



STOGIT S.p.A.

Ingegneria di Dettaglio, Direzione Lavori e Supervisione  
inerenti l'Adeguamento del

Campo di Stoccaggio Gas di Sergnano (CR)

Rif. Cliente	Codice Documento STOGIT	Progetto APS N°	Codice documento APS	Rev.	Pagina
		<b>P1555</b>	<b>P1555_000-RT-6200-007</b>	<b>2</b>	1 di 24

**Modellizzazione Ricadute Inquinanti in Atmosfera - Campo di Stoccaggio Gas – Sergnano (CR)**

## MODELLIZZAZIONI RICADUTE INQUINANTI IN ATMOSFERA

2	31/01/19	EMISSIONE PER ENTI	F. Montani	<i>F. Rossi/ L. Volpi</i>	<i>V. Lovaglio</i>	<i>F. Paliotta</i>
1	18/12/18	EMISSIONE PER ENTI	F. Montani	T. Giudici/ L. Volpi	V. Lovaglio	F. Paliotta
0	31/10/18	EMISSIONE PER ENTI	F. Montani	T. Giudici/ L. Volpi	V. Lovaglio	F. Paliotta
<b>Rev.</b>	<b>Data</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Preparato</b>	<b>Verificato</b>	<b>Approvato</b>	<b>Autorizzato</b>

File name: P1555-000-RT-6200-007\_2\_SPA\_Appendice 5 doc.



STOGIT S.p.A.

Ingegneria di Dettaglio, Direzione Lavori e Supervisione  
inerenti l'Adeguamento del

Campo di Stoccaggio Gas di Sergnano (CR)

Rif. Cliente

Codice Documento STOGIT

Progetto APS N°

Codice documento APS

Rev.

Pagina

**P1555**

**P1555\_000-RT-6200-007**

**2**

**2 di 24**

## Modellizzazione Ricadute Inquinanti in Atmosfera - Campo di Stoccaggio Gas – Sergnano (CR)

### INDICE

1	INTRODUZIONE.....	3
2	CARATTERIZZAZIONE METEOCLIMATICA .....	5
2.1	INQUADRAMENTO CLIMATICO GENERALE.....	5
2.2	CARATTERIZZAZIONE LOCALE .....	5
2.2.1	TEMPERATURE .....	5
2.2.2	PRECIPITAZIONI.....	6
2.2.3	REGIME ANEMOLOGICO .....	7
3	DESCRIZIONE DELLE SIMULAZIONI MODELLISTICHE .....	9
3.1	SOFTWARE MODELLISTICO UTILIZZATO.....	9
3.2	DOMINI DI CALCOLO .....	9
3.3	DATI METEOROLOGICI .....	10
3.4	ATTIVITÀ OGGETTO DELLE SIMULAZIONI EFFETTUATE.....	12
3.5	SCENARI EMISSIVI .....	13
3.5.1	ASSETTO ATTUALE .....	13
3.5.2	ASSETTO FUTURO .....	14
3.6	RIFERIMENTI NORMATIVI.....	16
4	STIMA DELLE RICADUTE AL SUOLO DEGLI INQUINANTI .....	17
4.1	ASSETTO ATTUALE .....	17
4.1.1	OSSIDI DI AZOTO (NOX) .....	17
4.1.2	MONOSSIDO DI CARBONIO (CO).....	18
4.1.3	SINTESI DEI RISULTATI PER L'ASSETTO ATTUALE.....	19
4.2	ASSETTO FUTURO .....	20
4.2.1	OSSIDI DI AZOTO (NOX) .....	20
4.2.2	MONOSSIDO DI CARBONIO (CO).....	21
4.2.3	SINTESI DEI RISULTATI PER L'ASSETTO FUTURO.....	22
5	CONCLUSIONI .....	23



STOGIT S.p.A.

Ingegneria di Dettaglio, Direzione Lavori e Supervisione  
inerenti l'Adeguamento del

**Campo di Stoccaggio Gas di Sergnano (CR)**

Rif. Cliente

Codice Documento STOGIT

Progetto APS N°

Codice documento APS

Rev.

Pagina

**P1555**

**P1555\_000-RT-6200-007**

**2**

**3 di 24**

## **Modellizzazione Ricadute Inquinanti in Atmosfera - Campo di Stoccaggio Gas – Sergnano (CR)**

### **1 INTRODUZIONE**

Il presente documento ha lo scopo di descrivere la valutazione dell'impatto associato alle emissioni convogliate in atmosfera della Centrale di Stoccaggio gas di Sergnano dovute al progetto di adeguamento della configurazione impiantistica esistente.

Il progetto prevede in particolare:

- l'installazione di una nuova unità di compressione, denominata TC1, di taglia 25 MW ISO, la quale sarà collegata ai collettori di Centrale esistenti;
- l'installazione di un misuratore volumetrico di portata di Unità;
- l'adeguamento di sicurezze/depressurizzazione;
- l'installazione di un sistema di monitoraggio in continuo delle emissioni (CEMS) sul TC1;
- la sostituzione degli attuatori delle valvole affinché siano azionati da aria a bassa pressione (passaggio aria strumenti da 45 bar a 10 bar);
- la dismissione degli attuali compressori aria K-5 A/B;
- l'installazione di un sistema di misura fiscale del gas combustibile per l'Unità TC1;
- la sostituzione del Terminale di sfiato silenziato di Centrale di Unità (Candela ME-1N).

La valutazione dell'impatto è stata condotta sulla base di simulazioni modellistiche, effettuate tramite il software di calcolo CALPUFF, che hanno consentito di riprodurre la dispersione atmosferica degli inquinanti emessi dalla Centrale e di stimarne le ricadute al suolo, dapprima nell'assetto attuale di esercizio (assetto attuale) e successivamente per quello di progetto (assetto futuro), permettendo così di valutare le variazioni associate all'intervento proposto.

Le simulazioni condotte hanno tenuto conto delle caratteristiche emissive delle sorgenti individuate e delle caratteristiche di funzionamento della Centrale nei due assetti, nonché delle condizioni meteorologiche dell'area di studio.

I risultati delle simulazioni sono rappresentate mediante mappe di iso-concentrazione riportate all'interno del testo, mentre i valori stimati delle ricadute al suolo degli inquinanti sono confrontati con i limiti normativi di riferimento (D.Lgs. 155/2010 e s.m.i.).

Il presente documento è strutturato come segue:

- nel Capitolo 2 si riporta la caratterizzazione meteorologica del contesto territoriale in cui il progetto si inserisce;
- nel Capitolo 3 è fornita una descrizione generale del sistema modellistico adottato nonché dei dati e delle ipotesi alla base del modello, ossia:
  - i domini di calcolo impostati per le simulazioni,
  - i dati meteorologici dell'area di indagine,
  - i dati emissivi delle sorgenti individuate,
  - gli scenari di esercizio simulati,
  - i limiti normativi di riferimento;



STOGIT S.p.A.

Ingegneria di Dettaglio, Direzione Lavori e Supervisione  
inerenti l'Adeguamento del

**Campo di Stoccaggio Gas di Sergnano (CR)**

Rif. Cliente

Codice Documento STOGIT

Progetto APS N°

Codice documento APS

Rev.

Pagina

**P1555**

**P1555\_000-RT-6200-007**

**2**

**4 di 24**

---

### **Modellizzazione Ricadute Inquinanti in Atmosfera - Campo di Stoccaggio Gas – Sergnano (CR)**

---

- nel Capitolo 4 si riportano i risultati delle simulazioni condotte per la stima delle ricadute degli inquinanti emessi negli scenari simulati e il confronto tra gli assetti impiantistici attuale e futuro, con particolare riferimento a:
  - ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>),
  - monossido di carbonio (CO);
- nel Capitolo 5 sono riassunte le valutazioni conclusive.



STOGIT S.p.A.

Ingegneria di Dettaglio, Direzione Lavori e Supervisione  
inerenti l'Adeguamento del

Campo di Stoccaggio Gas di Sergnano (CR)

Rif. Cliente

Codice Documento STOGIT

Progetto APS N°

Codice documento APS

Rev.

Pagina

**P1555**

**P1555\_000-RT-6200-007**

**2**

**5 di 24**

## Modellizzazione Ricadute Inquinanti in Atmosfera - Campo di Stoccaggio Gas – Sergnano (CR)

## 2 CARATTERIZZAZIONE METEOCLIMATICA

### 2.1 INQUADRAMENTO CLIMATICO GENERALE

L'aspetto geografico della Lombardia presenta una serie di elementi fisici che ne influenzano profondamente il clima, quali:

- la relativa vicinanza del Mediterraneo, fonte di masse d'aria umida e mite;
- la presenza dell'Arco Alpino e di quello Appenninico, barriere in grado di creare notevoli discontinuità orografiche, conferendo caratteri di elevata stabilità alle masse d'aria della pianura (fenomeno particolarmente evidente nel periodo invernale e in quello estivo);
- la presenza di tutti i principali laghi prealpini italiani;
- la presenza di una delle maggiori conurbazioni europee: l'area metropolitana milanese.

Questo giustifica la distinzione del clima lombardo in tre mesoclimi principali: quello padano, quello alpino e dei laghi, e quello delle aree urbane.

Il clima padano, in particolare, si caratterizza per una sostanziale uniformità dal punto di vista climatico, con piogge limitate (da 600 a 1.000 mm), ma ben distribuite nell'anno, temperature medie annue tra 11 e 14°C, nebbie frequenti, ventosità ridotta con molte ore di calma, elevate umidità relative e frequenti episodi temporaleschi.

Il clima del territorio provinciale cremonese, che si presenta come una striscia di terra di pianura, stretta e allungata, e priva di rilievi, è quello tipico della valle padana, benché l'equidistanza dalle Alpi e dagli Appennini e l'abbondanza delle acque ne mitighi gli eccessi; la media delle temperature del mese più freddo è pari a quasi -3°C, mentre quella del mese più caldo oscilla attorno ai 28°C.

La piovosità è molto abbondante in Primavera ed in Autunno; la neve è rara mentre abbastanza frequenti sono le grandinate estive. La forte umidità di tutto il territorio favorisce, soprattutto in autunno, la formazione di nebbie persistenti.

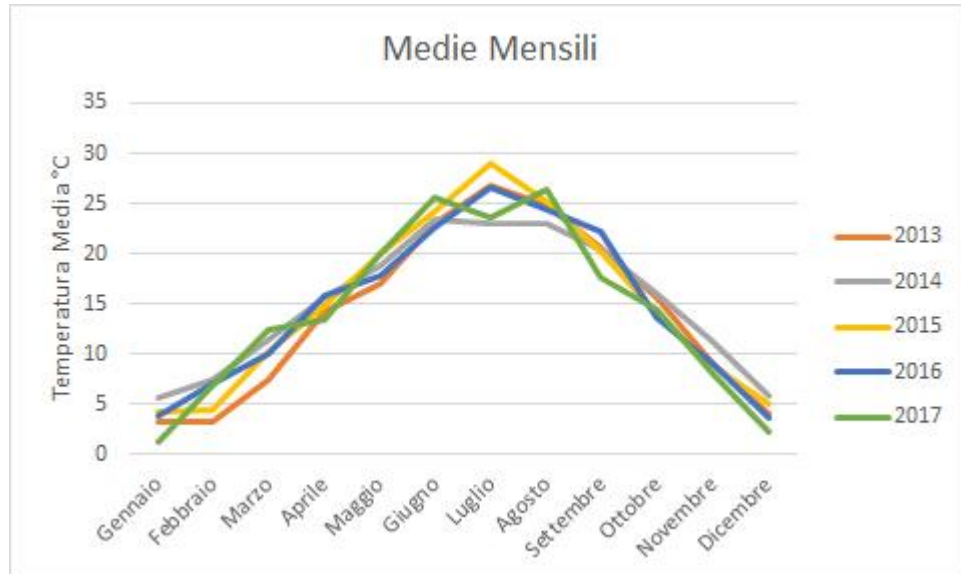
### 2.2 CARATTERIZZAZIONE LOCALE

Per la caratterizzazione meteo climatica locale si è fatto riferimento ai dati meteo forniti dalla Stazione di rilevamento ARPA Lombardia (Sito web: [www.arpalombardia.it](http://www.arpalombardia.it)) sita nel Comune di Crema (via XI Febbraio) per il quinquennio 2013-2017.

Si evidenzia che non sono stati presi in considerazione i dati provenienti dall'altra Stazione di rilevamento ARPA Lombardia, presente nell'area di interesse (Capralba, a circa 3,5 km di distanza), in quanto disponibili solo fino al 2012.

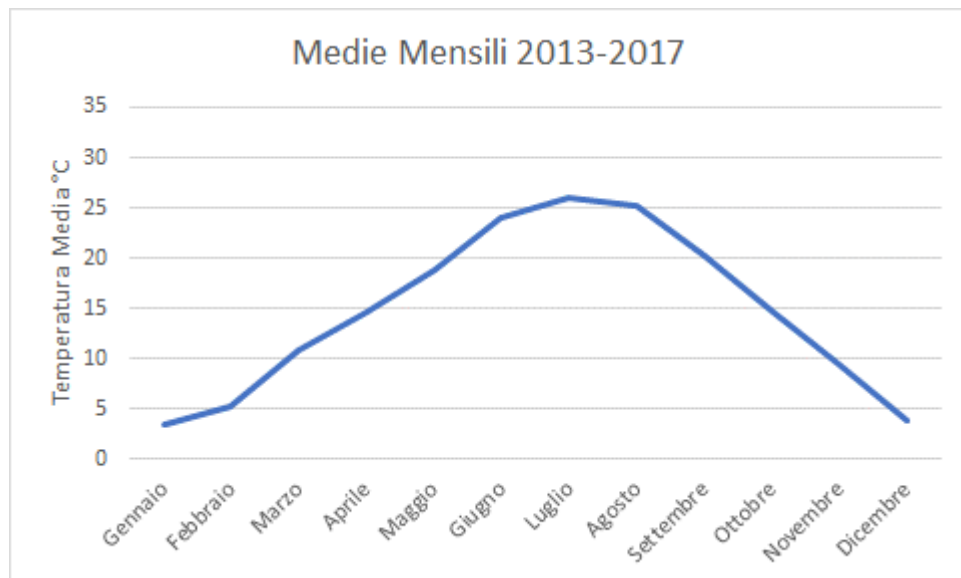
#### 2.2.1 Temperature

Nella seguente figura sono riportate le temperature medie mensili per gli anni dal 2013 al 2017.

**Modellizzazione Ricadute Inquinanti in Atmosfera - Campo di Stoccaggio Gas – Sergnano (CR)****Figura 2.1: Temperature Medie Mensili dal 2013 al 2017**

Dalla figura si evince che la temperatura media massima è stata registrata nel Luglio 2015 (circa 29°C) mentre la minima a Gennaio 2017 (poco più di 1°C).

Nella seguente figura sono riportate le temperature medie mensili considerando l'intero quinquennio di riferimento (2013-2017).

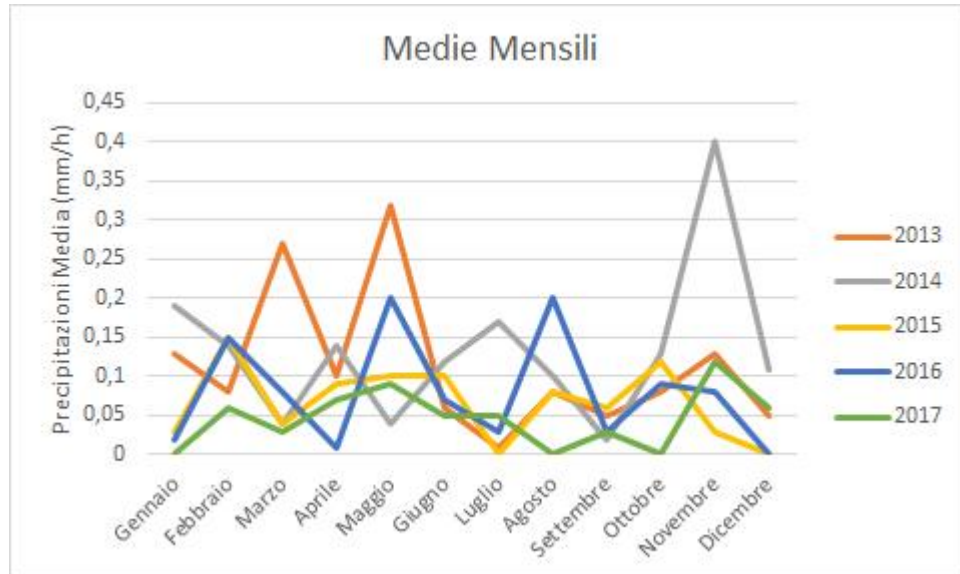
**Figura 2.2: Temperature Medie Mensili del Periodo 2013-2017**

Dalla figura si evince che la media mensile massima si ha nel mese di Luglio per un valore di circa 26°C, mentre la temperatura media mensile minima si ha a Dicembre e Gennaio con circa 4°C.

**2.2.2 Precipitazioni**

Nella seguente figura sono riportate le precipitazioni medie mensili per gli anni dal 2013 al 2017.

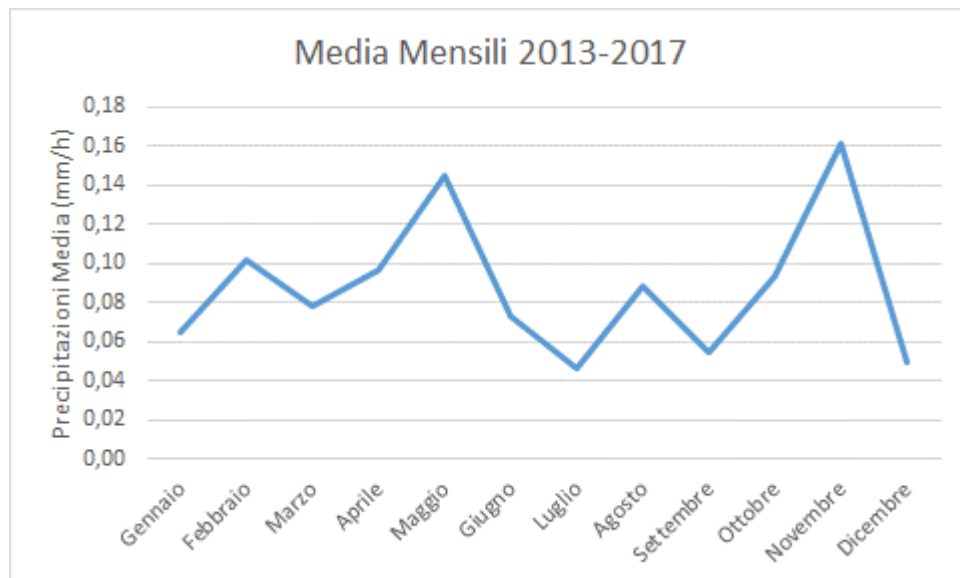
**Modellizzazione Ricadute Inquinanti in Atmosfera - Campo di Stoccaggio Gas – Sergnano (CR)**



**Figura 2.3: Precipitazioni Medie Mensili dal 2013 al 2017**

Dalla figura si evince che la precipitazione media massima è stata registrata nel Novembre 2014 (circa 0,4 mm/h) mentre la minima a più riprese tra il 2015 e il 2017 (0 mm/h).

Nella seguente figura sono riportate le precipitazioni medie mensili considerando l'intero quinquennio di riferimento (2013-2017).



**Figura 2.4: Precipitazioni Medie Mensili del Periodo 2013-2017**

Dalla figura si evince che la media mensile massima si ha nel mese di Novembre per un valore di quasi 0,17 mm/h, mentre la precipitazione media mensile minima si ha a Luglio con poco più di 0,04 mm/h.

**2.2.3 Regime Anemologico**

Nella figura seguente è rappresentata la rosa dei venti, in termini di direzione ed intensità, relativa ai dati misurati dalla stazione di Crema (via XI Febbraio) per il periodo 2013-2017.



STOGIT S.p.A.

Ingegneria di Dettaglio, Direzione Lavori e Supervisione  
inerenti l'Adeguamento del

Campo di Stoccaggio Gas di Sergnano (CR)

Rif. Cliente

Codice Documento STOGIT

Progetto APS N°

Codice documento APS

Rev.

Pagina

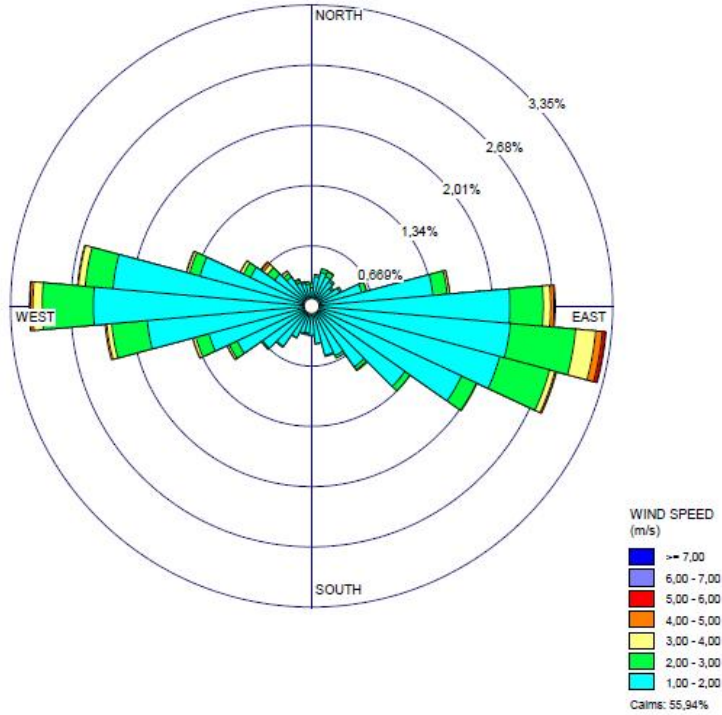
**P1555**

**P1555\_000-RT-6200-007**

**2**

**8 di 24**

## Modellizzazione Ricadute Inquinanti in Atmosfera - Campo di Stoccaggio Gas – Sergnano (CR)



**Figura 2.5: Rosa dei Venti (Periodo 2013-2017)**

Dalla rosa dei venti sopra riportata si nota che le principali direzioni di provenienza sono da Ovest e da Est. I venti con intensità compresa tra 1 e 2 m/s sono più frequenti. Le calme sono circa il 56% delle osservazioni.





STOGIT S.p.A.

Ingegneria di Dettaglio, Direzione Lavori e Supervisione  
inerenti l'Adeguamento del

Campo di Stoccaggio Gas di Sergnano (CR)

Rif. Cliente

Codice Documento STOGIT

Progetto APS N°

Codice documento APS

Rev.

Pagina

**P1555**

**P1555\_000-RT-6200-007**

**2**

**9 di 24**

## Modellizzazione Ricadute Inquinanti in Atmosfera - Campo di Stoccaggio Gas – Sergnano (CR)

### 3 DESCRIZIONE DELLE SIMULAZIONI MODELLISTICHE

Nel presente Capitolo si riporta una descrizione del sistema modellistico impiegato nonché dei dati di input utilizzati per l'implementazione del modello e degli scenari simulati.

#### 3.1 SOFTWARE MODELLISTICO UTILIZZATO

Le simulazioni della dispersione degli inquinanti associati alle emissioni convogliate in atmosfera della Centrale di stoccaggio gas di Sergnano e delle ricadute al suolo degli stessi, sono state condotte tramite il sistema modellistico eulero-lagrangiano CALPUFF, sviluppato dalla Sigma Research Corporation per il California Air Resource Board (CARB) e inserito nell'elenco dei modelli di dispersione raccomandati dall'US-EPA.

Il sistema modellistico è composto da:

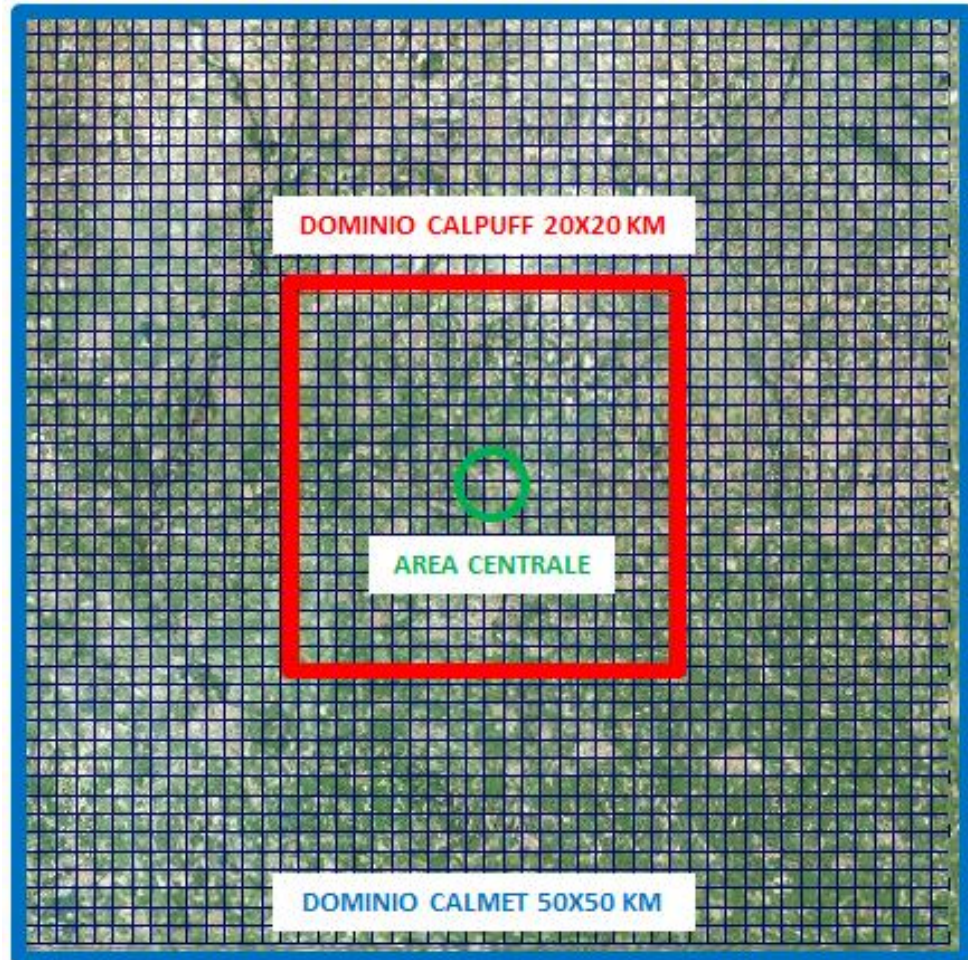
- un modello meteorologico per orografia complessa (CALMET), che può essere utilizzato per la simulazione delle condizioni atmosferiche su scale che vanno dall'ambito locale (qualche km) alla mesoscala (centinaia di km);
- il modello CALPUFF, che utilizza il metodo dei puff gaussiani per la simulazione della dispersione degli inquinanti atmosferici, in condizioni meteorologiche non stazionarie e non omogenee;
- un post processore (CALPOST), che elabora gli output del modello e consente di ottenere le concentrazioni medie ai ricettori su diversi intervalli temporali, selezionabili dall'utente.

#### 3.2 DOMINI DI CALCOLO

Per le simulazioni oggetto del presente studio sono stati considerati:

- un dominio del modello meteorologico CALMET di estensione pari a 50 x 50 km e celle 1x1 km;
- un dominio di simulazione per il modello di dispersione degli inquinanti CALPUFF, compreso all'interno di quello meteorologico, di estensioni pari a 20x20 km avente una definizione di maglia pari a 250 m.

**Modellizzazione Ricadute Inquinanti in Atmosfera - Campo di Stoccaggio Gas – Sergnano (CR)**



**Figura 3.1: Domini di Calcolo per CALMET e CALPUFF**

### 3.3 DATI METEOROLOGICI

I dati meteorologici impiegati nelle simulazioni provengono dal modello WRF (*Weather Research and Forecasting*), sistema numerico di mesoscala di nuova generazione, concepito per la ricerca scientifica in campo atmosferico e per produrre previsioni meteorologiche.

Il modello rappresenta l'evoluzione del sistema MM5. Lo sviluppo del modello WRF è dovuto alla collaborazione di varie entità scientifiche internazionali, tra cui: *National Center for Atmospheric Research (NCAR)*, *National Oceanic and Atmospheric Administration*, la *Air Force Weather Agency (AFWA)*, *Naval Research Laboratory*, *Oklahoma University*, e *Federal Aviation Administration (FAA)*.

Tale modello fornisce sia dati orari in superficie sia i dati in quota richiesti da CALMET. Per le simulazioni in esame sono stati impiegati i dati dell'anno 2017.

Nella seguente tabella è riportata la distribuzione percentuale delle frequenze annuali dei venti considerando 12 settori di provenienza e 5 classi di velocità (sono considerate calme i venti di intensità minore di 1 m/s). I dati sono estratti dal modello meteorologico WRF in un punto ubicato all'interno dei confini della Centrale, a 10 m dal suolo.



STOGIT S.p.A.

Ingegneria di Dettaglio, Direzione Lavori e Supervisione  
inerenti l'Adeguamento del

Campo di Stoccaggio Gas di Sergnano (CR)

Rif. Cliente

Codice Documento STOGIT

Progetto APS N°

Codice documento APS

Rev.

Pagina

**P1555**

**P1555\_000-RT-6200-007**

**2**

**11 di 24**

**Modellizzazione Ricadute Inquinanti in Atmosfera - Campo di Stoccaggio Gas – Sergnano (CR)**

**Tabella 3.1: Modello WRF presso l'Area d'Impianto - Direzione e Velocità del Vento  
Distribuzione Percentuale delle Frequenze Annuali (Anno 2017)**

Settore	Direzione	Classe di Vento [m/s]					Totale [%]
		1 - 2	2 - 4	4 - 6	6 - 8	>8	
1	345-15	3,447	2,283	0,525	0,148	0,274	<b>6,678</b>
2	15-45	4,395	4,304	0,491	0,068	0,137	<b>9,395</b>
3	45-75	4,121	4,954	1,039	0,308	0,103	<b>10,525</b>
4	75-105	3,094	2,797	2,477	1,404	1,735	<b>11,507</b>
5	105-135	2,500	2,021	1,438	1,233	0,639	<b>7,831</b>
6	135-165	1,610	0,502	0,251	0,103	0,046	<b>2,511</b>
7	165-195	0,993	0,308	0,091	0,068	0,023	<b>1,484</b>
8	195-225	1,381	0,719	0,114	0,068	0,148	<b>2,432</b>
9	225-255	2,648	2,055	0,674	0,194	0,057	<b>5,628</b>
10	255-285	3,379	3,059	2,523	1,153	0,845	<b>10,959</b>
11	285-315	2,568	2,831	1,644	0,856	1,438	<b>9,338</b>
12	315-345	2,477	2,409	0,947	0,765	1,027	<b>7,626</b>
<b>Sub-Totale [%]</b>		<b>32,614</b>	<b>28,242</b>	<b>12,215</b>	<b>6,370</b>	<b>6,473</b>	<b>85,913</b>
						<b>Calme [&lt;1 m/s]</b>	<b>14,087</b>

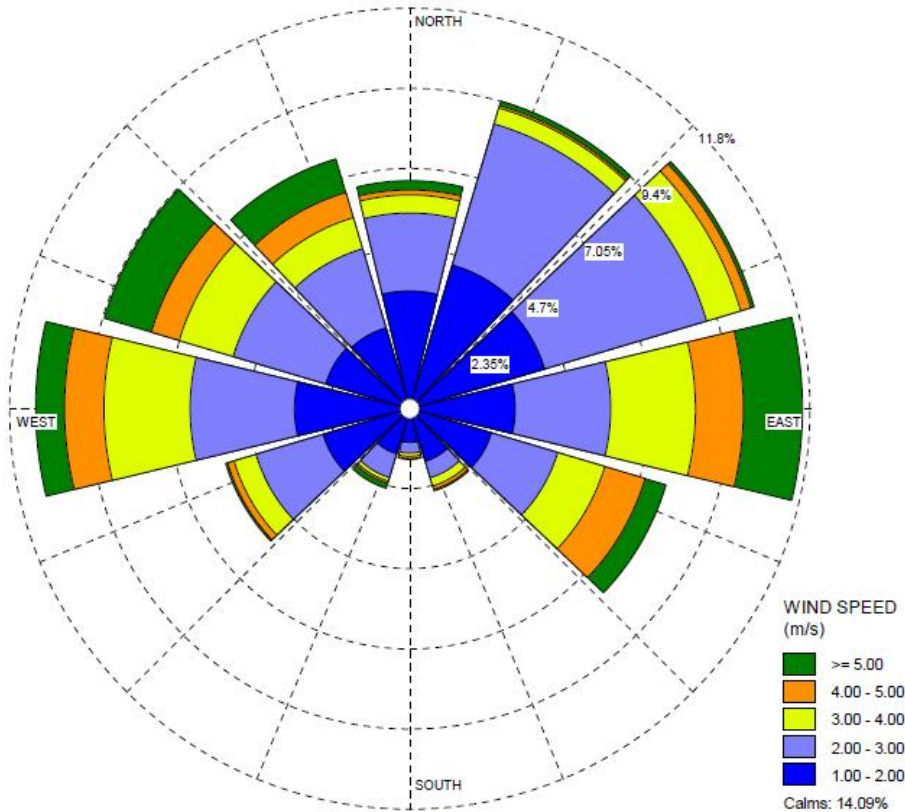
I dati estratti dal modello e sopra riportati mostrano che:

- i settori maggiormente rappresentativi risultano i settori 2, 3 e 4 (venti provenienti da NNE, NEE e E) con circa il 30% degli eventi e i settori 10 e 11 (venti provenienti da NOO e O);
- le intensità prevalenti sono comprese tra 1 e 2 m/s che rappresentano il 33% circa degli eventi;
- le calme (velocità inferiori a 1 m/s) sono relative al 14% circa degli eventi.

Le risultanze del modello CALMET, alimentato dai dati provenienti dal modello di mesoscala WRF, mostrano una predominanza di venti da Est e da Ovest, analogamente a quanto mostrato dalla rosa dei venti ottenuta dai dati della centralina di Crema per il periodo 2013-2017, riportata nel precedente Capitolo 2 (Figura 2.5).

Nella seguente figura è rappresentata la rosa dei venti ottenuta con i dati riportati nella precedente tabella.

**Modellizzazione Ricadute Inquinanti in Atmosfera - Campo di Stoccaggio Gas – Sergnano (CR)**



**Figura 3.2: Rosa dei Venti da Modello WRF (Anno 2017)**

**3.4 ATTIVITÀ OGGETTO DELLE SIMULAZIONI EFFETTUATE**

L'attività della Centrale di stoccaggio gas di Sergnano consiste nel comprimere e iniettare il gas naturale prelevato dalla rete di distribuzione gas nazionale nel giacimento di stoccaggio e successivamente di estrarlo ed erogarlo nella stessa rete quando richiesto dal mercato.

La Centrale di Stoccaggio si compone quindi di due differenti sistemi impiantistici principali:

- l'impianto di compressione, tramite il quale la pressione del gas naturale prelevato dalla rete viene portata ai valori richiesti per l'iniezione nel giacimento;
- l'impianto di trattamento, per rendere le caratteristiche del gas compatibili con quelle della rete di distribuzione.

L'attività di compressione e iniezione in giacimento del gas naturale avviene generalmente nel periodo primavera/estate (Aprile/Settembre), mentre l'attività di trattamento ed erogazione viene eseguita generalmente nel periodo autunno/inverno (Ottobre/Marzo), quando la domanda di gas per gli usi residenziali, influenzata dalle condizioni meteorologiche, è più elevata.

Nell'assetto attuale, la Centrale di Stoccaggio è costituita da

- area compressione:

**Modellizzazione Ricadute Inquinanti in Atmosfera - Campo di Stoccaggio Gas – Sergnano (CR)**

- n.2 turbine a gas (TC-5 e TC-6);
- area trattamento:
  - n.4 rigeneratori di glicole trietilenico (TEG);
  - n.1 termodistruttore.

Il progetto proposto prevede l'installazione di una nuova unità di compressione, denominata TC-1, in aggiunta a quella esistente (TC-5), modificando pertanto l'assetto impiantistico della Centrale per la parte relativa alla compressione e lasciando invariata la configurazione impiantistica dell'area trattamento.

**3.5 SCENARI EMISSIVI**

Gli scenari emissivi considerati ai fini delle simulazioni effettuate fanno riferimento alla fase di esercizio della Centrale di Stoccaggio (si veda Capitolo 4 dello Studio Preliminare Ambientale), e nello specifico sono suddivisi in:

- assetto attuale;
- assetto futuro.

**3.5.1 Assetto Attuale**

L'assetto di funzionamento attuale della Centrale di Stoccaggio prevede l'utilizzo di:

- n.2 Turbocompressori (TC-5 e TC-6);
- n.4 Rigeneratori TEG;
- n.1 Termodistruttore.

Nella seguente tabella si riportano le principali caratteristiche fisiche delle sorgenti emissive nell'assetto attuale.

**Tabella 3.2: Caratteristiche Fisiche delle Sorgenti Emissive – Assetto Attuale**

Sorgente	Altezza Camino [m]	Diametro Camino [m]	Velocità Fumi [m/s]	Temperatura Fumi [°K]
Turbocompressore TC-5	10,3	4,1	11,9	773,15
Turbocompressore TC-6	10	3,5	16,8	798,15
Rigeneratore TEG 1	10	0,3	11,7	673,15
Rigeneratore TEG 2	10	0,3	11,7	673,15
Rigeneratore TEG 3	10	0,3	11,7	673,15
Rigeneratore TEG 4	10	0,3	11,7	673,15
Termodistruttore	27	1,3	8,4	973,15

Le caratteristiche emissive di ciascuna sorgente in termini di ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) e monossido di carbonio (CO) sono riportate nella seguente tabella:

**Tabella 3.3: Caratteristiche Emissive delle Sorgenti – Assetto Attuale**

Sorgente	Portata Fumi [Nm <sup>3</sup> /h]	Limite NO <sub>x</sub> [mg/Nm <sup>3</sup> ]	Limite CO [mg/Nm <sup>3</sup> ]	NO <sub>x</sub> [g/s]	CO [g/s]
Turbocompressore TC-5	197.100	60	50	3,29	2,74

**Modellizzazione Ricadute Inquinanti in Atmosfera - Campo di Stoccaggio Gas – Sergnano (CR)**

Sorgente	Portata Fumi [Nm <sup>3</sup> /h]	Limite NOx [mg/Nm <sup>3</sup> ]	Limite CO [mg/Nm <sup>3</sup> ]	NOx [g/s]	CO [g/s]
Turbocompressore TC-6	199.000	60	50	3,32	2,76
Rigeneratore TEG	1.200	200	100	0,07	0,03
Rigeneratore TEG	1.200	200	100	0,07	0,03
Rigeneratore TEG	1.200	200	100	0,07	0,03
Rigeneratore TEG	1.200	200	100	0,07	0,03
Termodistruttore	11.000	350	100	1,07	0,31

Il calcolo dei flussi massimi (g/s) è dato dal prodotto della portata per i limiti di NOx e di CO di riferimento. Le portate e i limiti per il TC-5, il TC-6, i Rigeneratori TEG e il Termodistruttore derivano dal Decreto AIA della Centrale di Sergnano.

La configurazione attuale di esercizio della Centrale è illustrata nel seguito; per ciascuna sorgente sotto indicata e nei periodi mensili di funzionamento considerati si è ipotizzato, a scopo cautelativo, un funzionamento in continuo (24/24).

**Tabella 3.4: Configurazione di Esercizio della Centrale – Assetto Attuale**

Assetto Attuale	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Turbocompressore TC-5				I	I	I	I	I	I			
Turbocompressore TC-6				I	I	I	I	I	I			
Rigeneratore TEG 1	E	E	E							E	E	E
Rigeneratore TEG 2	E	E	E							E	E	E
Rigeneratore TEG 3	E	E	E							E	E	E
Rigeneratore TEG 4	E	E	E							E	E	E
Termodistruttore	E	E	E							E	E	E

Nota:

I = Iniezione, E = Erogazione

**3.5.2 Assetto Futuro**

L'assetto di funzionamento futuro della centrale di Stoccaggio prevede, come da progetto, l'impiego di un ulteriore Turbocompressore (TC-1) rispetto all'assetto attuale, e quindi nel complesso l'utilizzo di:

- n.2 Turbocompressori (TC-5 e TC-1);
- n.4 Rigeneratori TEG;
- n.1 Termodistruttore.

Nella seguente tabella si riportano le principali caratteristiche fisiche delle sorgenti emissive nell'assetto futuro.

**Tabella 3.5: Caratteristiche Fisiche delle Sorgenti Emissive – Assetto Futuro**

Sorgente	Altezza Camino [m]	Diametro Camino [m]	Velocità Fumi [m/s]	Temperatura Fumi [°K]
Turbocompressore TC-5	10,3	4,1	11,9	773,15
Turbocompressore TC-1	21	4,3	10,7	805,15
Rigeneratore TEG 1	10	0,3	11,7	673,15
Rigeneratore TEG 2	10	0,3	11,7	673,15

**Modellizzazione Ricadute Inquinanti in Atmosfera - Campo di Stoccaggio Gas – Sergnano (CR)**

Sorgente	Altezza Camino [m]	Diametro Camino [m]	Velocità Fumi [m/s]	Temperatura Fumi [°K]
Rigeneratore TEG 3	10	0,3	11,7	673,15
Rigeneratore TEG 4	10	0,3	11,7	673,15
Termodistruttore	27	1,3	8,4	973,15

Le caratteristiche emissive di ciascuna sorgente in termini di ossidi di azoto (NO<sub>x</sub>) e monossido di carbonio (CO) sono riportate nella seguente tabella:

**Tabella 3.6: Caratteristiche Emissive delle Sorgenti – Assetto Futuro**

Sorgente	Portata Fumi [Nm <sup>3</sup> /h]	Limite NO <sub>x</sub> [mg/Nm <sup>3</sup> ]	Limite CO [mg/Nm <sup>3</sup> ]	NO <sub>x</sub> [g/s]	CO [g/s]
Turbocompressore TC-5	197.100	60	50	3,29	2,74
Turbocompressore TC-1	187.885	50	50	2,61	2,61
Rigeneratore TEG	1.200	200	100	0,07	0,03
Rigeneratore TEG	1.200	200	100	0,07	0,03
Rigeneratore TEG	1.200	200	100	0,07	0,03
Rigeneratore TEG	1.200	200	100	0,07	0,03
Termodistruttore	11.000	350	100	1,07	0,31

Come precedentemente accennato il calcolo dei flussi massimi (g/s) è dato dal prodotto della portata per i limiti di NO<sub>x</sub> e di CO di riferimento. Le portate e i limiti per il TC-5, i Rigeneratori TEG e il Termodistruttore derivano dal Decreto AIA della Centrale di Sergnano.

I limiti per il TC-1 derivano dalla DGR 2012/3934 per "*turbine mechanical drive*" per gli NO<sub>x</sub> e dalla BAT 44 della Decisione UE 2017/1442 del 31 Luglio 2017, per quanto riguarda il CO. La portata del TC-1 è stata calcolata considerando i dati di progetto (la portata dei fumi è stata calcolata tramite il prodotto della portata massica pari a 243.400 kg/h e della densità pari a 0,4 kg/m<sup>3</sup>, il risultato è stato poi normalizzato rispetto alla temperatura).

La configurazione futura di esercizio della Centrale è illustrata nel seguito; per ciascuna sorgente sotto indicata e nei periodi mensili di funzionamento considerati si è ipotizzato, a scopo cautelativo, un funzionamento in continuo (24/24).

**Tabella 3.7: Configurazione di Esercizio della Centrale – Assetto Futuro**

Assetto Attuale	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic
Turbocompressore TC-5				I	I	I	I	I	I			
Turbocompressore TC-1				I	I	I	I	I	I			
Rigeneratore TEG 1	E	E	E							E	E	E
Rigeneratore TEG 2	E	E	E							E	E	E
Rigeneratore TEG 3	E	E	E							E	E	E
Rigeneratore TEG 4	E	E	E							E	E	E
Termodistruttore	E	E	E							E	E	E

Nota:

I = Iniezione, E = Erogazione

**Modellizzazione Ricadute Inquinanti in Atmosfera - Campo di Stoccaggio Gas – Sergnano (CR)****3.6 RIFERIMENTI NORMATIVI**

Per la previsione dell'impatto sulla qualità dell'aria, al fine di consentire un confronto con i limiti normativi (D.Lgs 155/2010 e s.m.i.), si è proceduto alla valutazione dei seguenti indici di ricaduta al suolo:

- ossidi di azoto:
  - 99,8° percentile delle concentrazioni orarie di NO<sub>x</sub>,
  - valori medi annui della concentrazione di NO<sub>x</sub>;
- monossido di carbonio: massima media giornaliera calcolata su 8 ore delle concentrazioni di CO.

Si evidenzia che, al fine di un confronto con i limiti normativi, le emissioni di NO<sub>x</sub> del modello sono cautelativamente considerate come emissioni di NO<sub>2</sub>.

**Tabella 3.8: Inquinanti Simulati nel Modello di Dispersione e Limiti Normativi**

Inquinante	Periodo di Mediazione	Indice Statistico di Riferimento	Limite Normativo (D.Lgs. 155/2010)	
<b>NO<sub>2</sub></b> <b>(NO<sub>x</sub>)</b>	Valore Medio Annuo	Media Annuo (come NO <sub>2</sub> )	40 µg/m <sup>3</sup>	Valore limite per la protezione della salute umana
		Media Annuo (come NO <sub>x</sub> )	30 µg/m <sup>3</sup>	Livello critico per la protezione della vegetazione
	Valore Medio Orario	99,8° Percentile Valore Orario (come NO <sub>2</sub> )	200 µg/m <sup>3</sup> Da non superare più di 18 volte/anno	Valore limite per la protezione della salute umana
<b>CO</b>	Valore Medio su 8 Ore	Media massima calcolata su 8 ore	10 mg/m <sup>3</sup>	Valore limite per la protezione della salute umana



**Modellizzazione Ricadute Inquinanti in Atmosfera - Campo di Stoccaggio Gas – Sergnano (CR)**

**4 STIMA DELLE RICADUTE AL SUOLO DEGLI INQUINANTI**

Nel presente Capitolo sono riportati i risultati delle simulazioni condotte per la stima delle ricadute al suolo di inquinanti gassosi (NO<sub>x</sub> e CO) emessi dalla Centrale di Stoccaggio gas di Sergnano negli assetti di esercizio attuale e di progetto (futuro), tenendo conto dei dati meteorologici di un intero anno di riferimento (2017).

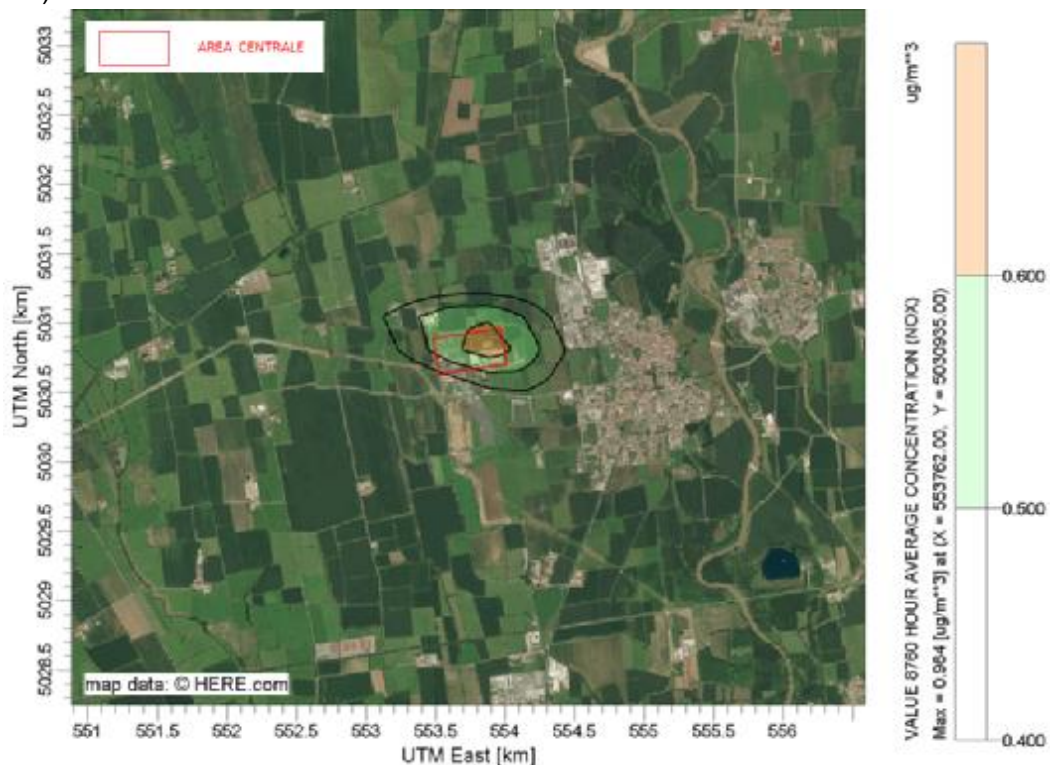
**4.1 ASSETTO ATTUALE**

Di seguito sono riportati i risultati delle simulazioni condotte per la stima delle ricadute di NO<sub>x</sub> e CO nell'assetto di esercizio attuale.

**4.1.1 Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>)**

Per quanto concerne la media annua (si veda la figura seguente):

- i valori massimi di ricaduta sono pari a circa 0,98 µg/m<sup>3</sup> e risultano ampiamente inferiori ai limiti normativi di 40 e 30 µg/m<sup>3</sup> fissati rispettivamente per la protezione della salute umana e della vegetazione (limiti normativi per l'NO<sub>2</sub>) e sono localizzati nelle immediate vicinanze delle sorgenti emissive, ossia all'interno dell'area della Centrale;
- i valori massimi di ricaduta diminuiscono rapidamente a valori minori di 0,4 µg/m<sup>3</sup> verso il centro abitato di Sergnano (inferiori di due ordini di grandezza circa rispetto ai limiti normativi) e risultano trascurabili nelle più vicine aree naturali protette Parco Regionale del Serio (circa 0,20 µg/m<sup>3</sup>) e SIC/Riserva Naturale "Palata Menasciutto" (circa 0,07 µg/m<sup>3</sup>).

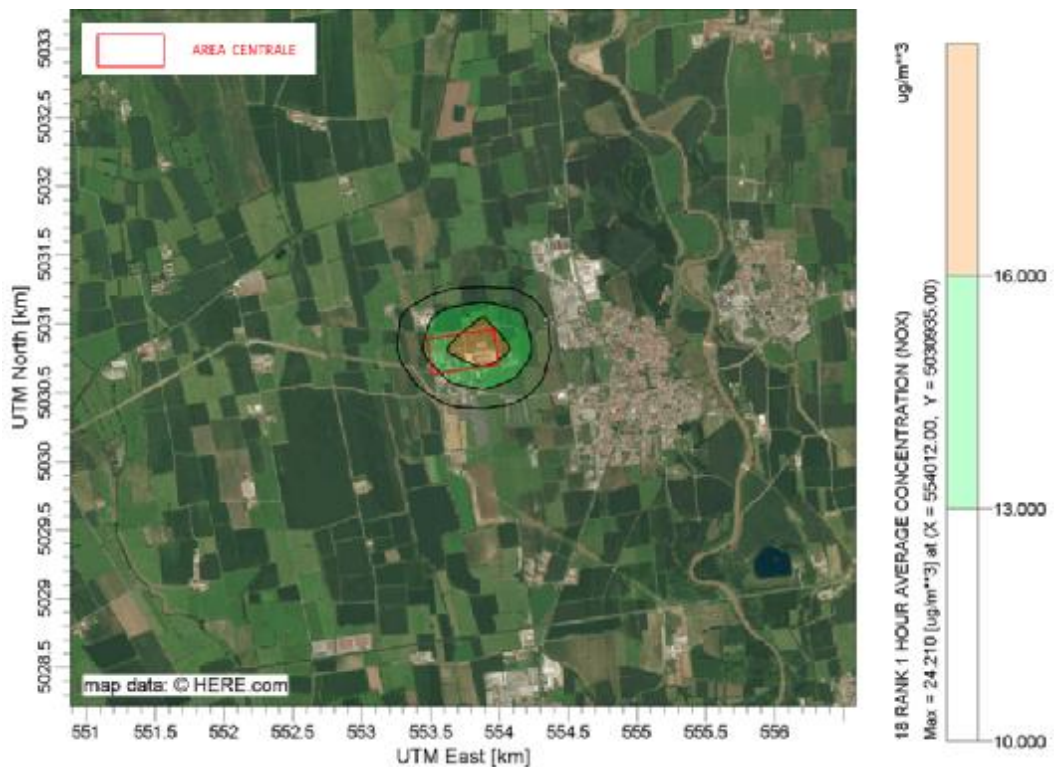


**Figura 4.1: Mappa di Iso-Concentrazione – Media Annua di NO<sub>x</sub> (Assetto Attuale)**

**Modellizzazione Ricadute Inquinanti in Atmosfera - Campo di Stoccaggio Gas – Sergnano (CR)**

Per quanto concerne il 99,8° percentile delle concentrazioni orarie (si veda la figura seguente):

- l'inviluppo dei valori massimi di ricaduta risulta nelle immediate vicinanze delle sorgenti emissive e quindi all'interno dell'area della Centrale. Il valore massimo stimato, pari a  $24,21 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , è ampiamente inferiore ai limiti normativi;
- i valori di ricaduta si riducono rapidamente a valori inferiori a  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , circa un ordine di grandezza inferiore al limite normativo di  $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (limite fissato per l' $\text{NO}_2$  riferito alla qualità dell'aria), in prossimità del centro abitato di Sergnano.



**Figura 4.2: Mappa di Iso-Concentrazione – 99,8° Percentile delle Concentrazioni di  $\text{NO}_x$  (Assetto Attuale)**

4.1.2 Monossido di Carbonio (CO)

I valori di ricaduta di Monossido di Carbonio (CO) sono stati stimati come media massima giornaliera sulle 8 ore.

I valori ottenuti tramite il modello hanno evidenziato ricadute trascurabili su tutto il dominio di simulazione, i valori massimi (pari a circa  $0,013 \text{ mg}/\text{m}^3$ ) risultano infatti inferiori di circa 3 ordini di grandezza rispetto al limite normativo di  $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ .

**Modellizzazione Ricadute Inquinanti in Atmosfera - Campo di Stoccaggio Gas – Sergnano (CR)**

**4.1.3 Sintesi dei Risultati per l'Assetto Attuale**

Di seguito sono riassunti i risultati delle simulazioni condotte per l'assetto attuale e il confronto con la normativa di riferimento.

**Tabella 4.1: Risultati Assetto Attuale e Confronto con Limiti Normativi**

Inquinante	Periodo di Mediazione	Indice Statistico di Riferimento	Massimo Valore Calcolato	Limite Normativo (D.Lgs. 155/2010)
<b>NO<sub>2</sub></b>	Valore Medio Annuo	Media Annuo (come NO <sub>2</sub> )	0,98 µg/m <sup>3</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>
		Media Annuo (come NO <sub>x</sub> )		30 µg/m <sup>3</sup>
<b>(NO<sub>x</sub>)</b>	Valore Medio Orario	99,8° Percentile Valore Orario (come NO <sub>2</sub> )	24,21 µg/m <sup>3</sup>	200 µg/m <sup>3</sup> Da non superare più di 18 volte/anno
<b>CO</b>	Valore Medio su 8 Ore	Media massima calcolata su 8 ore	0,013 mg/m <sup>3</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>

Rif. Cliente	Codice Documento STOGIT	Progetto APS N°	Codice documento APS	Rev.	Pagina
		<b>P1555</b>	<b>P1555_000-RT-6200-007</b>	<b>2</b>	20 di 24

**Modellizzazione Ricadute Inquinanti in Atmosfera - Campo di Stoccaggio Gas – Sergnano (CR)**

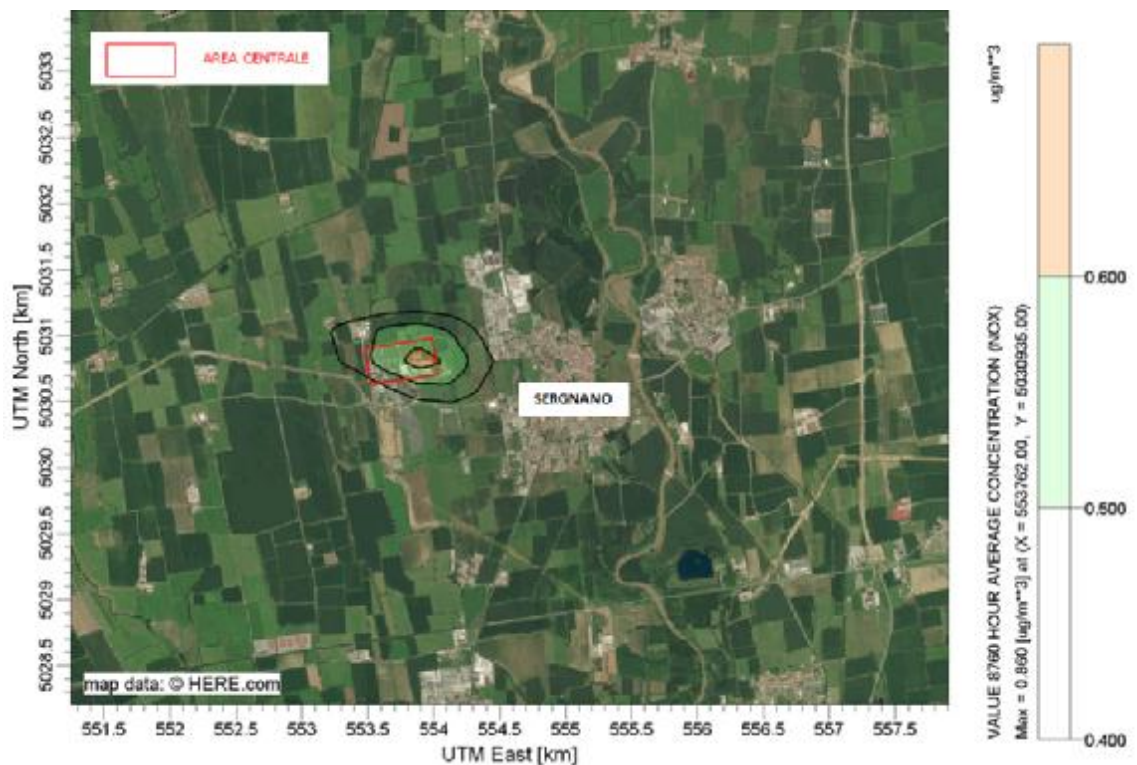
**4.2 ASSETTO FUTURO**

Di seguito sono riportati i risultati delle simulazioni condotte per la stima delle ricadute di NO<sub>x</sub> e CO nell'assetto di esercizio futuro.

**4.2.1 Ossidi di Azoto (NO<sub>x</sub>)**

Per quanto concerne la media annua (si veda la figura seguente):

- i valori massimi di ricaduta sono pari a circa 0,86 µg/m<sup>3</sup> e risultano ampiamente inferiori ai limiti normativi di 40 e 30 µg/m<sup>3</sup> fissati rispettivamente per la protezione della salute umana e della vegetazione (limiti normativi per l'NO<sub>2</sub>) e sono localizzati nelle immediate vicinanze delle sorgenti emmissive, ossia all'interno dell'area della Centrale;
- i valori massimi di ricaduta diminuiscono rapidamente a valori minori di 0,4 µg/m<sup>3</sup> verso il centro abitato di Sergnano (inferiori di due ordini di grandezza circa rispetto ai limiti normativi) e risultano trascurabili nelle più vicine aree naturali protette Parco Regionale del Serio (circa 0,12 µg/m<sup>3</sup>) e SIC/Riserva Naturale "Palata Menasciutto" (circa 0,07 µg/m<sup>3</sup>).



**Figura 4.3: Mappa di Iso-Concentrazione – Media Annua di NO<sub>x</sub> (Assetto Futuro)**

Per quanto concerne il 99,8° percentile delle concentrazioni orarie (si veda la figura seguente):

**Modellizzazione Ricadute Inquinanti in Atmosfera - Campo di Stoccaggio Gas – Sergnano (CR)**

- l'inviluppo dei valori massimi di ricaduta risulta nelle immediate vicinanze delle sorgenti emissive e quindi all'interno dell'area della Centrale. Il valore massimo stimato, pari a 24,21  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , è ampiamente inferiore ai limiti normativi;
- i valori di ricaduta si riducono rapidamente a valori inferiori a 10  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , circa un ordine di grandezza inferiore al limite normativo di 200  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (limite fissato per l' $\text{NO}_2$  riferito alla qualità dell'aria), in prossimità del centro abitato di Sergnano.



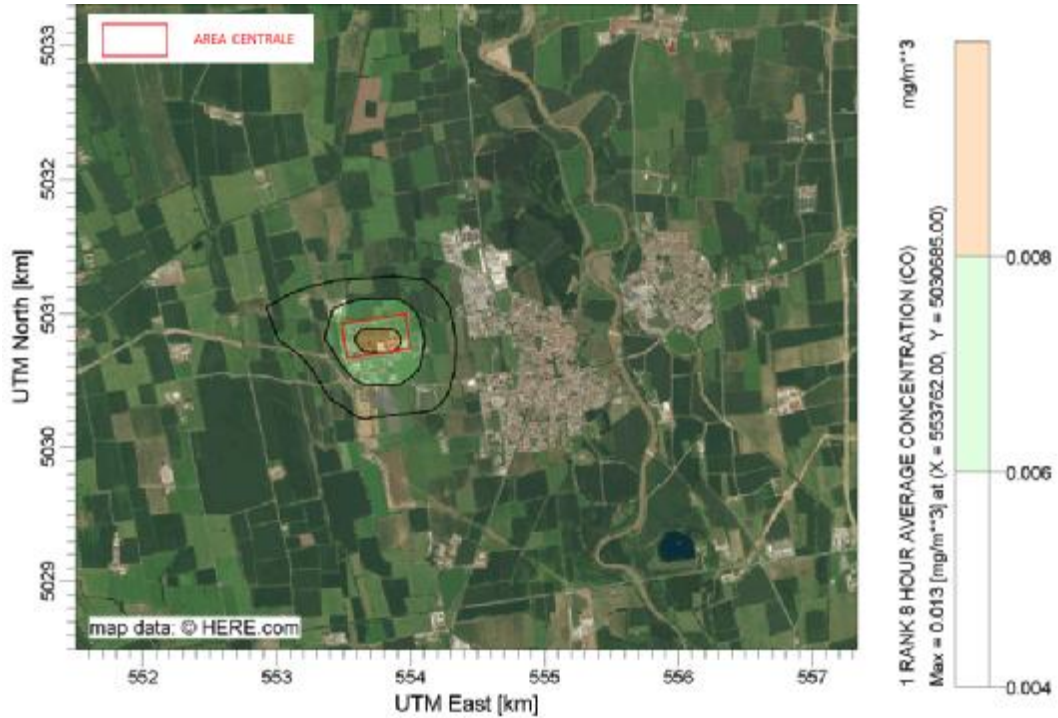
**Figura 4.4: Mappa di Iso-Concentrazione – 99,8° Percentile delle Concentrazioni di  $\text{NO}_x$  (Assetto Futuro)**

**4.2.2 Monossido di Carbonio (CO)**

I valori di ricaduta di Monossido di Carbonio (CO) sono stati stimati come media massima giornaliera sulle 8 ore.

I valori ottenuti tramite il modello hanno evidenziato ricadute trascurabili su tutto il dominio di simulazione, i valori massimi (pari a circa 0,013  $\text{mg}/\text{m}^3$ ) risultano infatti inferiori di circa 3 ordini di grandezza rispetto al limite normativo di 10  $\text{mg}/\text{m}^3$ .

**Modellizzazione Ricadute Inquinanti in Atmosfera - Campo di Stoccaggio Gas – Sergnano (CR)**



**Figura 4.5: Mappa di Iso-Concentrazione – Media Massima Giornaliera sulle 8 Ore di CO (Assetto Futuro)**

4.2.3 Sintesi dei Risultati per l'Assetto Futuro

Di seguito sono riassunti i risultati delle simulazioni condotte per l'assetto futuro e il confronto con la normativa di riferimento.

**Tabella 4.2: Risultati Assetto Futuro e Confronto con Limiti Normativi**

Inquinante	Periodo di Mediazione	Indice Statistico di Riferimento	Massimo Valore Calcolato	Limite Normativo (D.Lgs. 155/2010)
<b>NO<sub>2</sub></b>	Valore Medio Annuo	Media Annuo (come NO <sub>2</sub> )	0,86 µg/m <sup>3</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>
		Media Annuo (come NO <sub>x</sub> )		30 µg/m <sup>3</sup>
<b>(NO<sub>x</sub>)</b>	Valore Medio Orario	99,8° Percentile Valore Orario (come NO <sub>2</sub> )	24,21 µg/m <sup>3</sup>	200 µg/m <sup>3</sup> Da non superare più di 18 volte/anno
<b>CO</b>	Valore Medio su 8 Ore	Media massima calcolata su 8 ore	0,013 mg/m <sup>3</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>

**Modellizzazione Ricadute Inquinanti in Atmosfera - Campo di Stoccaggio Gas – Sergnano (CR)****5 CONCLUSIONI**

Tramite l'utilizzo del software CALPUFF, è stato possibile simulare la dispersione degli inquinanti gassosi (NO<sub>x</sub> e CO) rilasciati in atmosfera durante l'esercizio della Centrale di Stoccaggio gas di Sergnano.

Le simulazioni sono state condotte considerando sia l'assetto di esercizio attuale che quello di progetto (assetto futuro) al fine di valutarne le differenze in termini di valori di concentrazione delle ricadute al suolo degli inquinanti emessi nelle diverse configurazioni impiantistiche.

Le stime delle ricadute al suolo degli inquinanti sono risultate, per tutti gli indici statistici degli inquinanti considerati, inferiori ai limiti normativi definiti dal DLgs 155/2010, in entrambi gli assetti impiantistici.

In più, le ricadute in prossimità del centro abitato più vicino (Sergnano) e delle più vicine aree naturali protette (Parco Regionale del Serio, SIC/Riserva Naturale "Palata Menasciutto") assumono valori da uno a tre ordini di grandezza inferiori ai limiti di riferimento.

Le stime effettuate dal modello hanno poi permesso di riscontrare che:

- i valori medi delle ricadute di NO<sub>x</sub> stimati per l'assetto futuro presentano un miglioramento rispetto a quelli calcolati per l'assetto attuale (da 0,98 a 0,86 µg/m<sup>3</sup> per la media annua);
- i valori massimi in termini di 99,8° percentile delle concentrazioni orarie di NO<sub>x</sub> e i valori della media massima di 8 ore di CO restano sostanzialmente invariati nei due assetti (massimi valori pari a 24,21 µg/m<sup>3</sup> per NO<sub>x</sub> e 0,013 mg/m<sup>3</sup> per il CO).

Nella seguente tabella viene mostrato il confronto dei risultati delle simulazioni effettuate per gli assetti attuale e futuro.

**Tabella 5.1: Confronto dei Risultati tra gli Assetti Attuale e Futuro**

Inquinante	Periodo di Mediazione	Indice Statistico di Riferimento	Massimo Valore Calcolato - Assetto Attuale	Massimo Valore Calcolato - Assetto Futuro	Limite Normativo (D.Lgs. 155/2010)
NO <sub>2</sub> (NO <sub>x</sub> )	Valore Medio Annuo	Media Annuo (come NO <sub>2</sub> )	0,98 µg/m <sup>3</sup>	0,86 µg/m <sup>3</sup>	40 µg/m <sup>3</sup>
		Media Annuo (come NO <sub>x</sub> )			30 µg/m <sup>3</sup>
	Valore Medio Orario	99,8° Percentile Valore Orario (come NO <sub>2</sub> )	24,21 µg/m <sup>3</sup>	24,21 µg/m <sup>3</sup>	200 µg/m <sup>3</sup> Da non superare più di 18 volte/anno
CO	Valore Medio su 8 Ore	Media massima calcolata su 8 ore	0,013 mg/m <sup>3</sup>	0,013 mg/m <sup>3</sup>	10 mg/m <sup>3</sup>

Occorre sottolineare che i valori ottenuti dalle simulazioni sono stati ipotizzati con riferimento ai valori massimi di concentrazione degli inquinanti emessi e quindi sono da considerarsi cautelativi.



STOGIT S.p.A.

Ingegneria di Dettaglio, Direzione Lavori e Supervisione  
inerenti l'Adeguamento del

**Campo di Stoccaggio Gas di Sergnano (CR)**

Rif. Cliente

Codice Documento STOGIT

Progetto APS N°

Codice documento APS

Rev.

Pagina

**P1555**

**P1555\_000-RT-6200-007**

**2**

24 di 24

---

### **Modellizzazione Ricadute Inquinanti in Atmosfera - Campo di Stoccaggio Gas – Sergnano (CR)**

---

Pertanto, sulla base di quanto sopra evidenziato, in considerazione dell'entità delle ricadute stimate, si ritiene che l'impatto sulla qualità dell'aria associato alla sostituzione del Turbocompressore (TC-6) con il nuovo Turbocompressore (TC-1) nella configurazione di esercizio della Centrale, possa essere ritenuto **trascurabile**.

Anche considerando lo stato di qualità dell'aria si ritiene che l'assetto futuro di esercizio risulterà non significativo rispetto all'assetto attuale.

Si evidenzia inoltre come all'interno dello Studio Preliminare Ambientale (Paragrafo 5.10) siano stati valutati i potenziali effetti cumulativi, in termini di ricadute di inquinanti, derivanti dall'assetto futuro di esercizio della Centrale di Compressione e Trattamento Gas STOGIT e dall'esercizio dell'Impianto di Compressione Gas di SRG, attualmente in fase di realizzazione, circa 700 m più a Sud.