

Doc. N°	<b>0167-00-DF-LB-24589</b>	Revisioni					
Settore	<b>CREMA (CR)</b>	0					
Area	<b>Concessione MINERBIO (BO)</b>	Doc. N° <b>0167-00-DF-LB-24589</b>					
Impianto	<b>ESERCIZIO Pmax = 1,07 Pi</b>	<b>00-BG-E-94769</b>					
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b>		Fg. / di		Comm. N°			
		1 / 13		ST-001			

## ALLEGATO I

### RILASCI IN ATMOSFERA DI GAS NATURALE PERIODO 2002 – 2011

Doc. N°	0167-00-DF-LB-24589	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0					
Area	Concessione MINERBIO (BO)	Doc. N° 0167-00-DF-LB-24589					
Impianto	ESERCIZIO Pmax = 1,07 Pi	00-BG-E-94769					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE		Fg. / di		Comm. N°			
		2 / 13		ST-001			

## 1 PREMESSA

L'esercizio ordinario degli impianti di stoccaggio gas comporta in entrambe le fasi operative di compressione/stoccaggio e di trattamento/erogazione, il rilascio in atmosfera di gas naturale (metano).

I rilasci in atmosfera di gas naturale possono essere suddivisi per tipologia impiantistica da cui provengono e per tipologia di emissioni.

In particolare, le due tipologie impiantistiche principali sono:

- Impianti di Compressione;
- Impianti di Trattamento;

mentre, in termini generali, le tipologie emissive sono riconducibili a quattro classi distinte:

- emissioni puntuali (operative – sfiati)  
riconducibili a scarichi in atmosfera conseguenti a rilasci “intenzionali” quali, ad esempio, quelli per manutenzione programmata, vent operativi o depressurizzazioni di emergenza;
- emissioni fuggitive  
dovute a perdite e/o trafiletti “fisiologici” (cioè propri del sistema impiantistico e quindi non intenzionali) dalle tenute, quali valvole, flange, connessioni e dalle cosiddette “open-ended lines” o “blow down valve”, ossia tutte le sedi delle valvole di cui un lato è a contatto con l’atmosfera, in condizioni di pressurizzazione statica e/o dinamica degli impianti stessi;
- emissioni pneumatiche  
derivanti da apparecchiature di regolazione – tipicamente valvole – attuate a gas e comandate a distanza, mediante scarico di gas compresso. Le emissioni pneumatiche, a differenza delle emissioni fuggitive ed analogamente alle emissioni puntuali, sono non contemporanee, ma localizzate nello spazio in un numero limitato di sorgenti di emissione e contenute nel tempo, si possono quindi considerare come eventi isolati a bassa frequenza temporale.
- emissioni dovute a combustione incompleta  
conseguenti all’effettiva efficienza di combustione nelle apparecchiature.

Doc. N°	0167-00-DF-LB-24589	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0					
Area	Concessione MINERBIO (BO)	Doc. N° 0167-00-DF-LB-24589					
Impianto	ESERCIZIO Pmax = 1,07 Pi	00-BG-E-94769					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		3 / 10			ST-001		

## 2 METODOLOGIA PER LA STIMA DELLE EMISSIONI DI GAS NATURALE

La stima dell'entità delle emissioni di gas naturale risulta quanto mai complessa e difficile considerato il numero di impianti, intrinsecamente soggetti a perdite e quindi ad emissioni, in cui transita il gas naturale all'interno delle infrastrutture del campo di stoccaggio – aree compressione e trattamento della centrale prima di arrivare alla propria destinazione finale.

Ne consegue quindi che le emissioni di gas naturale non possono essere misurate direttamente, ma solo stimate in modo indiretto attraverso collaudate metodologie statistiche, internazionalmente riconosciute, che tengano conto della specifica tipologia impiantistico-gestionale del settore.

La stima delle emissioni di gas naturale viene sviluppata considerando singolarmente il contributo delle varie classi per tipologia di emissione e per tipologia impiantistica che determina le perdite e sommando successivamente i vari contributi.

Nei paragrafi seguenti si esplicitano le modalità di stima delle emissioni con specifico riferimento alle caratteristiche delle infrastrutture della Concessione Minerbio Stoccaggio – emissioni puntuali, fuggitive, pneumatiche e dovute a combustione incompleta.

### 2.1 Emissioni puntuali (vent operativi)

La stima dell'entità delle emissioni puntuali viene effettuata sulla base della volumetria degli impianti e/o delle parti di impianto che possono essere interessati da depressurizzazione per manutenzione (ordinaria e/o straordinaria), tarature, vent operativi (emissioni per operazioni di lancio turbina, lavaggio turbina e compressore) e vent di emergenza.

Il volume emesso viene quindi calcolato ipotizzando che venga scaricata una quantità di gas contenuta in un determinato volume geometrico convertendo tale valore in Sm<sup>3</sup> secondo l'espressione

$$V_s = V_G K_{T_{v_0}}$$

dove:

$V_s$  = volume del gas in Sm<sup>3</sup> (a 15 °C e 1.01325 bar);

$V_G$  = volume geometrico delle parti di impianto che vengono depressurizzate, in m<sup>3</sup>;

$K_{T_{v_0}}$  = coefficiente per la misura volumetrica funzione di pressione, temperatura e fattore di compressibilità del gas metano.

A differenza delle emissioni fuggitive, le emissioni puntuali sono non contemporanee, ma localizzate nello spazio in un numero limitato di sorgenti di emissione e contenute nel tempo, si possono quindi considerare come eventi isolati a bassa frequenza temporale.

Doc. N°	0167-00-DF-LB-24589	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0					
Area	Concessione MINERBIO (BO)	Doc. N° 0167-00-DF-LB-24589					
Impianto	ESERCIZIO Pmax = 1,07 Pi	00-BG-E-94769					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		4 / 10			ST-001		

In particolare, la depressurizzazione non contemporanea degli impianti, completa o parziale, di specifici settori nella concessione è effettuata per interventi funzionali d'esercizio e per manutenzione degli impianti. La frequenza media dei vent operativi di centrale, nelle normali condizioni d'esercizio, riguarda settori indipendenti e non la totalità dell'impianto.

Nel successivo capitolo 4 vengono riportati, con riferimento agli anni 2009-2011, i volumi di gas in Sm<sup>3</sup> corrispondenti ad emissioni in atmosfera per vent operativi per manutenzioni e/o tarature, disaggregati per attività di compressione/stoccaggio ed erogazione/trattamento<sup>1</sup>.

## 2.2 Emissioni fuggitive e pneumatiche

L'entità delle emissioni fuggitive e pneumatiche viene stimata in modo indiretto attraverso metodologie basate su una valutazione statistica del sistema gas.

In particolare, Stogit utilizza, adattandola alla specifica realtà impiantistica di interesse, con il supporto di misure in campo, la metodologia elaborata dal Gas Research Institute (GRI) in collaborazione con l'US Environmental Protection Agency (EPA). Tale metodologia di calcolo è in linea con il documento europeo "Methodology for estimation of methane emissions in the gas industry – 14.04.05" redatto nell'ambito del Marcogaz, associazione tecnica europea delle industrie del gas.

L'entità delle emissioni viene quindi stimata in modo indiretto attraverso la valutazione statistica di due specifici fattori:

1. il fattore di attività (AF) – detto anche *consistenza impiantistica* – definito come la numerosità di ciascun elemento (componente) degli impianti della Centrale preposti allo stoccaggio e/o all'erogazione (valvole, flange, connessioni, ecc.) che potrebbe dar luogo, in modalità non intenzionale, ad emissioni e/o dispersioni di metano in atmosfera. Il fattore di attività è un numero puro;
2. il fattore di emissione (EF), il quale, per ciascuna componente impiantistica, esprime il volume medio di metano per unità di tempo – generalmente l'anno – disperso in atmosfera, considerando quindi l'evento come costante sull'intervallo temporale di riferimento. Un fattore di emissione viene tipicamente espresso in Sm<sup>3</sup>/anno/n per quegli elementi del sistema gas che presentano perdite di gas naturale.

<sup>1</sup> Non si sono mai verificati vent di emergenza, ma solo vent operativi.

Doc. N°	0167-00-DF-LB-24589	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0					
Area	Concessione MINERBIO (BO)	Doc. N° 0167-00-DF-LB-24589					
Impianto	ESERCIZIO Pmax = 1,07 Pi	00-BG-E-94769					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		5 / 10			ST-001		

L'entità complessiva delle emissioni fuggitive viene quindi stimata sulla base della consistenza impiantistica delle Aree di Compressione e Trattamento, moltiplicata per i relativi fattori di emissione, attraverso la relazione:

$$\Sigma_n (AF*EF)_n$$

La stima dell'entità delle emissioni fuggitive e pneumatiche risulta quindi conservativa in quanto prescinde dalla effettiva efficienza della singola componente impiantistica in oggetto.

Nella **Tabella 2.2.a** è riportata la consistenza impiantistica (fattori di attività) della Concessione Minerbio Stoccaggio aggiornata al mese di dicembre 2011.

FUGGITIVE	valvole	valvole controllo	connession i	valvole sicurezza	valvole vent di macchina e di centrale	valvole vent minori
Area compressione	1720	24	3067	42	10	66
Area trattamento	-	-	1010	137	24	-

PNEUMATICHE	valvole intercettazion e	valvole regolazione posizionator i	valvole regolazion e controllori	valvole regolazion e trasduttori	Cabine analisi gas
Area compressione	64	8	12	8	1
Area trattamento	-	-	-	-	-

**Tabella 2.2.a – Concessione Minerbio Stoccaggio: consistenza impiantistica dicembre 2011**

Doc. N°	0167-00-DF-LB-24589	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0					
Area	Concessione MINERBIO (BO)	Doc. N° 0167-00-DF-LB-24589					
Impianto	ESERCIZIO Pmax = 1,07 Pi	00-BG-E-94769					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		6 / 10			ST-001		

### 2.3 Emissioni dovute a combustione incompleta

Le emissioni in atmosfera dovute a combustione incompleta sono calcolate moltiplicando il consumo annuale di gas naturale delle turbine per il fattore di emissione previsto dal Protocollo Eni di contabilizzazione emissioni, pari a 0,000000836 t/Sm<sup>3</sup>:

$$V_{\text{comb-inc.}} = (0,0836 * V_{\text{gas consumato}}) / (92,5 * 0,673) \text{ [Sm}^3\text{]}^2$$

Il contributo delle emissioni dovute a combustione incompleta rispetto al valore complessivo stimato dei rilasci in atmosfera di gas naturale può quindi considerarsi di fatto trascurabile. Ad esempio, con riferimento agli anni 2010 e 2011, le emissioni di CH<sub>4</sub> dovute a combustione incompleta del gas utilizzato dai turbocompressori sono state stimate rispettivamente pari a 39.830 Sm<sup>3</sup> ed a 39.240 Sm<sup>3</sup>, equivalenti a circa il 2% delle emissioni complessive stimate per gli stessi anni (**Tabella 3.1**).

Per gli impianti di trattamento, tale tipologia di emissione non viene considerata in quanto le quantità di fuel gas utilizzato per tali impianti sono poco significative rispetto al fuel gas utilizzato per gli impianti di compressione (ad esempio con riferimento agli impianti della Concessione Minerbio Stoccaggio, nel periodo 2001-2011 sono stati mediamente utilizzati come fuel gas per gli impianti di trattamento 0,41 10<sup>6</sup> Sm<sup>3</sup>/a di gas naturale, contro circa 24,1 10<sup>6</sup> Sm<sup>3</sup>/a per gli impianti di compressione).

<sup>2</sup> Avendo considerato per il gas naturale una percentuale di metano (CH<sub>4</sub>) pari al 92,5% ed una densità pari a 0,673 kg/Sm<sup>3</sup>

Doc. N°	0167-00-DF-LB-24589	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0					
Area	Concessione MINERBIO (BO)	Doc. N° 0167-00-DF-LB-24589					
Impianto	ESERCIZIO Pmax = 1,07 Pi	00-BG-E-94769					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		7 / 10			ST-001		

### 3 EMISSIONI CONCESSIONE MINERBIO STOCCAGGIO

Con specifico riferimento all'esercizio della Concessione Minerbio Stoccaggio sono riportati su base temporale annua per il periodo 2002-2011:

- in **Tabella 3.1**, i valori in  $\text{Sm}^3$  dei rilasci in atmosfera di gas naturale (metano), escluse le emissioni dovute a combustione incompleta, stimati secondo le metodologie prima sinteticamente richiamate, disaggregando i dati per tipologia di emissione (fuggitive e vent operativi) e per le due aree impiantistiche (trattamento e compressione);
- in **Tabella 3.2**, i valori in tonnellate di  $\text{CH}_4$  dei rilasci in atmosfera di gas naturale (metano), escluse le emissioni dovute a combustione incompleta, disaggregando i dati per tipologia di emissione (fuggitive e vent operativi) e per le due aree impiantistiche (trattamento e compressione);
- in **Tabella 3.3**, i volumi di gas complessivamente movimentati (stoccaggio + erogazione) e rilasciati in atmosfera.

Per il ciclo di iniezione dell'anno 2011, gli impianti della Concessione sono stati eserciti in via sperimentale fino ad una pressione  $P_{\text{max eff.}} \approx 1,06 P_i$ ;

Dall'esame delle citate tabelle si evidenzia come:

- i volumi dei rilasci di gas in atmosfera rappresentino una frazione trascurabile – mediamente dell'ordine dello 0,63% – dei volumi di gas complessivamente movimentati dalla Concessione Minerbio Stoccaggio;
- le emissioni di tipo fuggitivo costituiscano la quota preponderante dei rilasci complessivi di gas naturale in atmosfera, risultando pari a circa l'80% delle emissioni medie complessive delle due aree operative di trattamento e compressione.

Doc. N°	<b>0167-00-DF-LB-24589</b>	Revisioni					
Settore	<b>CREMA (CR)</b>	0					
Area	<b>Concessione MINERBIO (BO)</b>	Doc. N° <b>0167-00-DF-LB-24589</b>					
Impianto	<b>ESERCIZIO Pmax = 1,07 Pi</b>	<b>00-BG-E-94769</b>					
<b>STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE</b>		Fg. / di			Comm. N°		
		8 / 10			ST-001		

TRATTAMENTO	Anno 2002	Anno 2003	Anno 2004	Anno 2005	Anno 2006	Anno 2007	Anno 2008	Anno 2009	Anno 2010	Anno 2011
VENT OPERATIVI	145.000	147.773	85.071	80.234	96.193	112.944	177.256	72.767	78.390	92.545
FUGGITIVE	763.000	764.950	710.000	562.275	739.270	799.425	799.074	809.733	809.717	803.966
<b>TOTALE</b>	<b>908.000</b>	<b>912.723</b>	<b>795.071</b>	<b>642.509</b>	<b>835.463</b>	<b>912.369</b>	<b>976.330</b>	<b>882.500</b>	<b>888.107</b>	<b>896.511</b>

I vent degli impianti di trattamento corrispondono alle depressurizzazioni per manutenzione e/o emergenze

COMPRESSIONE	Anno 2002	Anno 2003	Anno 2004	Anno 2005	Anno 2006	Anno 2007	Anno 2008	Anno 2009	Anno 2010	Anno 2011
VENT OPERATIVI	171.500	180.260	193.280	226.840	306.980	239.320	321.500	300.272	357.276	354.501
FUGGITIVE +PNEUMATICHE	708.500	701.300	701.300	636.964	636.964	636.964	635.560	789.879	749.063	665.521
<b>TOTALE</b>	<b>880.000</b>	<b>881.560</b>	<b>894.580</b>	<b>863.804</b>	<b>943.944</b>	<b>876.284</b>	<b>957.060</b>	<b>1.090.151</b>	<b>1.106.339</b>	<b>1.020.022</b>

I vent degli impianti di compressione corrispondono a lancio turbine, lavaggio compressori gas, sfiato compressori, sfiato e lavaggio centrale

TRATTAMENTO E COMPRESSIONE	Anno 2002	Anno 2003	Anno 2004	Anno 2005	Anno 2006	Anno 2007	Anno 2008	Anno 2009	Anno 2010	Anno 2011
VENT OPERATIVI	316.500	328.033	278.351	307.074	403.173	352.264	498.756	373.039	435.666	447.046
FUGGITIVE +PNEUMATICHE	1.471.500	1.466.250	1.411.300	1.199.239	1.376.234	1.436.389	1.434.634	1.599.612	1.558.780	1.469.487
<b>TOTALE</b>	<b>1.788.000</b>	<b>1.794.283</b>	<b>1.689.651</b>	<b>1.506.313</b>	<b>1.779.407</b>	<b>1.788.653</b>	<b>1.933.390</b>	<b>1.972.651</b>	<b>1.994.446</b>	<b>1.916.533</b>

**Tabella 3.1 – Concessione Minerbio Stoccaggio: valori stimati delle emissioni di gas naturale in atmosfera (CH<sub>4</sub>) espressi in Sm<sup>3</sup>**

Doc. N°	0167-00-DF-LB-24589	Revisioni				
Settore	CREMA (CR)	0				
Area	Concessione MINERBIO (BO)	Doc. N° 0167-00-DF-LB-24589				
Impianto	ESERCIZIO Pmax = 1,07 Pi	00-BG-E-94769				
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°	
		9 / 10			ST-001	

CONCESSIONE MINERBIO STOCCAGGIO RILASCI DI GAS NATURALE (METANO) (Valori stimati in tonnellate di CH <sub>4</sub> )						
Anno	Compressione			Trattamento		
	vent operativi (emissioni puntuali)	emissioni fuggitive + pneumatiche	totale	vent operativi (emissioni puntuali)	emissioni fuggitive	totale
2002	107	441	548	90	475	565
2003	112	437	549	92	476	568
2004	120	437	557	53	442	495
2005	141	397	538	50	350	400
2006	191	397	588	60	460	520
2007	149	397	546	70	498	568
2008	200	396	596	110	497	608
2009	187	492	679	45	504	549
2010	222	466	689	49	504	553
2011	221	414	635	58	500	558
<b>media</b>	<b>165</b>	<b>427</b>	<b>592</b>	<b>68</b>	<b>471</b>	<b>538</b>

Le tonnellate di CH<sub>4</sub> sono calcolate con il gas al 92,5% di CH<sub>4</sub> ed una densità pari a 0,673 kg/Sm<sup>3</sup>

**Tabella 3.2 – Concessione Minerbio Stoccaggio: rilasci di gas naturale (metano CH<sub>4</sub>)**

ANNO	A - gas complessivamente movimentato (Sm <sup>3</sup> )	B - rilasci in atmosfera di gas naturale (Sm <sup>3</sup> )	B/A (‰)
2002	2.475.849.760	1.788.000	0,72
2003	2.184.635.576	1.794.283	0,82
2004	3.269.693.764	1.689.651	0,52
2005	3.819.992.582	1.506.313	0,39
2006	3.610.548.588	1.779.407	0,49
2007	1.876.609.554	1.788.653	0,95
2008	2.250.827.554	1.933.390	0,86
2009	3.467.734.790	1.972.651	0,57
2010	3.551.395.789	1.994.446	0,56
2011	3.509.782.256	1.916.533	0,55
<b>MEDIA</b>	<b>3.001.707.021</b>	<b>1.816.333</b>	<b>0,64</b>

**Tabella 3.3 – Concessione Minerbio Stoccaggio, volumi totali (Sm<sup>3</sup>) di gas movimentato (compressione-erogazione) e rilasciato in atmosfera**

Doc. N°	0167-00-DF-LB-24589	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0					
Area	Concessione MINERBIO (BO)	Doc. N° 0167-00-DF-LB-24589					
Impianto	ESERCIZIO Pmax = 1,07 Pi	00-BG-E-94769					
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		10 / 10			ST-001		

#### 4 VENT OPERATIVI PER MAUTENZIONE E EMERGENZA DEGLI IMPIANTI DELLA CONCESSIONE MINERBIO STOCCAGGIO – RIFERIMENTO ANNI 2009-2010-2011

La depressurizzazione non contemporanea degli impianti, completa o parziale, di specifici settori nella concessione è stata effettuata per interventi funzionali d'esercizio e per manutenzione degli impianti.

La frequenza media dei vent operativi di centrale, nelle normali condizioni d'esercizio, riguarda settori indipendenti e non la totalità dell'impianto.

Di seguito si riportano i volumi massimi di gas corrispondenti ad emissioni in atmosfera riferiti alle diverse componenti degli impianti della Concessione Minerbio Stoccaggio.

#### TRATTAMENTO

I vent d'emergenza e depressurizzazione completa degli impianti riguardano:

- il singolo cluster, dov'è installata per ognuno la torcia di vent;
- l'impianto di trattamento, il gas è convogliato nella torcia di vent;
- i collettori cluster da/a impianto di trattamento sono convogliati nella torcia di vent in area impianto di trattamento.

#### Vent di emergenza

Non si sono verificati negli ultimi anni.

#### Vent operativi per manutenzioni e/o tarature

Nel 2009 emessi 72.767 Sm<sup>3</sup>

Nel 2010 emessi 78.390 Sm<sup>3</sup>

Nel 2011 emessi 92.545 Sm<sup>3</sup>

#### COMPRESSIONE

I vent d'emergenza e depressurizzazione completa degli impianti riguardano le linee d'aspirazione e mandata ed i turbocompressori. il gas è convogliato ad un'unica torcia di vent.

#### Vent di emergenza

Non si sono verificati negli ultimi anni.

#### Vent operativi per manutenzioni, tarature e turbocompressori

Nel 2009 emessi 300.272 Sm<sup>3</sup>

Nel 2010 emessi 357.276 Sm<sup>3</sup>

Nel 2011 emessi 354.501 Sm<sup>3</sup>