

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

**Oggetto** Verifica degli analizzatori di NO<sub>x</sub>, CO e SO<sub>2</sub> del Sistema di Misura Emissioni installato sul gruppo 1 della centrale di Porto Empedocle, ai sensi della norma UNI EN 14181:2005 – Procedura AST

**Ordine** Ordine Quadro 8400060396  
Attingimento n.ro 4000405197

**Note** Rev. 0 (AG14EMS061 – Lettera B6000763)

La parziale riproduzione di questo documento è permessa solo con l'autorizzazione scritta del CESI.

**N. pagine** 20 **N. pagine fuori testo** 21

**Data** 13/01/2016

**Elaborato** EMS - Ferrara Irene  
B5024846 2041855 AUT

**Verificato** EMS - Sala Maurizio  
B5024846 3741 VER

**Approvato** EMS - Ferrara Irene (Project Manager)  
B5024846 2041855 APP

## *Indice*

<b>1</b>	<b>OGGETTO E SCOPO .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO.....</b>	<b>3</b>
2.1	Limiti di emissione .....	4
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE VERIFICHE EFFETTUATE .....</b>	<b>4</b>
3.1	Test preliminari alla AST .....	4
3.3	Prova di assicurazione qualità AST.....	5
<b>4</b>	<b>INFORMAZIONI SULLA STRUMENTAZIONE.....</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>RISULTATI.....</b>	<b>8</b>
5.1	Test preliminari alla AST .....	8
5.1.1	Sistema di campionamento .....	8
5.1.2	Documentazione e registrazioni .....	8
5.1.3	Modalità di gestione.....	8
5.1.4	Test di tenuta.....	9
5.1.5	Controllo dello zero e dello span .....	9
5.1.6	Tempo di risposta .....	9
5.1.7	Verifica interferenza.....	9
5.1.8	Deriva dello zero e dello span – audit.....	10
5.1.9	Efficienza dei convertitori NO <sub>2</sub> → NO .....	10
5.1.10	Verifiche di linearità .....	10
5.2	Verifica delle misure di O <sub>2</sub> , H <sub>2</sub> O, CO, NO, SO <sub>2</sub> .....	10
5.3	Prova di assicurazione qualità "AST" .....	11
5.3.1	Analizzatore NO <sub>x</sub> .....	11
5.3.2	Analizzatore CO.....	13
5.3.3	Analizzatore SO <sub>2</sub> .....	15
5.4	Verifica delle misure di O <sub>2</sub> , CO, NO, SO <sub>2</sub> .....	16
5.4.1	Analizzatore O <sub>2</sub> .....	17
5.4.2	Analizzatore NO .....	17
5.4.3	Analizzatore SO <sub>2</sub> .....	18
<b>6</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>19</b>
<b>7</b>	<b>RIFERIMENTI NORMATIVI .....</b>	<b>20</b>
<b>ALLEGATI AL RAPPORTO</b>		
-	Certificato TUV analizzatori Siemens Ultramat e Oxymat 6	1 pag.
-	Certificato mCERTS analizzatori Siemens Ultramat e Oxymat 6	8 pagg.
-	Certificato di accreditamento ACCREDIA	1 pag.
-	Elenco delle prove in accreditamento ACCREDIA – CESI Piacenza	3 pagg.
-	Verifiche di linearità	8 pagg

### **Collaborazioni**

Il presente rapporto tecnico è stato redatto con la collaborazione del dott. Alessandro Raduazzo.

## STORIA DELLE REVISIONI

Numero revisione	Data	Protocollo	Lista delle modifiche e/o dei paragrafi modificati
0	13/01/2016	B5024846	Prima emissione

## 1 OGGETTO E SCOPO

ENEL Produzione S.p.A. ha richiesto a CESI l'effettuazione delle verifiche degli analizzatori dei Sistemi di Misura Emissioni dei gruppi della centrale termoelettrica di Porto Empedocle ai sensi della norma UNI EN 14181:2005, come prescritto dall'Autorizzazione Integrata Ambientale della centrale.

Il presente documento contiene i risultati delle verifiche secondo la procedura AST sugli analizzatori di NOx, CO e SO2 del Sistema di Misura delle Emissioni (AMS) del gruppo 1.

Sugli analizzatori di polveri del Sistema di Misura delle Emissioni (AMS) del gruppo 1 è stata invece applicata una nuova procedura QAL2, i cui risultati sono riportati nel rapporto CESI B5016650.

Le misure alle emissioni richieste per l'esecuzione della procedura AST sono state eseguite nel periodo compreso tra il giorno 22/04/2015 e il giorno 23/04/2015.

I risultati delle misure con metodo di misura di riferimento (SRM) sono riportati sia all'interno del presente documento sia nel Rapporto di Prova CESI B5024853 (emesso sotto marchio ACCREDIA, come richiesto dalla norma UNI EN 14181:2005), che contiene per la descrizione completa dei metodi e per tutte le informazioni di dettaglio richieste dalle norme tecniche applicate.

## 2 DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

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:	Impianto termoelettrico di Porto Empedocle
Indirizzo:	Via Gioeni 65, 92014 Porto Empedocle (AG)
Processo produttivo:	Combustione ad olio combustibile denso (OCD) a basso tenore di zolfo BTZ; gasolio nelle fasi di avviamento
Tipologia di prodotti:	Energia elettrica

DATI DEL PUNTO DI EMISSIONE	
Specifiche tecniche indicative	
Punto di emissione oggetto della verifica:	Camino gruppo 1 (punto di emissione E1)
Forma della sezione del condotto:	Circolare
Dimensioni interne del condotto:	4000 mm
Portata fumi nominale del punto di emissione:	203'673 Nm³/h

PUNTO DI CAMPIONAMENTO	
Accessibilità al punto di emissione oggetto della verifica:	I punti di emissione (uno sul condotto Capitaneria e uno sul condotto Realmonte) sono situati a quota piano campagna.
Forma del condotto:	2 condotti di forma rettangolare
Dimensione del condotto:	1.9 m x 2.9 m

## 2.1 Limiti di emissione

Nella tabella seguente sono riassunti gli attuali limiti di emissione applicabili al gruppo termoelettrico 1, indicati nell'Autorizzazione Integrata Ambientale.

Tali limiti si applicano durante le ore di normale funzionamento così come definite dall'Allegato II parte I paragrafo I p.to e) del D.Lgs. 152/2006.

Parametro	Limite [mg/Nm <sup>3</sup> @3% O <sub>2</sub> ]	Base temporale
SO <sub>2</sub>	500	Media su base mensile e di 48 ore delle medie orarie
CO	100	Media su base mensile e di 48 ore delle medie orarie
NO <sub>x</sub> (come NO <sub>2</sub> )	450	Media su base mensile e di 48 ore delle medie orarie

## 3 DESCRIZIONE DELLE VERIFICHE EFFETTUATE

### 3.1 Test preliminari alla AST

### 3.2 Test preliminari alla AST

La procedura AST prevede l'esecuzione di alcuni test preliminari, descritti nell'Appendice A della norma UNI EN 14181:2005.

I test applicabili nel caso specifico (gli analizzatori sottoposti a verifica sono tutti di tipo estrattivo) sono i seguenti:

- Verifica del sistema di campionamento;
- Analisi della documentazione e delle registrazioni del Sistema di Misura delle Emissioni;
- Valutazione delle modalità di gestione;
- Prova di tenuta della linea di campionamento;
- Verifiche delle letture di zero e di span;
- Verifica del tempo di risposta;
- Deriva dello zero e dello span – audit;
- Verifica interferenze;
- Verifica della linearità della risposta strumentale.

È stata inoltre effettuata la verifica di efficienza del convertitore NO<sub>2</sub> → NO posto a monte dell'analizzatore di NO<sub>x</sub>, utilizzando il metodo descritto nella norma UNI EN 14792:2006.

I risultati dei test preliminari sono riportati nel §5.1.

### 3.3 Prova di assicurazione qualità AST

La prova di assicurazione qualità dei Sistemi di Misura Emissioni "AST" ("Annual Surveillance Test") è una procedura semplificata rispetto alla "QAL2", avente i seguenti scopi:

- verificare che gli analizzatori dei Sistemi di Misura Emissioni abbiano mantenuto le prestazioni precedentemente controllate mediante la procedura "QAL2";
- verificare che la funzione di taratura determinata con la precedente "QAL2" sia ancora valida;
- estendere il range di validità della curva di taratura (fino ad un valore massimo pari al 50% del valore limite di emissione), qualora l'esito della "AST" sia positivo e vengano misurati, durante l'esecuzione della procedura, dei valori di concentrazione al di fuori del range di validità della curva di taratura individuato dalla precedente "QAL2".

Le modalità di esecuzione sono descritte nel dettaglio nella norma tecnica UNI EN 14181:2005.

La procedura è stata applicata per valutare le prestazioni degli analizzatori di NO<sub>x</sub>, CO e SO<sub>2</sub> installati nel Sistema di Misura delle Emissioni.

La sequenza di operazioni richieste per l'esecuzione della "AST" è schematizzata di seguito.

1. Misurazioni in parallelo con un Sistema di Misura di Riferimento. Deve essere eseguito un certo numero di misure, in parallelo agli analizzatori, con un metodo indipendente, campionando il gas in un punto il più vicino possibile a quello di prelievo del Sistema di Misura Emissioni. La norma richiede che siano eseguite almeno 5 misurazioni in parallelo valide. Oltre al parametro sottoposto a verifica, è necessario misurare, sia con strumentazione d'impianto sia con strumentazione di riferimento indipendente, tutti i parametri necessari per convertire ogni coppia di misurazioni (AMS e Sistema di Riferimento) in condizioni normalizzate, cioè nelle condizioni nelle quali sono espressi i limiti normativi. Nel caso specifico è stato necessario misurare il contenuto di O<sub>2</sub> nei fumi, mediante analizzatore automatico paramagnetico, in accordo alla UNI EN 14789:2006.

I Metodi di Misura di Riferimento utilizzati sono quelli indicati nel Piano di Monitoraggio e Controllo della centrale e nella Comunicazione ISPRA n. 0018712 del 01/06/2011:

- UNI EN 14789:2006, per la misura dell'O<sub>2</sub>;
- UNI EN 14792:2006, per la misura degli NO<sub>x</sub>;
- UNI EN 15058:2006, per la misura del CO;
- UNI EN 14791:2006, per la misura di SO<sub>2</sub>.

Per l'esecuzione delle verifiche AST sono stati utilizzati i dati acquisiti e registrati con un sistema di acquisizione dati indipendente, utilizzando l'uscita analogica 4-20 mA degli analizzatori sottoposti a verifica.

2. Valutazione dei dati. I risultati delle misurazioni ottenute con il Sistema di Misura di Riferimento devono essere convertiti nelle medesime condizioni (temperatura, pressione, umidità, contenuto di O<sub>2</sub>) in cui sono espressi i limiti normativi. I risultati delle misurazioni fornite da ciascun analizzatore facente parte del Sistema di Misura delle Emissioni devono essere innanzitutto convertiti in valori calibrati mediante l'applicazione della relativa retta di taratura determinata con la precedente "QAL2"; i valori calibrati vanno poi convertiti nelle condizioni in cui sono espressi i limiti normativi, utilizzando i dati dei parametri accessori (nel caso specifico il contenuto di O<sub>2</sub>) rilevati con la strumentazione installata presso l'impianto.

3. Calcolo della variabilità. Utilizzando i risultati delle misure in parallelo viene calcolata la variabilità, cioè lo scarto tipo delle differenze delle misurazioni parallele tra il Sistema di Misura Emissioni e il Metodo di Misura di Riferimento. La variabilità deve essere calcolata sui valori tarati degli analizzatori del Sistema di Misura Emissioni: quindi, per ogni misurazione parallela, il valore misurato del Sistema di Misura Emissioni deve essere calcolato utilizzando la funzione di taratura. Inoltre, tali valori devono essere riferiti alle condizioni normalizzate.
4. Prova di variabilità. Serve per valutare l'idoneità dell'analizzatore sottoposto a verifica: la verifica è superata se la variabilità è inferiore all'incertezza massima richiesta dalla normativa. È opportuno sottolineare che l'incertezza massima richiesta deve essere convertita, se necessario, in termini di scarto tipo assoluto prima di eseguire il test. I valori massimi di incertezza utilizzati per i test di variabilità di ciascun parametro, tratti dal D.Lgs. 133/2005, Allegato I, Sez. C, §1, espressi come percentuale del valore limite di emissione e con un livello di confidenza del 95%, sono i seguenti:
  - per il biossido di zolfo: 20%;
  - per gli ossidi di azoto: 20%;
  - per il monossido di carbonio non viene specificato nel D. Lgs 152/2006 alcun limite di incertezza. Si ritiene ragionevole estendere anche a tale parametro il valore indicato per gli ossidi di azoto: 20%.

O<sub>2</sub> è un parametro utilizzati per la normalizzazione delle altre grandezze misurate, pertanto si tiene conto di eventuali errori nella misura di tale parametro con il test di variabilità delle altre grandezze.
5. Verifica della validità della funzione di taratura. La funzione di questo test è di verificare se la curva di taratura dell'analizzatore utilizzata per convertire i valori degli analizzatori in valori calibrati è ancora valida. Le formule di calcolo da applicare per l'effettuazione del test sono descritte nella norma UNI EN 14181:2005.
6. Estensione del range di validità della funzione di taratura. Qualora l'esito dei due test (variabilità e validità della funzione di taratura) sia positivo e, inoltre, durante l'esecuzione della procedura "AST" siano stati rilevati dei valori di concentrazione al di fuori del range di validità della curva di taratura, in conformità alla norma UNI EN 14181:2005 (§6.5) è possibile proporre all'Autorità Competente l'estensione del range di validità della retta fino al massimo valore misurato (purché non si superi una concentrazione pari al 50% del valore limite di emissione applicabile).

## 4 INFORMAZIONI SULLA STRUMENTAZIONE

Nel presente capitolo sono descritte le caratteristiche principali degli analizzatori del Sistema di Misura Emissioni installato nel gruppo 1 oggetto di verifica.

Le informazioni sulla strumentazione di misura del Sistema di Riferimento CESI si trovano nel Rapporto di Prova CESI B5024853.

Modello	Costruttore	Parametro misurato	Principio di misura	Fondo scala	N° matricola
Ultramat 6	Siemens	SO <sub>2</sub>	NDIR	750 mg/Nm <sup>3</sup>	N1-X9-233
Ultramat 6	Siemens	NO <sub>x</sub>	NDIR	700 mg NO/Nm <sup>3</sup>	N1-X6-965
Ultramat 6	Siemens	CO	NDIR	150 mg/Nm <sup>3</sup>	N1-X6-566
Oxymat 6	Siemens	O <sub>2</sub>	Paramagnetismo	25 % <sub>vol.</sub>	N1-X6-933

Tutti gli analizzatori del Sistema di Misura Emissioni sono provvisti di certificazione TUV e/o mCERTS. I certificati sono allegati al presente Rapporto.

Il Sistema di Misura Emissioni del gruppo 1 comprende un solo analizzatore (di tipo estrattivo) per ognuno dei parametri sottoposti ad AST ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{SO}_2$ , CO) e per l' $\text{O}_2$ , il quale misura alternativamente (secondo una sequenza ciclica con frequenza di 5 minuti) i gas prelevati dal "Condotto Realmonte" e dal "Condotto Capitaneria".

Concordemente alle modalità seguite per l'applicazione della procedura QAL2, per gli analizzatori di  $\text{NO}_x$ , CO,  $\text{SO}_2$  è stata eseguita una sola applicazione della procedura AST per ciascun misurando. Per quanto riguarda  $\text{NO}_x$  e CO una parte delle misure con metodo di riferimento sono state eseguite analizzando il gas del "Condotto Realmonte", le rimanenti analizzando il gas del "Condotto Capitaneria". Durante l'esecuzione delle misure con metodo di riferimento è stata disattivata la sequenza di funzionamento ciclica degli analizzatori AMS, in modo da far analizzare agli analizzatori di  $\text{NO}_x$ , CO ed  $\text{O}_2$  di entrambi i sistemi (AMS, SRM) il gas prelevato dal medesimo condotto.

Per  $\text{SO}_2$  invece i campionamenti manuali sono stati condotti in parallelo sui due condotti ed è stata mantenuta la sequenza di funzionamento ciclica degli analizzatori AMS. I valori delle concentrazioni SRM di  $\text{SO}_2$  sono il risultato della media delle prove condotte in parallelo sui due condotti. I risultati di dettaglio delle prove manuali si trovano nel rapporto CESI B5024853.

## 5 RISULTATI

### 5.1 Test preliminari alla AST

#### 5.1.1 Sistema di campionamento

Sono presenti due sistemi di campionamento indipendenti, uno destinato al prelievo del gas dal "Condotto Realmonte", l'altro destinato al prelievo del gas dal "Condotto Capitaneria".

Il gas prelevato da ciascuno dei due condotti viene trasferito mediante linee riscaldate nella cabina in cui sono collocati il sistema di trattamento del campione e gli analizzatori di tipo estrattivo. Questi ultimi analizzano alternativamente il gas prelevato dal "Condotto Capitaneria" e quello prelevato dal "Condotto Realmonte".

L'ispezione visiva delle principali componenti del sistema di campionamento (sonda di prelievo, filtro riscaldato, linea di trasporto riscaldata, sistema di trattamento e pompe di prelievo) ha evidenziato che esse sono in perfette condizioni.

#### 5.1.2 Documentazione e registrazioni

È stata verificata la disponibilità dei seguenti documenti:

- Manuali utente;
- Certificazioni TUV e/o mCERTS dei seguenti strumenti:
  - analizzatori Siemens Ultramat 6;
  - analizzatore Siemens Oxymat 6;

Le scale per cui sono stati certificati tali analizzatori soddisfano i requisiti della norma UNI EN 15267-3:2008 (procedura QAL1), nella quale si richiede che la minima scala su cui siano stati certificati gli strumenti sia, nel caso dei grandi impianti di combustione, non superiore a 2.5 volte il valore limite di emissione su base temporale di 24 o 48 ore. Infatti:

- Per NO, l'analizzatore è stato certificato sulla scala  $0 \div 700 \text{ mg NO/Nm}^3$  ( $0 \div 1071 \text{ mg NO}_2/\text{Nm}^3$ ): il fondo scala è pertanto inferiore al valore massimo richiesto, pari a  $2.5 * 450 = 1125 \text{ mg NO}_2/\text{Nm}^3$ ;
- Per il CO, l'analizzatore è stato certificato sulla scala  $0 \div 150 \text{ mg/Nm}^3$ ; il fondo scala risulta inferiore al valore massimo richiesto, pari a  $2.5 * 100 = 250 \text{ mg/Nm}^3$ ;
- Per SO<sub>2</sub>, l'analizzatore è stato certificato sulla scala  $0 \div 750 \text{ mg/Nm}^3$ : il fondo scala è pertanto inferiore al valore massimo richiesto, pari a  $2.5 * 500 = 1250 \text{ mg/Nm}^3$ ;
- Per O<sub>2</sub>, trattandosi di un parametro ausiliario (utilizzato per effettuare la normalizzazione degli altri parametri misurati), non si applica quanto richiesto dalla norma UNI EN 15267-3:2008.

#### 5.1.3 Modalità di gestione

Gli analizzatori di tipo estrattivo sono collocati in una cabina termostata. La collocazione garantisce:

- Un facile ed agevole accesso agli analizzatori;
- Il completo riparo dagli agenti atmosferici;
- Il mantenimento di una temperatura di lavoro costante, tale da garantire un funzionamento stabile degli analizzatori, mediante impianto di condizionamento.

Le miscele certificate, utilizzate per le verifiche periodiche di zero e di span previste dalla procedura di Gestione delle Emissioni in Atmosfera, sono disponibili presso la cabina. La fornitura delle parti di ricambio e gli interventi di manutenzione in caso di guasto vengono garantiti dalla ditta incaricata della manutenzione della strumentazione.



### 5.1.4 Test di tenuta

Le tenuta della linea di campionamento è stata verificata, con esito positivo, mediante la seguente procedura: viene inviato dell'azoto agli analizzatori dapprima direttamente, quindi facendogli attraversare l'intera linea di prelievo; la tenuta dell'intero sistema è garantita se il valore indicato dall'analizzatore di O<sub>2</sub> nel secondo caso non è superiore a quello ottenuto inviando il gas direttamente allo strumento.

### 5.1.5 Controllo dello zero e dello span

Lo zero e lo span degli analizzatori estrattivi vengono verificati settimanalmente dal gestore dell'impianto; inoltre, sono stati verificati nel corso dei test per la verifica di linearità.

### 5.1.6 Tempo di risposta

Per gli analizzatori estrattivi (Ultramat 6, Oxymat 6), il tempo di risposta è stato calcolato, per ciascuno degli analizzatori, misurando il tempo intercorrente fra l'invio della miscela di gas in bombola e il raggiungimento del 90% della risposta finale ( $t_{90}$ ).

Per tutti gli analizzatori verificati il risultato della verifica è stato positivo (i tempi di risposta osservati sono risultati inferiori ai massimi valori ammessi nella certificazione QAL1 per questo tipo di strumenti, pari a 200 s).

### 5.1.7 Verifica interferenza

Nella norma UNI EN 14181:2005 non viene specificata alcuna procedura applicativa per la verifica delle interferenze; il test è stato effettuato secondo la metodica di seguito descritta, che trae spunto dal metodo descritto nella norma UNI EN 15267:3-2007.

Poiché gli analizzatori oggetto di verifica sono preceduti dal trattamento di deumidificazione del gas, e tenuto conto della tipologia di emissione gassosa che essi devono monitorare, sono state valutate unicamente le interferenze su ciascuna misura causate dai seguenti composti:

- Per gli analizzatori di CO sono stati considerati come possibili interferenti NO, SO<sub>2</sub> ed O<sub>2</sub>;
- Per gli analizzatori di NO sono stati considerati come possibili interferenti CO, SO<sub>2</sub> ed O<sub>2</sub>;
- Per gli analizzatori di SO<sub>2</sub> sono stati considerati come possibili interferenti CO, NO ed O<sub>2</sub>;
- Per gli analizzatori di O<sub>2</sub> sono stati considerati come possibili interferenti NO, SO<sub>2</sub> e CO.

La procedura di verifica seguita è la seguente:

1. Viene inviato azoto all'analizzatore oggetto di verifica, e viene registrata la corrispondente lettura;
2. Viene inviata all'analizzatore oggetto di verifica la miscela contenente azoto e la prima sostanza interferente, e viene registrata la corrispondente lettura;
3. Viene calcolata la differenza fra la lettura media dell'analizzatore in presenza dell'interferente e quella ottenuta con il solo azoto. Tale differenza può avere segno positivo o negativo;
4. La differenza ottenuta al punto precedente viene divisa per il fondo scala certificato dello strumento ed espressa in percentuale;
5. Si ripetono i passaggi da 1 a 4 per la seconda sostanza interferente;
6. Si sommano fra loro i valori di interferenza relativa percentuale (vedere punto 4) con segno positivo e quelli con segno negativo;

7. Fra i due valori ottenuti al punto precedente si considera quello in valore assoluto più grande, che costituisce l'interferenza da confrontare con il valore limite. Quest'ultimo è stato posto pari a 4% del fondo scala certificato, come previsto nella norma da cui è stato tratto questo metodo di verifica (UNI EN 15267-3:2007).

La verifica è stata superata da tutti gli analizzatori sottoposti a verifica, poiché in tutti i casi è rispettato il requisito specificato nel precedente punto 7.

#### ***5.1.8 Deriva dello zero e dello span – audit***

Sugli analizzatori di SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, CO, O<sub>2</sub> viene eseguita una calibrazione con frequenza settimanale.

#### ***5.1.9 Efficienza dei convertitori NO<sub>2</sub> → NO***

Il test ha avuto esito positivo, essendo stata riscontrata un'efficienza di conversione pari al 100%, superiore al valore minimo richiesto (95%).

#### ***5.1.10 Verifiche di linearità***

I test di linearità hanno avuto esito positivo per tutti i parametri verificati., essendo stati rilevati, ad ogni livello di concentrazione verificato, residui della concentrazione media rispetto alla linea di regressione inferiori al 5%.

### **5.2 Verifica delle misure di O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, CO, NO, SO<sub>2</sub>**

Con i dati utilizzati per l'esecuzione delle verifiche secondo la UNI EN 14181:2005 è stato calcolato anche l'Indice di Accuratezza Relativo per i parametri H<sub>2</sub>O, O<sub>2</sub>, CO, NO, SO<sub>2</sub> in conformità alle indicazioni del §4.4 dell'Allegato VI alla Parte V del D.Lgs 152/06<sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup> Per il calcolo dell'Indice di Accuratezza Relativo dei parametri H<sub>2</sub>O e O<sub>2</sub> sono stati utilizzati i valori registrati in parallelo alle misure delle polveri usate per l'applicazione della procedura QAL2.

## 5.3 Prova di assicurazione qualità "AST"

Nel presente paragrafo sono riportati i risultati dell'applicazione della procedura di assicurazione qualità AST sugli analizzatori di NO<sub>x</sub>, CO e SO<sub>2</sub> del Sistema di Misura Emissioni del gruppo 1.

Per ciascuno degli analizzatori sono riportate le seguenti informazioni ed elaborazioni:

- Parametri descrittivi della retta di taratura in uso;
- Risultati delle misure in parallelo (AMS e SRM) del parametro considerato (NO<sub>x</sub>, CO e SO<sub>2</sub>) e dei parametri ausiliari necessari (contenuto di O<sub>2</sub>), con indicazione del condotto (C = Capitaneria, R = Realmonte) dal quale è stato campionato il gas;
- Valori AMS calibrati, valori AMS calibrati in condizioni normalizzate, valori ottenuti con il Sistema di Misura di Riferimento riportati in condizioni normalizzate, dettagli e risultati del test di variabilità, del test di validità della retta di taratura e valutazione della possibilità di estendere il range di validità della retta.

### 5.3.1 Analizzatore NO<sub>x</sub>

#### 5.3.1.1 Parametri retta di taratura

Data di determinazione della retta	12/04/2011	
Stima pendenza retta ( $b^{\wedge}$ )	1.02	[-]
Stima intercetta retta ( $a^{\wedge}$ )	1.9	[mg/Nm <sup>3</sup> ]
Range superiore intervallo di taratura valido	563.00	[mg/Nm <sup>3</sup> @3% O <sub>2</sub> ]

#### 5.3.1.2 Risultati delle misure in parallelo

Condotto	N. prova	Data	Ora		AMS		Sistema di Misura di Riferimento (SRM)	
					NOx	O <sub>2</sub>	NOx	O <sub>2</sub>
			Inizio	Fine	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[%vol, gas secco]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[%vol, gas secco]
C	1	22/04/15	20:00	21:00	192.9	11.89	181.0	12.09
C	2	22/04/15	21:00	22:00	193.4	11.95	181.3	12.15
C	3	22/04/15	22:00	23:00	193.2	11.99	180.4	12.20
C	4	22/04/15	23:00	00:00	192.5	11.95	180.0	12.15
C	5	23/04/15	00:00	01:00	193.2	11.95	180.5	12.16
C	6	23/04/15	01:00	02:00	192.1	11.88	179.2	12.09
C	7	23/04/15	02:00	03:00	192.4	11.89	179.3	12.10
C	8	23/04/15	03:00	04:00	186.9	11.86	173.9	12.07
C	9	23/04/15	04:00	05:00	191.5	11.82	178.4	12.03
C	10	23/04/15	05:00	06:00	194.8	11.95	181.0	12.17
C	11	23/04/15	06:00	07:00	190.5	11.95	177.0	12.18
C	12	23/04/15	07:00	08:00	190.5	11.90	177.3	12.12
R	13	23/04/15	19:00	20:00	202.1	11.61	189.8	11.83
R	14	23/04/15	20:00	21:00	201.9	11.61	190.3	11.85
R	15	23/04/15	21:00	22:00	202.2	11.58	190.6	11.81
R	16	23/04/15	22:00	23:00	201.8	11.61	190.6	11.81
R	17	23/04/15	23:00	00:00	202.1	11.58	190.9	11.79

### 5.3.1.3 Intervallo di taratura valido

Massimo valore AMS tarato normalizzato	398.9	[mg/Nm <sup>3</sup> @3% O <sub>2</sub> ]
N° misure entro intervallo di taratura valido	17	
Range inferiore e superiore dell'intervallo di taratura valido per l'AMS in condizioni normalizzate <sup>2</sup>	0	[mg/Nm <sup>3</sup> @3% O <sub>2</sub> ]
	563	

### 5.3.1.4 Dati per il test di variabilità

Condotto	N. prova	Valori NOx - AMS tarato ( $\hat{y}_i$ )	Valori NOx - AMS tarato e normalizzato ( $\hat{y}_{i,s}$ )	Valori NOx - SRM normalizzato ( $y_{i,s}$ )	Differenze fra valori normalizzati ( $D_i = y_{i,s} - \hat{y}_{i,s}$ )	Differenze quadratiche ( $D_i - D_{medio}$ ) <sup>2</sup>
		[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[mg/Nm <sup>3</sup> 3% O <sub>2</sub> ]	[mg/Nm <sup>3</sup> 3% O <sub>2</sub> ]	[mg/Nm <sup>3</sup> 3% O <sub>2</sub> ]	[mg/Nm <sup>3</sup> 3% O <sub>2</sub> ]
C	1	198.7	392.4	365.9	-26.5	0.7
C	2	199.2	396.0	368.9	-27.1	0.1
C	3	198.9	397.5	368.9	-28.6	1.6
C	4	198.3	394.4	366.3	-28.1	0.6
C	5	198.9	395.8	367.5	-28.3	0.9
C	6	197.8	390.5	362.2	-28.3	0.9
C	7	198.1	391.6	362.8	-28.8	2.1
C	8	192.5	379.0	350.6	-28.4	1.1
C	9	197.2	386.7	358.1	-28.6	1.6
C	10	200.6	398.9	368.9	-30.0	7.1
C	11	196.2	390.4	361.0	-29.5	4.4
C	12	196.2	388.2	359.6	-28.6	1.5
R	13	208.0	398.8	372.6	-26.2	1.4
R	14	207.9	398.5	374.3	-24.2	10.2
R	15	208.2	397.8	373.3	-24.5	8.1
R	16	207.7	398.2	373.3	-24.9	6.1
R	17	208.0	397.5	373.1	-24.4	8.6

### 5.3.1.5 Risultati test di variabilità e test di validità della retta di taratura

Deviazione standard ( $s_D$ )	1.9	[mg/Nm <sup>3</sup> 3% O <sub>2</sub> ]
Valore coefficiente ( $k_v$ )	0.9791	[-]
Incertezza max richiesta ( $\sigma_0$ )	45.9	[mg/Nm <sup>3</sup> 3% O <sub>2</sub> ]
$k_v * \sigma_0 * 1.5$	67.4	[mg/Nm <sup>3</sup> 3% O <sub>2</sub> ]

Poiché  $s_D < 1.5 * k_v * \sigma_0$  il test di variabilità per l'analizzatore in oggetto è superato.

<sup>2</sup> Il massimo valore misurato tarato e normalizzato risulta incluso nell'intervallo di taratura valido; inoltre quest'ultimo è superiore al 50% del valore limite di emissione. Ne consegue che non è possibile alcun ampliamento dell'intervallo di taratura.

Valore $ D^- $	27.4	[mg/Nm <sup>3</sup> 3% O <sub>2</sub> ]
Valore $t$ di Student ( $t_{0.95} * (N-1)$ )	1.7	[-]
Deviazione standard ( $s_D$ )	1.9	[mg/Nm <sup>3</sup> 3% O <sub>2</sub> ]
Incertezza massima richiesta ( $\sigma_0$ )	45.9	[mg/Nm <sup>3</sup> 3% O <sub>2</sub> ]
$t_{0.95} * (N-1) * (s_D/\sqrt{N}) + \sigma_0$	46.7	[mg/Nm <sup>3</sup> 3% O <sub>2</sub> ]

Poiché  $|D^-| \leq t_{0.95} * (N-1) * (s_D/\sqrt{N}) + \sigma_0$ , il test di validità della retta di taratura è superato.

## 5.3.2 Analizzatore CO

### 5.3.2.1 Parametri retta di taratura

Data di determinazione della retta	12/04/2011	
Stima pendenza retta ( $b^{\wedge}$ )	0.98	[-]
Stima intercetta retta ( $a^{\wedge}$ )	0	[mg/Nm <sup>3</sup> ]
Range superiore intervallo di taratura valido	589.80	[mg/Nm <sup>3</sup> @3% O <sub>2</sub> ]

### 5.3.2.2 Risultati delle misure in parallelo

Condotto	N. prova	Data	Ora		AMS		Sistema di Misura di Riferimento (SRM)	
					CO	O <sub>2</sub>	CO	O <sub>2</sub>
			Inizio	Fine	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[%vol, gas secco]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[%vol, gas secco]
C	1	22/04/15	20:00	21:00	2.8	11.89	0.6	12.09
C	2	22/04/15	21:00	22:00	2.7	11.95	0.5	12.15
C	3	22/04/15	22:00	23:00	2.7	11.99	0.6	12.20
C	4	22/04/15	23:00	00:00	2.7	11.95	0.5	12.15
C	5	23/04/15	00:00	01:00	2.7	11.95	0.6	12.16
C	6	23/04/15	01:00	02:00	2.8	11.88	0.6	12.09
C	7	23/04/15	02:00	03:00	2.7	11.89	0.5	12.10
C	8	23/04/15	03:00	04:00	6.4	11.86	4.5	12.07
C	9	23/04/15	04:00	05:00	3.7	11.82	1.6	12.03
C	10	23/04/15	05:00	06:00	3.0	11.95	0.9	12.17
C	11	23/04/15	06:00	07:00	4.0	11.95	2.0	12.18
C	12	23/04/15	07:00	08:00	4.1	11.90	2.0	12.12
R	13	23/04/15	19:00	20:00	2.7	11.61	0.8	11.83
R	14	23/04/15	20:00	21:00	2.7	11.61	0.8	11.85
R	15	23/04/15	21:00	22:00	2.6	11.58	0.7	11.81
R	16	23/04/15	22:00	23:00	2.7	11.61	0.7	11.81
R	17	23/04/15	23:00	00:00	2.7	11.58	0.7	11.79

### 5.3.2.3 Intervallo di taratura valido

Massimo valore AMS tarato normalizzato	12.4	[mg/Nm <sup>3</sup> @3% O <sub>2</sub> ]
N° misure entro intervallo di taratura valido	17	
Range inferiore e superiore dell'intervallo di taratura valido per l'AMS in condizioni normalizzate <sup>3</sup>	0	[mg/Nm <sup>3</sup> @3% O <sub>2</sub> ]
	589.8	

### 5.3.2.4 Dati per il test di variabilità

N. prova	Valori CO - AMS tarato ( $\hat{y}_i$ )	Valori CO - AMS tarato e normalizzato ( $\hat{y}_{i,s}$ )	Valori CO - SRM normalizzato ( $y_{i,s}$ )	Differenze fra valori normalizzati ( $D_i = y_{i,s} - \hat{y}_{i,s}$ )	Differenze quadratiche ( $D_i - D_{medio}$ ) <sup>2</sup>
	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[mg/Nm <sup>3</sup> 3% O <sub>2</sub> ]	[mg/Nm <sup>3</sup> 3% O <sub>2</sub> ]	[mg/Nm <sup>3</sup> 3% O <sub>2</sub> ]	[mg/Nm <sup>3</sup> 3% O <sub>2</sub> ]
1	2.7	5.4	1.2	-4.3	0.1
2	2.7	5.3	1.1	-4.2	0.1
3	2.7	5.4	1.1	-4.2	0.1
4	2.7	5.3	1.1	-4.2	0.1
5	2.7	5.3	1.2	-4.1	0.0
6	2.7	5.4	1.3	-4.1	0.0
7	2.6	5.2	1.1	-4.1	0.1
8	6.3	12.4	9.1	-3.3	0.4
9	3.6	7.1	3.3	-3.9	0.0
10	3.0	5.9	1.9	-4.0	0.0
11	3.9	7.8	4.0	-3.8	0.0
12	4.0	7.9	4.1	-3.9	0.0
13	2.6	5.1	1.6	-3.5	0.2
14	2.6	5.0	1.5	-3.5	0.1
15	2.6	4.9	1.4	-3.5	0.1
16	2.6	5.1	1.3	-3.7	0.0
17	2.7	5.1	1.4	-3.7	0.0

### 5.3.2.5 Risultati test di variabilità e test di validità della retta di taratura

Deviazione standard ( $s_D$ )	0.3	[mg/Nm <sup>3</sup> 3% O <sub>2</sub> ]
Valore coefficiente ( $k_v$ )	0.9791	[-]
Incertezza max richiesta ( $\sigma_0$ )	5.1	[mg/Nm <sup>3</sup> 3% O <sub>2</sub> ]
$k_v * \sigma_0 * 1.5$	7.5	[mg/Nm <sup>3</sup> 3% O <sub>2</sub> ]

Poiché  $s_D < 1.5 * k_v * \sigma_0$ , il test di variabilità per l'analizzatore in oggetto è superato.

<sup>3</sup> Il massimo valore misurato tarato e normalizzato risulta incluso nell'intervallo di taratura valido. Ne consegue che non è possibile alcun ampliamento dell'intervallo di taratura.

Valore $ D^- $	3.9	[mg/Nm <sup>3</sup> 3% O <sub>2</sub> ]
Valore $t$ di Student ( $t_{0.95} * (N-1)$ )	1.7	[-]
Deviazione standard ( $s_D$ )	0.3	[mg/Nm <sup>3</sup> 3% O <sub>2</sub> ]
Incertezza massima richiesta ( $\sigma_0$ )	5.1	[mg/Nm <sup>3</sup> 3% O <sub>2</sub> ]
$t_{0.95} * (N-1) * (s_D/\sqrt{N}) + \sigma_0$	5.2	[mg/Nm <sup>3</sup> 3% O <sub>2</sub> ]

Poiché  $|D^-| \leq t_{0.95} * (N-1) * (s_D/\sqrt{N}) + \sigma_0$ , il test di validità della retta di taratura è superato.

### 5.3.3 Analizzatore SO<sub>2</sub>

#### 5.3.3.1 Parametri retta di taratura

Data di determinazione della retta	07/04/2011	
Stima pendenza retta ( $b^1$ )	1.05	[-]
Stima intercetta retta ( $a$ )	0	[mg/Nm <sup>3</sup> ]
Range superiore intervallo di taratura valido	482.17	[mg/Nm <sup>3</sup> @3% O <sub>2</sub> ]

#### 5.3.3.2 Risultati delle misure in parallelo

N. prova	Data	Ora		AMS		Sistema di Misura di Riferimento (SRM)	
				SO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>	SO <sub>2</sub>	O <sub>2</sub>
		Inizio	Fine	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[%vol, gas secco]	[mg/Nm <sup>3</sup> ]	[%vol, gas secco]
1	22/04/15	12:24	14:00	217.5	11.74	181.6	12.07
2	22/04/15	15:08	06:08	222.1	11.70	213.7	12.07
3	22/04/15	16:17	17:17	223.2	11.72	232.6	12.20
4	22/04/15	17:24	18:24	224.1	11.71	260.8	12.23
5	22/04/15	18:27	19:27	224.1	11.71	260.4	12.23

#### 5.3.3.3 Intervallo di taratura valido

Massimo valore AMS tarato normalizzato	455.9	[mg/Nm <sup>3</sup> @3% O <sub>2</sub> ]
N° misure entro intervallo di taratura valido	5	
Range inferiore e superiore dell'intervallo di taratura valido per l'AMS in condizioni normalizzate <sup>4</sup>	0	[mg/Nm <sup>3</sup> @3% O <sub>2</sub> ]
	482.17	

<sup>4</sup> Il massimo valore misurato tarato e normalizzato risulta incluso nell'intervallo di taratura valido; inoltre quest'ultimo è superiore al 50% del valore limite di emissione. Ne consegue che non è possibile alcun ampliamento dell'intervallo di taratura.

### 5.3.3.4 Dati per il test di variabilità

N. prova	Valori SO <sub>2</sub> - AMS tarato ( $\hat{y}_i$ ) [mg/Nm <sup>3</sup> ]	Valori SO <sub>2</sub> - AMS tarato e normalizzato ( $\hat{y}_{i,s}$ ) [mg/Nm <sup>3</sup> 3% O <sub>2</sub> ]	Valori SO <sub>2</sub> - SRM normalizzato ( $y_{i,s}$ ) [mg/Nm <sup>3</sup> 3% O <sub>2</sub> ]	Differenze fra valori normalizzati ( $D_i = y_{i,s} - \hat{y}_{i,s}$ ) [mg/Nm <sup>3</sup> 3% O <sub>2</sub> ]	Differenze quadratiche ( $D_i - D_{medio}$ ) <sup>2</sup> [mg/Nm <sup>3</sup> 3% O <sub>2</sub> ]
1	228.4	443.9	366.1	-77.8	8817.4
2	233.2	451.4	430.6	-20.9	1365.1
3	234.4	454.7	476.0	21.4	27.9
4	235.3	455.9	535.1	79.3	3993.4
5	235.3	455.9	534.3	78.5	3890.4

### 5.3.3.5 Risultati test di variabilità e test di validità della retta di taratura

Deviazione standard ( $s_D$ )	67.3	[mg/Nm <sup>3</sup> 3% O <sub>2</sub> ]
Valore coefficiente ( $k_v$ )	0.9161	[-]
Incertezza max richiesta ( $\sigma_0$ )	51.0	[mg/Nm <sup>3</sup> 3% O <sub>2</sub> ]
$k_v * \sigma_0 * 1.5$	70.1	[mg/Nm <sup>3</sup> 3% O <sub>2</sub> ]

Poiché  $s_D < 1.5 * k_v * \sigma_0$ , il test di variabilità per l'analizzatore in oggetto è superato.

Valore $ D^- $	16.1	[mg/Nm <sup>3</sup> 3% O <sub>2</sub> ]
Valore $t$ di Student ( $t_{0.95} * (N-1)$ )	2.1	[-]
Deviazione standard ( $s_D$ )	67.3	[mg/Nm <sup>3</sup> 3% O <sub>2</sub> ]
Incertezza massima richiesta ( $\sigma_0$ )	51.0	[mg/Nm <sup>3</sup> 3% O <sub>2</sub> ]
$t_{0.95} * (N-1) * (s_D/\sqrt{N}) + \sigma_0$	115.2	[mg/Nm <sup>3</sup> 3% O <sub>2</sub> ]

Poiché  $|D^-| \leq t_{0.95} * (N-1) * (s_D/\sqrt{N}) + \sigma_0$ , il test di validità della retta di taratura è superato.

## 5.4 Verifica delle misure di O<sub>2</sub>, CO, NO, SO<sub>2</sub>

In questo paragrafo sono riportati i calcoli dell'Indice di Accuratezza Relativo (come descritto nel paragrafo 5.2).

A causa della formula matematica dell'Indice di Accuratezza Relativo, nel caso in cui le concentrazioni rilevate nell'effluente sono molto basse, cioè dello stesso ordine di grandezza della sensibilità strumentale o del metodo di riferimento, il calcolo di tale parametro non risulta significativo.

Come criterio generale, si è scelto di utilizzare, per la quantificazione dello  $I_{AR}$ , soltanto le coppie di valori medi orari nelle quali le concentrazioni direttamente misurate dagli analizzatori AMS sono risultate maggiori del 5% del fondo scala strumentale. In assenza di almeno tre coppie di dati (numero minimo richiesto dal D. Lgs. 152/2006) soddisfacenti tale criterio, il calcolo dello  $I_{AR}$  non è stato eseguito.

Coerentemente con tale criterio, l'Indice di Accuratezza Relativo non è stato calcolato per il parametro CO, in assenza di un numero di coppie di dati sufficiente.



Nelle tabelle presenti nei successivi sottoparagrafi sono riportati i seguenti dati:

- i risultati delle misure di O<sub>2</sub>, NO, SO<sub>2</sub> ottenute con gli analizzatori AMS;
- i dati misurati in parallelo con il Sistema di Misura di Riferimento (CESI);
- i valori dell'Indice di Accuratezza Relativo per ciascuno dei parametri sottoposti a verifica.

## 5.4.1 Analizzatore O<sub>2</sub>

<i>Data</i>	<i>Ora</i>		<i>Sistema Misura di Riferimento (SRM) [%vol.]</i>	<i>Sistema Misura Emissioni (AMS) [%vol.]</i>
22/04/2015	20:00	21:00	12.09	11.89
22/04/2015	21:00	22:00	12.15	11.95
22/04/2015	22:00	23:00	12.2	11.99
22/04/2015	23:00	0:00	12.15	11.95
23/04/2015	0:00	1:00	12.16	11.95
23/04/2015	1:00	2:00	12.09	11.88
23/04/2015	2:00	3:00	12.1	11.89
23/04/2015	3:00	4:00	12.07	11.86
23/04/2015	4:00	5:00	12.03	11.82
23/04/2015	5:00	6:00	12.17	11.95
23/04/2015	6:00	7:00	12.18	11.95
23/04/2015	7:00	8:00	12.12	11.9

N° medie	12
I <sub>AR</sub>	98.2
I <sub>AR</sub> superiore all'80%: TEST SUPERATO	

## 5.4.2 Analizzatore NO

<i>Data</i>	<i>Ora</i>		<i>Sistema Misura di Riferimento (SRM) [%vol.]</i>	<i>Sistema Misura Emissioni (AMS) [%vol.]</i>
22/04/2015	20:00	21:00	181	192.9
22/04/2015	21:00	22:00	181.3	193.4
22/04/2015	22:00	23:00	180.4	193.2
22/04/2015	23:00	0:00	180	192.5
23/04/2015	0:00	1:00	180.5	193.2
23/04/2015	1:00	2:00	179.2	192.1
23/04/2015	2:00	3:00	179.3	192.4
23/04/2015	3:00	4:00	173.9	186.9
23/04/2015	4:00	5:00	178.4	191.5
23/04/2015	5:00	6:00	181	194.8
23/04/2015	6:00	7:00	177	190.5
23/04/2015	7:00	8:00	177.3	190.5

N° medie	12
I <sub>AR</sub>	92.6
I <sub>AR</sub> superiore all'80%: TEST SUPERATO	

## 5.4.3 Analizzatore SO<sub>2</sub>

<i>Data</i>	<i>Ora</i>		<i>Sistema Misura di Riferimento (SRM) [%vol.]</i>	<i>Sistema Misura Emissioni (AMS) [%vol.]</i>
22/04/2015	12:24	14:00	181.6	217.5
22/04/2015	15:08	6:08	213.7	222.1
22/04/2015	16:17	17:17	232.6	223.2
22/04/2015	17:24	18:24	260.8	224.1
22/04/2015	18:27	19:27	260.4	224.1

N° medie	5
I <sub>AR</sub>	80.9
I <sub>AR</sub> superiore all'80%: TEST SUPERATO	

## 6 CONCLUSIONI

Gli analizzatori di NO<sub>x</sub>, CO e SO<sub>2</sub> sottoposti a verifica hanno superato con successo i test previsti dalla norma UNI EN 14181:2005 (test di variabilità e test di validità della retta di taratura) e sono pertanto idonei all'utilizzo richiesto.

## 7 RIFERIMENTI NORMATIVI

- a) UNI EN 14181:2005 – Emissioni da sorgente fissa. Assicurazione della qualità di sistemi di misurazione automatici;
- b) D.Lgs. 3 aprile 2006 n. 152 – Norme in materia ambientale;
- c) Parere istruttorio conclusivo della domanda di AIA presentata ENEL Produzioni S.p.A.- Stabilimento di Porto Empedocle (AG) – Procedimento di Rinnovo ID 71/731 E.Prot DVA-2014-0041201 del 16/12/2014;
- d) Piano di Monitoraggio e Controllo E. Prot. DVA-2014-0041163 del 16/12/2014
- e) Comunicazione ISPRA n. 0018712 del 01/06/2011 “Definizione di modalità per l’attuazione dei Piano di Monitoraggio e Controllo (PMC). Seconda Emanazione”.
- f) UNI EN 15267-3:2008 – Qualità dell’aria - Certificazione dei sistemi di misurazione automatici - Parte 3: Criteri di prestazione e procedimenti di prova per sistemi di misurazione automatici per monitorare le emissioni da sorgenti fisse;
- g) UNI EN 14789:2006 – Emissioni da sorgente fissa. Determinazione della concentrazione in volume di ossigeno (O<sub>2</sub>). Metodo di riferimento: Paramagnetismo;
- h) UNI EN 14792:2006 – Emissioni da sorgente fissa. Determinazione della concentrazione in massa di ossido di azoto (NO<sub>x</sub>). Metodo di riferimento: chemiluminescenza;
- i) UNI EN 15058:2006 – Emissioni da sorgente fissa. Determinazione della concentrazione in massa di monossido di carbonio (CO). Metodo spettrometria a infrarossi non dispersiva;
- j) UNI EN 14791:2006 – Emissioni da sorgente fissa. Determinazione della concentrazione in massa di diossido di zolfo - metodo di riferimento.

## ALLEGATI FUORI TESTO AL RAPPORTO

–	Certificato TUV analizzatori Siemens Ultramat e Oxymat 6	1 pag.
–	Certificato mCERTS analizzatori Siemens Ultramat e Oxymat 6	8 pagg.
–	Certificato di accreditamento ACCREDIA	1 pag.
–	Elenco delle prove in accreditamento ACCREDIA – CESI Piacenza	3 pagg.
–	Verifiche di linearità	8 pagg.