

Saras SpA

Raffineria  
Sede legale

I-09018 Sarroch (Cagliari)  
S.S. Sulcitana n.195 - Km.19°  
Telefono 070 90911  
Fax 070 900209



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

E,prot DVA - 2010 - 0018295 del 21/07/2010

Spett.le  
Ministero dell'Ambiente e della Tutela  
del Territorio e del Mare  
Direzione Generale per le Valutazioni Ambientali  
Divisione IV - Rischio Rilevante e  
Autorizzazione Integrata Ambientale  
Via Cristoforo Colombo, 44  
00147 Roma  
c.a. dott. Giuseppe Lo Presti

e p.c. Spett.le  
Presidente della Commissione Istruttoria IPPC  
c/o ISPRA  
Via Curtatone, 3  
00185 Roma (RM)  
c.a. ing. Dario Ticali



000279

Spett.le  
ISPRA  
Servizio Interdipartimentale per l'Indirizzo  
il Coordinamento e il Controllo delle Attività Ispettive  
Via Vitaliano Brancati, 48  
00144 Roma (RM)  
c.a. ing. Alfredo Pini

Sarroch, 14 luglio 2010

Oggetto: Autorizzazione Integrata Ambientale Saras Spa - Modifica dell'impianto ai sensi dell'art.10 del D.Lgs. 59/05 - Rimodulazione degli investimenti riferiti al nuovo assetto impiantistico.

Riferimento: DVA-2010-0014752 del 09.06.2010 - Autorizzazione Integrata Ambientale dell'impianto complesso "Raffineria e Impianto di Gassificazione a Ciclo Combinato (IGCC) della società Saras S.p.A sito in Sarroch (CA).

Con riferimento all'oggetto il sottoscritto Guido Grosso, gestore dell'impianto complesso "Raffineria e Impianto di Gassificazione a Ciclo Combinato (IGCC)" della società Saras S.p.A, trasmette in allegato il documento tecnico relativo al bilancio mensile della efficienza di rimozione dello zolfo, come indicato al punto 6 della valutazione tecnica formulata dalla Commissione Istruttoria AIA-IPPC.

Restando a disposizione per qualsivoglia chiarimento in merito, porgiamo

Cordiali saluti

G.L.P.  
I.P.

SARAS SpA  
Il Direttore di Raffineria  
Ing. Guido Grosso

Direzione generale  
Sede amministrativa  
I-20122 Milano  
Galleria de Cristoforis 8  
Telefono 02 77371  
Fax 02 76020640

Direzione relazioni pubbliche e  
affari amministrativi  
I-00187 Roma  
Salita S. Nicola da Tolentino 1/b  
Telefono 06 4203521  
Fax 06 42035222

Cap. Soc. Euro 54.629.666,67 int. vers.  
Reg. Imprese Cagliari, Cod. Fisc. e  
P. Iva 00136440922



## Bilancio mensile della efficienza del recupero dello zolfo

### Premessa

In riferimento alla nota DVA-2010-0014752 del 9 giugno 2010, che ha anticipato le valutazioni tecniche formulate dalla Commissione Istruttoria AIA-IPPC, e in particolare relativamente al punto 6, Saras ha elaborato la seguente nota tecnica.

### 1. INFORMAZIONI GENERALI

Scopo del presente documento è la descrizione delle formule matematiche utilizzate per il calcolo del rendimento di recupero zolfo del sistema impianti Zolfo (Claus) + Trattamento gas di coda (TGTU).

Come indicato nel Piano di Monitoraggio e Controllo il rendimento di desolforazione è determinato dalla formula:

$$\text{Rend. Desolforazione} = 100 (1 - \text{Kg}_{\text{S out}} / \text{Kg}_{\text{S in}})$$

formula che corrisponde alla seguente:

$$\text{Rend. Desolforazione} = 100 (1 - \text{Kmol}_{\text{S out}} / \text{Kmol}_{\text{S in}}) = 100 (1 - \text{Kmol}_{\text{SO}_2 \text{ out}} / \text{Kmol}_{\text{H}_2\text{S in}})$$

e quindi esplicitato secondo le misure dell'impianto:

$$\text{Rend. Desolforazione} = 100 (1 - \sum (QF_i * CF_{\text{SO}_2 i} / PM_{\text{SO}_2} / 1000000) / \sum (QF_j * C_{\text{H}_2\text{S} j} / 100))$$

Dove

$QF_i$ = Portata volumetrica fumi camini inceneritori ( 3% O <sub>2</sub> – base secca)	[Nmc/h]
$CF_{\text{SO}_2 i}$ = Concentrazione SO <sub>2</sub> fumi camini inceneritori ( 3% O <sub>2</sub> – base secca)	[mg/Nmc]
$PM_{\text{SO}_2}$ = Peso Molecolare SO <sub>2</sub> = 64	[kg/kmole]
$QF_j$ = Portata carica impianti zolfo	[kmol/h]
$C_{\text{H}_2\text{S} j}$ = Concentrazione H <sub>2</sub> S carica impianti zolfo	[% vol ]

### 2. FORMULE DI CALCOLO

#### 2.1. VALUTAZIONE CONCENTRAZIONI H<sub>2</sub>S SU GAS ACIDO

La carica agli impianto zolfo è costituita da due differenti flussi: il primo deriva dai rigeneratori della soluzione amminica mentre il secondo proviene dalle unità di Stripper delle acque acide (presenza di idrogeno solforato e ammoniaca).

Il gas acido proveniente dai rigeneratori della soluzione amminica ha una composizione media pari all' 85% in volume, mentre il gas acido proveniente dalle unità di stripper acque acide possiede una concentrazione media pari al 30 % in volume.

In relazione alle condizioni di esercizio degli impianti queste concentrazioni possono variare e il campo di variazione è mediamente il seguente :

Gas acido da rigeneratori della soluzione amminica :	75 ÷ 95 % vol.
Gas acido da stripper acque acido :	25 ÷ 35 % vol.



## Bilancio mensile della efficienza del recupero dello zolfo

### 2.2. ZOLFO INGRESSO

La portata molare di Zolfo in ingresso agli impianti zolfo ( Z2 – Z3 – Z4) viene valutata utilizzando la legge dei gas perfetti (Volume molare = 22,414 Nm<sup>3</sup>/kmole).

$$\text{H2S TOT ING} = \text{Z2 H2S ING} + \text{Z3 H2S ING} + \text{Z4 H2S ING} \quad (\text{kmoli/h})$$

Dove:

**H2STOTING** = Portata norm. H2S a Z2/Z3/Z4 [kmoli/h]  
**Z2H2SING** = Portata H2S carica Z2 [kmoli/h]  
**Z3H2SING** = Portata H2S carica Z3 [kmoli/h]  
**Z4H2SING** = Portata H2S carica Z4 [kmoli/h]

#### 2.2.1 ZOLFO INGRESSO impianti Z2 - Z3 - Z4

$$\text{Z2H2SING} = (\text{Z2FRC51.PV} * \text{H2S-GA} / 100 + \text{Z2FRC231.PV} * \text{H2S-SW} / 100) / 22.414$$

Dove:

**Z2H2SING** = Portata H2S carica Z2 [kmoli/h]  
**Z2FRC51.PV** = Portata Gas Acido a Z2-F1 [Nm<sup>3</sup>/h]  
**H2S-GA** = Concentrazione H2S in Gas Acido [%V]  
**Z2FRC231.PV** = Portata Gas Acido da SWS [Nm<sup>3</sup>/h]  
**H2S-SW** = Concentrazione H2S in Gas Acido da SWS [%V]

$$\text{Z3H2SING} = (\text{Z3FIC102.PV} * \text{H2S-GA} / 100 + \text{Z3FIC107.PV} * \text{H2S-SW} / 100) / 22.414$$

Dove:

**Z3H2SING** = Portata H2S carica Z3 [kmoli/h]  
**Z3FIC102.PV** = Portata Gas Acido a Z3-F1 [Nm<sup>3</sup>/h]  
**H2S-GA** = Concentrazione H2S in Gas Acido [%V]  
**Z3FIC107.PV** = Portata Gas Acido da SWS [Nm<sup>3</sup>/h]  
**H2SSW** = Concentrazione H2S in Gas Acido da SWS [%V]

$$\text{Z4H2SING} = (\text{Z4FIC102.PV} * \text{H2S-GA} / 100 + \text{Z4FIC107.PV} * \text{H2S-SW} / 100) / 22.414$$

Dove:

**Z4H2SING** = Portata H2S carica Z4 [kmoli/h]  
**Z4FIC102.PV** = Portata Gas Acido a Z4-F1 [Nm<sup>3</sup>/h]  
**H2S-GA** = Concentrazione H2S in Gas Acido a [%V]  
**Z4FIC107.PV** = Portata Gas Acido da SWS [Nm<sup>3</sup>/h]  
**H2S-SW** = Concentrazione H2S in Gas Acido da SWS [%V]



## Bilancio mensile della efficienza del recupero dello zolfo

### 2.3. EMISSIONI CAMINI

Per ciascuno dei camini le portate di SO<sub>2</sub> molari emesse in atmosfera vengono calcolate tramite le formule

$$Z3SO2OUT = (Z3AI205QFM.PV * 1000 * Z3AI205SO2M.PV) / (64 * 1000000)$$

Dove:

Z3SO2OUT = Portata normalizzata SO<sub>2</sub> Z3-F2 [kmoli/h]  
Z3AI205QFM.PV = Portata fumi camino Z3-F2 [kNm<sup>3</sup>/h]  
Z3AI205SO2M.PV = Concentrazione norm. SO<sub>2</sub> Z3-F2 [mg/Nm<sup>3</sup>]  
64 = Peso Molecolare SO<sub>2</sub>

$$Z4SO2OUT = (Z4AI205QFM.PV * 1000 * Z4AI205SO2M.PV) / (64 * 1000000)$$

Dove:

Z4SO2OUT = Portata normalizzata SO<sub>2</sub> Z4-F2 [kmoli/h]  
Z4AI205QFM.PV = Portata fumi camino Z4-F2 [kNm<sup>3</sup>/h]  
Z4AI205SO2M.PV = Concentrazione norm. SO<sub>2</sub> Z4-F2 [mg/Nm<sup>3</sup>]  
64 = Peso Molecolare SO<sub>2</sub>

La portata totale emessa in atmosfera è pari alla somma delle portate di SO<sub>2</sub> emesse da ciascun inceneritore

$$SO2 OUT = Z3SO2OUT + Z4 SO2OUT \text{ (kmoli/h)}$$

Dove:

SO<sub>2</sub>OUT = Portata normalizzata SO<sub>2</sub> camini [kmoli/h]  
Z3SO<sub>2</sub>OUT = Portata normalizzata SO<sub>2</sub> Z3-F2 [kmoli/h]  
Z4SO<sub>2</sub>OUT = Portata normalizzata SO<sub>2</sub> Z4-F2 [kmoli/h]

### 2.4. RENDIMENTO RECUPERO ZOLFO

Il rendimento totale di recupero dello zolfo è definito dalla formula

$$\eta = 100 * ( 1 - SO2OUT / H2STOTING)$$

Dove:

$\eta$  = Rendimento recupero zolfo [%]  
SO<sub>2</sub>OUT = Portata normalizzata SO<sub>2</sub> camini [kmoli/h]  
H<sub>2</sub>STOTING = Portata norm. H<sub>2</sub>S a Z2/Z3/Z4 [kmoli/h]



### 2.5. Considerazioni finali

L'elevata percentuale di recupero raggiunta in condizioni di normale esercizio in assetto con gli impianti TGT1/2 in esercizio genera una bassa sensibilità del rendimento rispetto alle variazioni della concentrazione di H<sub>2</sub>S nelle cariche.

In allegato si riporta il calcolo del rendimento in diversi casi di marcia:

1) Condizioni di normale esercizio	
Gas acido da rigeneratori della soluzione amminica :	85 % vol.
Gas acido da stripper acque acido :	30 % vol.
2) Condizioni di alta concentrazione di H <sub>2</sub> S	
Gas acido da rigeneratori della soluzione amminica :	95 % vol.
Gas acido da stripper acque acido :	35 % vol.
3) Condizioni di bassa concentrazione di H <sub>2</sub> S	
Gas acido da rigeneratori della soluzione amminica :	75 % vol.
Gas acido da stripper acque acido :	25 % vol.

Dall'esame dei risultati si rileva che, in tutte le condizioni di esercizio, il sistema è condizionato dalla concentrazione in uscita e non da quella in ingresso.

Per la gestione operativa ed il continuo monitoraggio del Rendimento Recupero Zolfo sono stati implementati, sul sistema di controllo DCS – TDC3000, due livelli di allarme:

Allarme bassa priorità: **Z3Z4REND < 99.7%**  
Allarme alta priorità: **Z3Z4REND < 99.5%**

Tali allarmi informano l'operatore alla consolle nei casi in cui il rendimento sia inferiore ai valori attesi, e lo stesso attiva il processo di ripristino dei parametri operativi.



### Allegato al "Bilancio mensile della efficienza di recupero dello zolfo"

#### Caso 1

Condizioni di normale esercizio:

Gas acido da rigeneratori della soluzione amminica: 85%  
 Gas acido da stripper acque acide: 30%

Zolfo in ingresso:  $(7000 \cdot 0,85 + 3000 \cdot 0,3) / 22,414 = 305,6126 \text{ Kmoli/h H}_2\text{S}$

Somma portate gas acido da soluz. ammin.: 7000 Nm<sup>3</sup>/h  
 Somma portate da stripper acque acide: 3000 Nm<sup>3</sup>/h  
 Concentrazione H<sub>2</sub>S-GA 85/100  
 Concentrazione H<sub>2</sub>S-SW 30/100

Zolfo in uscita:  $(20 \cdot 1000 \cdot 1000) / 64 \cdot 1000000 = 0,3125 \text{ Kmoli/h SO}_2$

Somma portate fumi in uscita: 20 kNm<sup>3</sup>/h

Concentrazione norm. SO<sub>2</sub> camini 1000 mg/Nm<sup>3</sup>

Rendimento con SO<sub>2</sub> = 1000 mg/Nm<sup>3</sup>  $100 \cdot (1 - \text{KmoliSO}_2 / \text{KmoliH}_2\text{S}) = 99,89775$

Zolfo in uscita:  $(20 \cdot 1000 \cdot 4000) / 64 \cdot 1000000 = 1,25 \text{ Kmoli/h SO}_2$

Somma portate fumi in uscita: 20 kNm<sup>3</sup>/h

Concentrazione norm. SO<sub>2</sub> camini 4000 mg/Nm<sup>3</sup>

Rendimento con SO<sub>2</sub> = 4000 mg/Nm<sup>3</sup>  $100 \cdot (1 - \text{KmoliSO}_2 / \text{KmoliH}_2\text{S}) = 99,59099$



### Allegato al "Bilancio mensile della efficienza di recupero dello zolfo"

#### Caso 2

Condizioni di alta concentrazione di H<sub>2</sub>S:

Gas acido da rigeneratori della soluzione amminica:	95%
Gas acido da stripper acque acide:	35%

$$\text{Zolfo in ingresso: } (7000 \cdot 0,95 + 3000 \cdot 0,35) / 22.414 = \mathbf{343,5353 \text{ Kmoli/h H}_2\text{S}}$$

Somma portate gas acido da soluz. ammin.:	7000 Nm <sup>3</sup> /h
Somma portate da stripper-acque acide:	3000 Nm <sup>3</sup> /h
Concentrazione H <sub>2</sub> S-GA	95/100
Concentrazione H <sub>2</sub> S-SW	35/100

$$\text{Zolfo in uscita: } (20 \cdot 1000 \cdot 1000) / 64 \cdot 1000000 = \mathbf{0,3125 \text{ Kmoli/h SO}_2}$$

Somma portate fumi in uscita:	20 kNm <sup>3</sup> /h
Concentrazione norm. SO <sub>2</sub> camini	1000 mg/Nm <sup>3</sup>

$$\text{Rendimento con SO}_2 = 1000 \text{ mg/Nm}^3 \quad 100 \cdot (1 - \text{KmoliSO}_2 / \text{KmoliH}_2\text{S}) = \mathbf{99,90903}$$

$$\text{Zolfo in uscita: } (20 \cdot 1000 \cdot 4000) / 64 \cdot 1000000 = \mathbf{1,25 \text{ Kmoli/h SO}_2}$$

Somma portate fumi in uscita:	20 kNm <sup>3</sup> /h
Concentrazione norm. SO <sub>2</sub> camini	4000 mg/Nm <sup>3</sup>

$$\text{Rendimento con SO}_2 = 4000 \text{ mg/Nm}^3 \quad 100 \cdot (1 - \text{KmoliSO}_2 / \text{KmoliH}_2\text{S}) = \mathbf{99,63614}$$



### Allegato al "Bilancio mensile della efficienza di recupero dello zolfo"

#### Caso 3

Condizioni di bassa concentrazione di H<sub>2</sub>S:

Gas acido da rigeneratori della soluzione amminica: 75%  
 Gas acido da stripper acque acide: 25%

Zolfo in ingresso:  $(7000 \cdot 0,75 + 3000 \cdot 0,25) / 22.414 = 267,6898 \text{ Kmoli/h H}_2\text{S}$

Somma portate gas acido da soluz. ammin.: 7000 Nm<sup>3</sup>/h  
 Somma portate da stripper acque acide: 3000 Nm<sup>3</sup>/h  
 Concentrazione H<sub>2</sub>S-GA: 75/100  
 Concentrazione H<sub>2</sub>S-SW: 25/100

Zolfo in uscita:  $(20 \cdot 1000 \cdot 1000) / 64 \cdot 1000000 = 0,3125 \text{ Kmoli/h SO}_2$

Somma portate fumi in uscita: 20 kNm<sup>3</sup>/h  
 Concentrazione norm. SO<sub>2</sub> camini: 1000 mg/Nm<sup>3</sup>

Rendimento con SO<sub>2</sub> = 1000 mg/Nm<sup>3</sup>  $100 \cdot (1 - \text{KmoliSO}_2 / \text{KmoliH}_2\text{S}) = 99,88326$

Zolfo in uscita:  $(20 \cdot 1000 \cdot 4000) / 64 \cdot 1000000 = 1,25 \text{ Kmoli/h SO}_2$

Somma portate fumi in uscita: 20 kNm<sup>3</sup>/h  
 Concentrazione norm. SO<sub>2</sub> camini: 4000 mg/Nm<sup>3</sup>

Rendimento con SO<sub>2</sub> = 4000 mg/Nm<sup>3</sup>  $100 \cdot (1 - \text{KmoliSO}_2 / \text{KmoliH}_2\text{S}) = 99,53304$