



L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

Enel-PRO-13/05/2011-0021729



DIVISIONE GENERAZIONE ED ENERGY MANAGEMENT
AREA DI BUSINESS GENERAZIONE
CENTRALE TERMOELETTRICA DI LIVORNO

57123 Livorno, via Salvatore Orlando 15
T+39 0586393711 - F+39 0556266280

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e
del Mare - Direzione Generale Valutazioni Ambientali

E.prot DVA - 2011 - 0012337 del 23/05/2011

PRO/AdB-GEN/POG/UB-PB/ILI

RACCOMANDATA A.R.

Spett.le
Ministero dell'Ambiente e della Tutela
del Territorio e del Mare
Direzione Generale per le Valutazioni
Ambientali
Via C. Colombo, 44
00147 Roma
Alla c.a. Dott. Giuseppe Lo Presti



e.p.c.

Spett.le
ISPRA Commissario Straordinario
Via Vitaliano Brancati, 48
00144 Roma

Oggetto: Decreto DVA-DEC-2010-0000271 del 24/05/2010 - Autorizzazione Integrata Ambientale per l'esercizio della Centrale termoelettrica Enel Produzione SpA di Livorno
Procedura sostitutiva per la stima delle emissioni in aria delle polveri durante i transitori di funzionamento

1. PREMESSA

In merito al monitoraggio dei transitori della centrale termoelettrica di Livorno, il Decreto AIA DVA-DEC-2010-0000271 (G.U. n° 134 del 11/06/2010) prescrive a pag. 12 del Piano di Monitoraggio e Controllo che *«Il gestore deve predisporre un piano di monitoraggio dei transitori, periodi di funzionamento al di sotto del minimo tecnico, nel quale indicare i valori di concentrazione medie inquinanti, i volumi dei fumi misurati o calcolati stechiometricamente, le rispettive emissioni massiche nonché il numero e tipo degli avviamenti, i relativi tempi di durata, il tipo e consumo dei combustibili utilizzati, gli eventuali apporti di vapore ausiliario; tali informazioni dovranno essere inserite nelle relazioni trasmesse regolarmente all'AC secondo le indicazioni riportate nel presente Piano di Monitoraggio e Controllo. [...] La stima delle emissioni per ciascuna unità produttiva deve essere avvalorata da una sintesi dei dati misurati dallo SME o da una misura mensile discontinua nelle singole condizioni di avviamento (freddo, tiepido e caldo); tale informazione non viene utilizzata ai fini della verifica di conformità ai valori limiti emissivi autorizzati. Nel caso di misura discontinua mensile i campionamenti dovranno essere effettuati in modo tale da consentire di ricostruire il profilo di caratterizzazione dell'inquinante durante l'operazione di avviamento; ai dati di concentrazione dovranno essere associati anche quelli di portata dell'effluente gassoso. Il gestore dovrà*

Id. 8058288



1/6



L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

DIVISIONE GENERAZIONE ED ENERGY MANAGEMENT
AREA DI BUSINESS GENERAZIONE
CENTRALE TERMOELETTRICA DI LIVORNO

57123 Livorno, via Salvatore Orlando 15
T+39 0586393711 - F+39 0556266280

fornire l'algoritmo di calcolo con il quale stima il contributo in massa degli inquinanti per ciascuna condizione (freddo, tiepido e caldo ovvero normale, veloce, rapido), dedotto dai dati di portata e di concentrazione dell'inquinante per il numero complessivo di ore necessarie alla specifica condizione di avviamento».

Nel corso dell'incontro relativo alla definizione del cronoprogramma ed adeguamento del PMC, svoltosi in data 27 settembre 2010 alla presenza di ISPRA e ARPAT, in merito al monitoraggio dei transitori Enel ha comunicato che sarebbe stato implementato un nuovo sistema SME in grado di acquisire ed elaborare i dati di concentrazione e portata fumi al camino anche nelle fasi di transitorio; per i transitori relativi al periodo antecedente alla messa in servizio del nuovo sistema, Enel avrebbe registrato numero, durata, combustibili utilizzati e tipologia di transitorio; il calcolo delle relative emissioni massiche sarebbe stato eseguito a posteriori a partire dalla valutazione dei risultati delle misure acquisite dal nuovo sistema SME su analoghe tipologie di transitorio; in alternativa il calcolo delle emissioni massiche sarebbe stato eseguito a partire da valori di portata fumi calcolati in funzione della portata di combustibile e valori di concentrazione registrati dal vecchio sistema SME.

In merito alle emissioni massiche dei transitori relativi al periodo antecedente alla messa in servizio del nuovo sistema SME (già eseguita sul gruppo LI1 - fase 1, non ancora eseguita per il gruppo LI2 - fase 2 ma prevista per giugno 2011), la procedura di calcolo concordata con ISPRA e ARPAT nel corso del suddetto incontro è stata effettivamente applicata per il calcolo dei quantitativi degli inquinanti NO_x, SO₂ e CO, ad esclusione delle polveri.

In merito al calcolo delle emissioni massiche delle polveri non è possibile utilizzare né i valori di concentrazione registrati dal vecchio SME né quelli registrati dal nuovo SME: come confermato nella documentazione tecnica del costruttore, il misuratore di polveri installato nel sistema SME della centrale di Livorno è adatto a lavorare su gas con temperature al di sopra del punto di rugiada, dunque i valori di concentrazione misurati dallo strumento nel corso del transitorio (assetto di funzionamento dei gruppi per il quale la temperatura dei gas risulta al di sotto del punto di rugiada) non possono essere impiegati per il calcolo in esame.

Tale impossibilità è stata evidenziata nel corso dell'ispezione svoltasi in data 20 aprile 2011 alla presenza di ISPRA e ARPAT; stante comunque l'obbligo di adempiere alla prescrizione del Piano di Monitoraggio e Controllo, Enel si è impegnata a presentare ai suddetti enti una procedura sostitutiva per la stima delle polveri durante i transitori.

Dunque, con la presente Enel trasmette l'algoritmo di calcolo tramite il quale intende stimare le emissioni massiche delle polveri durante i transitori dei due gruppi della centrale termoelettrica di Livorno, sia quelli relativi al periodo antecedente alla messa in servizio del nuovo sistema SME, sia quelli relativi al periodo successivo all'installazione stessa.

2. PROCEDURA DI STIMA DELLE POLVERI

Stante l'impossibilità di utilizzare i valori di concentrazione registrati in continuo dal misuratore di polveri del nuovo sistema SME, Enel ha commissionato l'esecuzione di

2/6



L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

DIVISIONE GENERAZIONE ED ENERGY MANAGEMENT
AREA DI BUSINESS GENERAZIONE
CENTRALE TERMOELETTRICA DI LIVORNO

57123 Livorno, via Salvatore Orlando 15
T+39 0586393711 - F+39 0556266280

campagne di misura discontinue tramite cui determinare sperimentalmente dei valori di concentrazione caratteristici che possano essere impiegati nella stima delle quantità di polveri rilasciate durante i transitori dell'impianto.

Le campagne di misura sono state eseguite dal personale dell'Assistenza Specialistica di Enel in occasione dell'avviamento eseguito sul gruppo di produzione LI1 in data 3-4 aprile 2011 per l'esecuzione delle prove di QAL2 (4-8 aprile 2011). La determinazione delle concentrazioni delle polveri nei flussi gassosi convogliati del gruppo LI1 è stata eseguita secondo il metodo manuale gravimetrico descritto dalla norma UNI EN 13284-1 (2003).

Al fine di caratterizzare il transitorio nella maniera quanto più puntuale possibile, Enel ha realizzato l'esecuzione di 4 campionamenti della durata di circa un'ora, essendo possibile distinguere nell'arco di durata dell'avviamento le seguenti fasi:

- **Fase 1**
Il gruppo viene alimentato a gasolio e si realizza il riscaldamento dell'aria comburente, il riscaldamento dell'olio combustibile denso (OCD) e il riscaldamento e la prima fase di pressurizzazione del generatore di vapore; la fase inizia con l'accensione del primo bruciatore a gasolio e si conclude quando temperatura aria comburente, temperatura OCD e pressione vapore raggiungono rispettivamente i valori di 180°C, 100°C e 25 ate.
- **Fase 2**
Il gruppo viene alimentato a OCD e si completa la pressurizzazione del generatore di vapore fino al raggiungimento delle condizioni termodinamiche del vapore richieste per l'ingresso in turbina; la fase prevede inoltre il rullaggio del turbogruppo fino a 3000 rpm e si conclude con il parallelo con la rete elettrica nazionale.
- **Fase 3**
Il gruppo viene alimentato a OCD e si persegue la regimazione termica del turbogruppo con controllo delle dilatazioni differenziali e degli stress termici della macchina tramite sosta del gruppo di produzione ad un carico elettrico nel range 4-6 MWe lordi; la fase si conclude con il raggiungimento di un carico elettrico pari a circa 10 MWe lordi, cui corrispondono stress termici stabilizzati e dilatazioni differenziali sotto controllo.
- **Fase 4**
Il gruppo viene alimentato a OCD e si realizza la presa di carico secondo un gradiente di carico opportuno, funzione della specifica tipologia di avviamento; la fase si conclude con il raggiungimento del carico elettrico corrispondente al minimo tecnico, pari a 51 MWe lordi.

Si precisa che tali fasi sono caratteristiche di ciascun avviamento, ma sono contraddistinte da durate temporali diverse in funzione della specifica tipologia di avviamento (freddo, tiepido e caldo ovvero normale, veloce, rapido).

DIVISIONE GENERAZIONE ED ENERGY MANAGEMENT
AREA DI BUSINESS GENERAZIONE
CENTRALE TERMoeLETRICA DI LIVORNO

57123 Livorno, via Salvatore Orlando 15
T+39 0586393711 - F+39 0556266280

Nel corso della campagna di misura eseguita in data 3-4 aprile sono state garantite condizioni di esercizio del gruppo LI1 tali da rendere i 4 campionamenti realizzati rappresentativi delle 4 fasi sopra elencate. I risultati della campagna sono riportati nella tabella 1 in termini di concentrazioni normalizzate al 3% di O₂.

Tab. 1: Valori di concentrazione delle polveri risultanti dalle campagne di misura

Fase	Concentrazione polveri [mg/Nm ³ rif. 3% O ₂]
Avviamento Fase 1	31,08
Avviamento Fase 2	103,99
Avviamento Fase 3	36,48
Avviamento Fase 4	51,55
Fermata	51,55

Sebbene le prove sperimentali siano state eseguite sul gruppo LI1 in occasione di un avviamento da freddo, si precisa che i valori di concentrazione riportati nella tabella 1 si considerano applicabili alle fasi di ciascuna tipologia di avviamento sia del gruppo LI1 sia del gruppo LI2, data l'analogia di funzionamento e assetto di combustione dei due gruppi di produzione.

In adempimento alla prescrizione del Piano di Monitoraggio e Controllo, il gestore è tenuto alla stima delle emissioni massiche durante tutti i transitori, dunque non soltanto durante gli avviamenti ma anche durante le fermate dei gruppi di produzione. Per quanto riguarda i transitori di fermata questi di norma avvengono con temperature dei fumi al di sopra della temperatura di rugiada; in questo caso le quantità massiche delle polveri saranno quelle determinate dai sistemi di monitoraggio in continuo delle emissioni (SME). Invece, nel caso di transitori di fermata con temperatura dei fumi inferiore alla temperatura di rugiada, la portata massica delle polveri relativa al transitorio sarà stimata come di seguito specificato. Il transitorio di fermata consiste nella derampa dal carico elettrico corrispondente al minimo tecnico fino allo spegnimento del generatore di vapore; essendo la fermata caratterizzata da condizioni di esercizio analoghe a quelle della fase 4 dell'avviamento, si assume che il valore di concentrazione determinato durante la campagna di misura per la fase 4 del transitorio di avviamento sia caratteristico anche del transitorio di fermata.

Dunque, per il calcolo delle emissioni massiche delle polveri durante i transitori della centrale termoelettrica di Livorno Enel intende impiegare il seguente algoritmo di calcolo:

$$\text{Emissioni massiche} = \sum_{i=1}^N \text{Conc. Polveri}_i \times \text{Volume Fumi}_i$$



L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

DIVISIONE GENERAZIONE ED ENERGY MANAGEMENT
AREA DI BUSINESS GENERAZIONE
CENTRALE TERMOELETTRICA DI LIVORNO

57123 Livorno, via Salvatore Orlando 15
T+39 0586393711 - F+39 0556266280

dove:

- N = numero fasi di cui si compone il transitorio ($N = 4$ per transitorio di avviamento, $N = 1$ per transitorio di fermata)
- $Conc. Polveri_i$ = valore di concentrazione delle polveri normalizzato al 3% di O_2 caratteristico della fase i -esima del transitorio, come riportato nella tabella 1
- $Volume Fumi_i$ = Nm^3 di fumi secchi al 3% di O_2 emessi dal gruppo di produzione nella fase i -esima del transitorio:

- Periodo antecedente alla messa in servizio del nuovo SME

Il volume dei fumi viene calcolato in funzione del peso del combustibile (gasolio o OCD) utilizzato nella fase i -esima del transitorio sulla base dei fattori standard storicamente utilizzati, secondo quanto previsto dalla tabella 1 dell'allegato tecnico al DPR 26 ottobre 2001, n. 416 "Regolamento recante le norme di applicazione della tassa sulle emissioni di anidride solforosa (SO_2) e di ossidi di azoto (NO_x) - Art.17, commi dal 29 al 33, della legge 27/12/97, n°449":

$$Volume Fumi = Q_{OCD} \times 11,76$$

$$Volume Fumi = Q_{GS} \times 12,00$$

dove:

$Volume fumi$ è il volume dei fumi secchi al 3% di O_2 (Nm^3)

Q_{OCD} è la quantità di OCD eventualmente utilizzato nella fase i -esima del transitorio (kg), derivate dalla misura in linea

Q_{GS} è la quantità di gasolio eventualmente utilizzato nella fase i -esima del transitorio (kg), derivate dalla misura in linea

- Periodo successivo alla messa in servizio del nuovo SME

La portata fumi viene misurata in continuo dal misuratore di portata installato nel nuovo SME, con calcolo in automatico dei volumi fumi emessi.



L'ENERGIA CHE TI ASCOLTA.

DIVISIONE GENERAZIONE ED ENERGY MANAGEMENT
AREA DI BUSINESS GENERAZIONE
CENTRALE TERMOELETTRICA DI LIVORNO

57123 Livorno, via Salvatore Orlando 15
T+39 0586393711 - F+39 0556266280

3. STIMA EMISSIONI POLVERI DURANTE I TRANSITORI ANNO 2010

Alla luce di quanto sopra si integrano le informazioni fornite nel Rapporto Annuale 2010 con le quantità massiche delle polveri emesse in aria durante i transitori [ns. rif. Prot. n. Enel-PRO-29/04/2011-0019538].

Emissioni per l'intero impianto: aria

Emissioni in aria nei transitori anno 2010 (dicembre) (kg)

	data inizio-ora inizio	data fine- ora fine	durata	SO ₂	NO _x	CO	polveri
CAMINO 1	12/12/2010 21.09	13/12/2010 6.04	8.55.00	124,96	83,25	30,12	29,10
	13/12/2010 13.40	13/12/2010 13.41	0.01.00	0,25	0,17	0,18	0,02
	13/12/2010 14.19	13/12/2010 15.04	0.45.00	50,29	31,77	7,91	6,06
	13/12/2010 16.56	13/12/2010 16.59	0.03.00	2,86	1,47	1,88	0,21
	13/12/2010 17.25	13/12/2010 17.52	0.27.00	31,88	22,46	5,60	3,99
	13/12/2010 23.57	13/12/2010 23.59	0.02.00	0,91	0,59	0,00	0,10
	14/12/2010 3.34	14/12/2010 5.28	1.54.00	56,03	61,96	1,47	0,52
	17/12/2010 19.35	17/12/2010 19.51	0.16.00	23,34	11,02	0,03	1,51
	27/12/2010 20.25	28/12/2010 6.06	9.41.00	268,30	166,59	109,58	32,14
	30/12/2010 23.57	31/12/2010 0.09	0.12.00	17,84	6,50	0,61	1,10
CAMINO 2	-	-	-	-	-	-	-
TOTALE IMPIANTO				576,66	385,78	157,38	74,75

Disponibile per eventuali ulteriori informazioni ed integrazioni, si porgono

Distinti Saluti.

Franco Nencini
IL RESPONSABILE

Il presente documento costituisce una riproduzione integra e fedele dell'originale informatico, sottoscritto con firma digitale, disponibile a richiesta presso l'Unità emittente. La riproduzione su supporto cartaceo è effettuata da Enel Servizi.

Copia a:
PRO/AdB-GEN/POG/UB-PB/EAS - Esercizio Ambiente e Safety
PRO/SAM/AMB - Ambiente