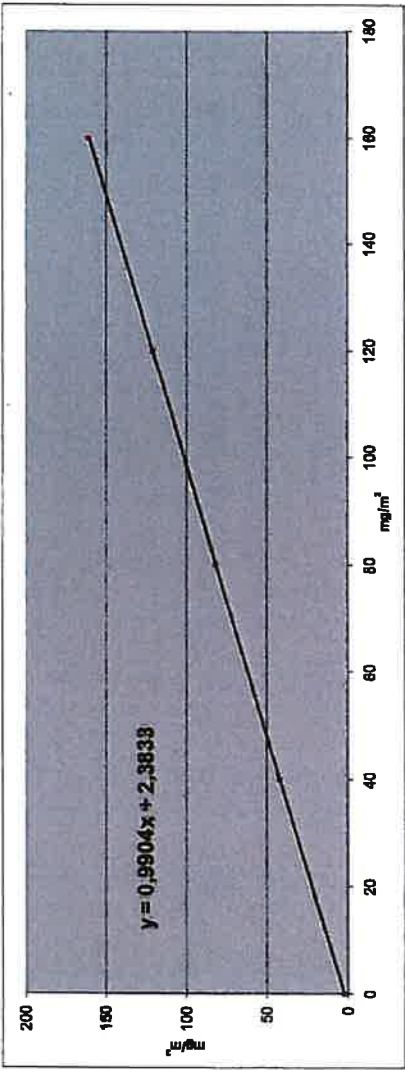
5.1. Linearità CO

VERIFICA DI LINEARITA'

Data 11/11/2018
Cliente Birra Peroni S.r.l.
Punto di emissione E10/E11

Parametro Monossido di Carbonio

Strumento di misura ABB EL 3020
Unità di misura mg/m³
Fondo scala 200



Cu - Fondo scala	200
Xz - Valori Medi Xi	66,67
a - Valori Medi Yi	68,41
B - Coeff. Angolare	0,9904
A - Intercetta asse Y	2,3833
Retta di regressione	
$y = 0,9904x + 2,3833$	

Valori materiale di riferimento (Xi)	Valori misurati (Yi)	Differenza fra singolo valore del materiale di riferimento ed il loro valore medio (Xi - Xi)	$Y(Xi - Xi)$	$(Xi - Xi)^2$	Medie valori misurati per ciascuna concentrazione (Yi)	Residuo della media di ciascuna concentrazione (di)	Residuo relativo della media di ciascuna concentrazione (di,rel)	Valutazione prova dei residui	Valori della retta
1 0,0	2,5	-66,67	-166,67	4444,44	2,50	0,12	0,06%	positiva	2,38
2 0,0	2,5	-66,67	-166,67	4444,44					
3 0,0	2,5	-66,67	-166,67	4444,44					
4 40,0	41,9	-28,67	-1117,33	711,11	41,90	0,10	0,05%	positiva	42,00
5 40,0	41,9	-28,67	-1117,33	711,11					
6 40,0	41,9	-28,67	-1117,33	711,11					
7 80,0	81,5	13,33	1086,67	177,78	81,43	0,18	0,05%	positiva	81,62
8 80,0	81,4	13,33	1085,33	177,78					
9 80,0	81,4	13,33	1085,33	177,78					
10 120,0	121,0	53,33	6453,33	2844,44	120,97	0,27	0,13%	positiva	121,23
11 120,0	121,0	53,33	6453,33	2844,44					
12 120,0	120,9	53,33	6448,00	2844,44					
13 160,0	161,0	93,33	16028,67	8711,11	161,17	0,32	0,16%	positiva	160,85
14 160,0	161,2	93,33	16045,33	8711,11					
15 160,0	161,3	93,33	16054,67	8711,11					
16 0,0	2,5	-66,67	-166,67	4444,44	2,50	0,12	0,05%	positiva	2,38
17 0,0	2,5	-66,67	-166,67	4444,44					
18 0,0	2,5	-66,67	-166,67	4444,44					

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

[Handwritten signature]

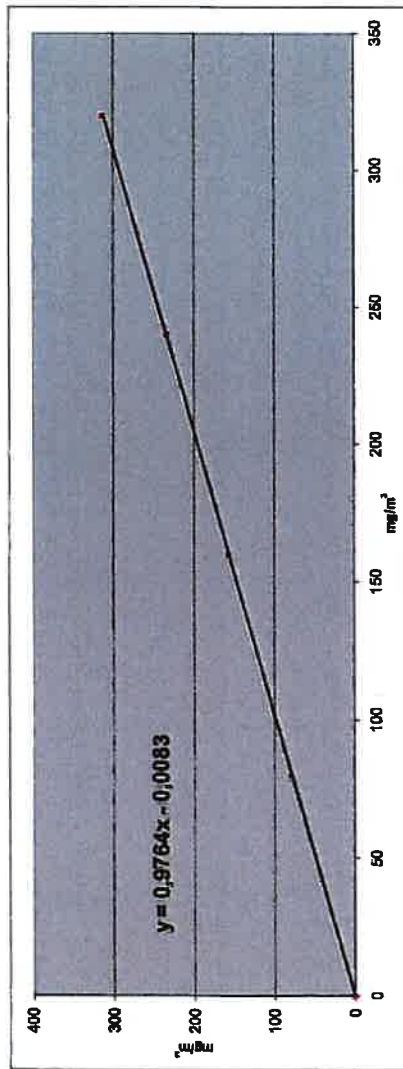
5.2. Linearità NO

VERIFICA DI LINEARITA'

Strumento di misura ABB EL 3020
Unità di misura mg/m³
Fondo scala 400

Parametro Ossido di Azoto

Data 11/11/2018
Cliente Birra Peroni S.r.l.
Punto di emissione E10/E11



Cu - Fondo scala	400
Xz - Valori Medi Xi	133,33
a - Valori Medi Yi	130,18
B - Coeff. Angolare	0,9764
A - Intersecta asse Y	-0,0083
Retta di regressione	
$y = 0,9764x - 0,0083$	

Valori materiale di riferimento (Xi)	Valori misurati (Yi)	Differenza fra singolo valore del materiale di riferimento ed il loro valore medio (Xi - Xi)	$\sum (Xi - Xi)^2$	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	0,1	-133,33	17777,78	0,10	0,11	0,03%	positiva	-0,01
2 0,0	-0,1	-133,33	17777,78					
3 0,0	0,3	-133,33	17777,78					
4 80,0	78,8	-53,33	2844,44	78,80	0,68	0,17%	positiva	78,11
5 80,0	78,8	-53,33	2844,44					
6 80,0	78,8	-53,33	2844,44					
7 160,0	156,1	-26,67	711,11	156,03	0,19	0,05%	positiva	156,22
8 160,0	156,0	-26,67	711,11					
9 160,0	156,0	-26,67	711,11					
10 240,0	233,6	-106,67	11377,78	233,37	0,97	0,24%	positiva	234,34
11 240,0	233,4	-106,67	11377,78					
12 240,0	233,1	-106,67	11377,78					
13 320,0	313,2	-106,67	11377,78	313,10	0,55	0,16%	positiva	312,45
14 320,0	313,0	-106,67	11377,78					
15 320,0	313,1	-106,67	11377,78					
16 0,0	-0,4	-133,33	17777,78	-0,30	0,29	0,07%	positiva	-0,01
17 0,0	-0,2	-133,33	17777,78					
18 0,0	-0,3	-133,33	17777,78					

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

5.3. Linearità O_2

VERIFICA DI LINEARITA'

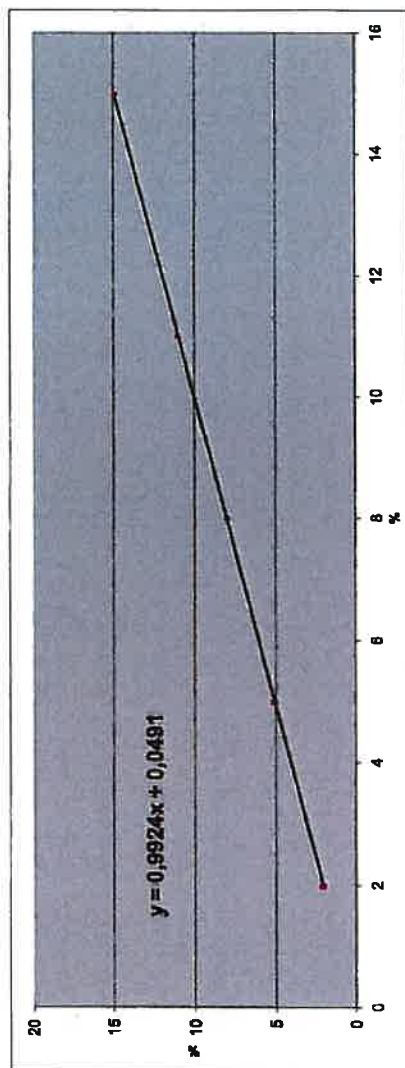
Strumento di misura
Unità di misura
Fondo scala

OXY
%
25

Parametro Ossigeno

Data
Cliente
Punto di emissione

11/11/2018
Birra Peroni S.r.l.
E10/E11



Cu - Fondo scala	25
Xz - Valori Medi Xi	7,17
a - Valori Medi Yi	7,16
B - Coeff. Angolare	0.9924
A - Intercetta asse Y	0.0491
Retta di regressione	
$y = 0.9924x + 0.0491$	

Valori materiale di riferimento (X_i)	Valori misurati (Y_i)	Differenza fra singolo valore del materiale di riferimento ed il loro valore medio ($X_i - X_z$)	$Y_i(X_i - X_z)$	$(X_i - X_z)^2$	Medie valori misurati per ciascuna concentrazione (Y_c)	Residuo della media di ciascuna concentrazione (d_c)	Residuo relativo della media di ciascuna concentrazione ($d_{c,rel}$)	Valutazione prova dei residui	Valori della retta
1	2,0	-5,17	-10,33	26,69	2,03	0,00	0,00%	positiva	2,03
2	2,0	-5,17	-10,33	26,69					
3	2,0	-5,17	-10,33	26,69					
4	5,0	-2,17	-10,83	4,69	5,03	0,02	0,08%	positiva	5,01
5	5,0	-2,17	-11,05	4,69					
6	5,0	-2,17	-10,83	4,69					
7	8,0	0,83	6,87	0,69	8,00	0,01	0,05%	positiva	7,99
8	8,0	0,83	6,87	0,69					
9	8,0	0,83	6,87	0,69					
10	11,0	3,83	42,17	14,69	11,00	0,03	0,14%	positiva	10,97
11	11,0	3,83	42,17	14,69					
12	11,0	3,83	42,17	14,69					
13	15,0	7,83	118,72	61,36	14,90	0,03	0,14%	positiva	14,93
14	15,0	7,83	118,72	61,36					
15	15,0	7,83	118,72	61,36					
16	2,0	-5,17	-10,33	26,69	2,00	0,03	0,14%	positiva	2,03
17	2,0	-5,17	-10,33	26,69					
18	2,0	-5,17	-10,33	26,69					

Risultato della prova: TUTTI I RESIDUI ($d_{c,rel}$) RISULTANO < 5%

 LARA Laboratori Analitici di Ricerca Associati S.r.l.	MODULO RAPPORTO TARATURA DILUITORE GAS		MO_IOT-L-07_01
			Rev. 1
			Pag. 1 di 1

N. Rapporto 20180502-01

DILUITORE						
COSTRUTTORE		MODELLO		MATRICOLA o SERIE		INGRESSO
SABIO INC		4010		C-39		DILUENT 1
RIFERIMENTI UTILIZZATI						
Flussimetro		Costruttore/Modello			Tecora	
		Matricola o Serie			R-11	
		Certificato n°/data scadenza			P16-09680 / 08.02.2019	
		Intervallo di misura			da 0.5 a 10.5	
MCF		Ingresso			DILUENT 1	
		Costruttore			Porter Instruments	
		Modello			201-DKASVCDY	
		Matricola o Serie			9602188	
		Flusso Massimo			10 SLPM	
VALORI						
P.to	Voltaggio di Controllo [V]	Voltaggio Indicato [V]	Temperatura GAS [°C]	Flusso erogato [SLPM]	Flusso misurato [SLPM]	Errore [%]
1	0,500	0,493	22	0,84	0,85	+1,19
2	1,000	0,995	22	1,92	1,91	-0,52
3	1,500	1,493	22	2,96	2,95	-0,34
4	2,000	1,995	22	3,99	3,97	-0,50
5	2,500	2,494	22	5,02	5,03	+0,20
6	3,000	2,994	22	6,07	6,07	+0,00
7	3,500	3,493	22	7,08	7,07	-0,14
8	4,000	3,992	22	8,18	8,17	-0,12
9	4,500	4,492	22	9,26	9,25	-0,11
10	5,000	4,992	22	10,29	10,28	-0,10


ESITO VERIFICA*	POSITIVO [X]	NEGATIVO []
DATA 02/05/2018	ESEGUITO DA 	FIRMA 

(*) L'ESITO RISULTA POSITIVO SE L'ERRORE E' COMPRESO NEL RANGE DI $\pm 5,0 \%$, IN ACCORDO AI REQUISITI PREVISTI DAL NOSTRO SISTEMA DI QUALITA'.

AZIENDA OPERANTE CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO DA CERTIQUALITY (N° 3059) – UNI EN ISO 9001:2008

ISCR. TRIB. ROMA 1825/80 C.C.I.A.A. ROMA 698810 DEL 27/02/90 C.FISCALE e P.IVA 03783791005 C.S. e 10.400,00 I.V.

DILUITORE						
COSTRUTTORE		MODELLO		MATRICOLA o SERIE		INGRESSO
SABIO INC		4010		C-39		OZONE
RIFERIMENTI UTILIZZATI						
Flussimetro		Costruttore/Modello			Tecora	
		Matricola o Serie			R-11	
		Certificato n°/data scadenza			P16-09680 / 08.02.2019	
		Intervallo di misura			da 0.5 a 10.5	
MCF		Ingresso			OZONE	
		Costruttore			Sabio Engineering	
		Modello			PFR-100	
		Matricola o Serie			2,05E+16	
		Flusso Massimo			200 SCCM	
VALORI						
P.to	Voltaggio di Controllo [V]	Voltaggio Indicato [V]	Temperatura GAS [°C]	Flusso erogato [SCCM]	Flusso misurato [SCCM]	Errore [%]
1	1,000	1,002	22	78	78	+0,00
2	2,000	2,003	22	114	114	+0,00
3	3,000	3,003	22	145	145	+0,00
4	4,000	4,003	22	168	168	+0,00
5	5,000	5,002	22	190	190	+0,00
6						
7						
8						
9						
10						

ESITO VERIFICA*	POSITIVO [X]	NEGATIVO []
DATA 02/05/2018	ESEGUITO DA 	FIRMA 

(*) L'ESITO RISULTA POSITIVO SE L'ERRORE E' COMPRESO NEL RANGE DI $\pm 5,0 \%$, IN ACCORDO AI REQUISITI PREVISTI DAL NOSTRO SISTEMA DI QUALITA'.


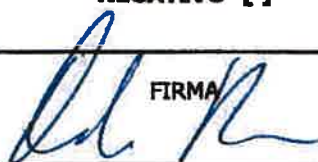
AZIENDA OPERANTE CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO DA CERTIQUALITY (N° 3059) - UNI EN ISO 9001:2008

ISCR. TRIB. ROMA 1825/80 C.C.I.A.A. ROMA 698810 DEL 27/02/80 C.FISCALE e P.IVA 03783791005 C.S. e 10.400,00 I.V.

 LARA Laboratori Analitici di Ricerca Associati S.r.l.	MODULO RAPPORTO TARATURA DILUITORE GAS		MO_IOT-L-07_01
			Rev. 1
			Pag. 1 di 1

N. Rapporto **20180502-03**

DILUITORE						
COSTRUTTORE		MODELLO		MATRICOLA o SERIE		INGRESSO
SABIO INC		4010		C-39		SOURCE 2
RIFERIMENTI UTILIZZATI						
Flussimetro		Costruttore/Modello			Tecora	
		Matricola o Serie			R-11	
		Certificato n°/data scadenza			P16-09680 / 08.02.2019	
		Intervallo di misura			da 0.5 a 10.5 SLPM	
MCF		Ingresso			SOURCE 2	
		Costruttore			Porter Instruments	
		Modello			201-FKASVBDX	
		Matricola o Serie			3,45016E+12	
		Flusso Massimo			3000 SCCM	
VALORI						
P.to	Voltaggio di Controllo [V]	Voltaggio Indicato [V]	Temperatura GAS [°C]	Flusso erogato [SCCM]	Flusso misurato [SCCM]	Errore [%]
1	0,500	0,502	22	285	286	+0,35
2	1,000	1,001	22	565	564	-0,18
3	1,500	1,501	22	842	842	+0,00
4	2,000	2,001	22	1120	1121	+0,09
5	2,500	2,502	22	1394	1395	+0,07
6	3,000	3,001	22	1677	1677	+0,00
7	3,500	3,501	22	1961	1961	+0,00
8	4,000	4,000	22	2248	2249	+0,04
9	4,500	4,501	22	2537	2536	-0,04
10	5,000	4,999	22	2833	2835	+0,07

ESITO VERIFICA*	POSITIVO [X]	NEGATIVO []
DATA 02/05/2018	ESEGUITO DA 	FIRMA 

(*) L'ESITO RISULTA POSITIVO SE L'ERRORE E' COMPRESO NEL RANGE DI $\pm 5,0 \%$, IN ACCORDO AI REQUISITI PREVISTI DAL NOSTRO SISTEMA DI QUALITA'.

AZIENDA OPERANTE CON SISTEMA DI QUALITA' CERTIFICATO DA CERTIQUALITY (N° 3059) - UNI EN ISO 9001:2008

ISCR. TRIB. ROMA 1625/90 C.C.I.A.A. ROMA 098810 DEL 27/02/90 C.FISCALE e P.IVA 03763781005 C.S. € 10.400,00 I.V.