



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		1 / 71			ST-001		
		Cap. 3					

QUADRO AMBIENTALE

Capitolo 3

ATMOSFERA



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		2 / 71 Cap. 3			ST-001		

INDICE

3	ATMOSFERA	4
3.1	Premessa	4
3.2	Inquadramento dell'area	5
3.3	condizioni meteorologiche	5
3.3.1	Condizioni Meteorologiche - Serie storiche ENEL/AM	5
3.3.2	Condizioni Meteorologiche - Dati Modello Bolam	16
3.4	Inquadramento normativo	30
3.5	La qualità dell'aria attuale	34
3.5.1	Qualità dell'aria dalla rete di monitoraggio	34
3.5.1.	Qualità dell'aria da campagna di monitoraggio nell'area oggetto di studio	44
3.6	modello AERMOD	50
3.7	Caratterizzazione delle emissioni in fase di CANTIERE	54
3.8	Caratterizzazione delle emissioni in fase di esercizio	58
3.9	Simulazioni di dispersione degli inquinanti	62
3.10	Conclusioni	66



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		3 / 71 Cap. 3			ST-001		

BIBLIOGRAFIA 67

Tavole degli isolivelli

67



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		4 / 71 Cap. 3			ST-001		

3 ATMOSFERA

3.1 PREMESSA

Lo studio della componente atmosfera è finalizzato a valutare, nell'area oggetto di studio, gli effetti sulla qualità dell'aria dovuti al progetto di realizzazione della centrale di compressione e trattamento gas STOGIT di Bordolano (CR). Sono stati valutati i potenziali impatti sulla qualità dell'aria, dovuti sia alla fase di costruzione, sia a quella di esercizio della centrale. I risultati sono stati quindi confrontati coi limiti normativi.

Dapprima è stato descritto lo stato attuale della componente dell'area di interesse, sia in termini di caratterizzazione meteorologica, sia di caratterizzazione dei livelli preesistenti di qualità dell'aria. Successivamente è stato simulato lo stato futuro nei vari scenari possibili di funzionamento dell'impianto.

Al fine della caratterizzazione dei livelli di qualità dell'aria sono stati utilizzati, oltre ai rapporti ambientali dell'ARPA Lombardia relativi alle centraline più prossime all'area di studio (*Corte de Cortesi e Soresina*), i dati relativi alla campagna di monitoraggio di 15 giorni condotta nel periodo tra il 19/09/2006 e il 3/10/2006

La caratterizzazione meteorologica è stata effettuata a partire dall'output del modello meteorologico ad area limitata BOLAM21, operativo presso l'Università di Genova.

Alla descrizione dello stato attuale, sia in termini di meteorologia sia in termini di qualità dell'aria, si è proceduto alla determinazione degli inquinanti emessi.

Per quanto riguarda la fase di esercizio, si è proceduto, relativamente agli inquinanti di interesse (NOX e CO), ad una caratterizzazione delle emissioni dei turbocompressori e delle caldaie in funzione durante l'esercizio della Centrale, nei due scenari di funzionamento primavera-estate e autunno-inverno.

Per calcolare gli effetti sulla qualità dell'aria indotti dal normale esercizio degli impianti nella nuova configurazione è stato utilizzato, come di consueto, un approccio di tipo modellistica, facendo uso del modello previsionale AERMOD, in grado di stimare le concentrazioni degli inquinanti emessi, considerando i campi meteorologici calcolati per l'intero anno 2004 dal modello prognostico ad area limitata BOLAM21.

I risultati delle simulazioni (**Figura 3.1.a, Figura 3.1.b, Figura 3.1.c**) allegate in fondo al presente capitolo) sono presentati sotto forma di mappe di isoconcentrazione degli inquinanti al suolo.

La valutazione degli impatti è effettuata mediante confronto dei risultati coi limiti imposti dalla normativa ai livelli di concentrazione.



Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		5 / 71			ST-001		
		Cap. 3					

3.2 INQUADRAMENTO DELL'AREA

Bordolano (CR) è un comune lombardo, confinante con la provincia di Brescia, che ha una popolazione di circa 570 abitanti. Esso è situato in pianura (**Figura 3.2.a**), ad una quota di circa 50 m s.l.m. e dista circa 25 km da Crema, 17 km da Cremona e 35 km da Piacenza.

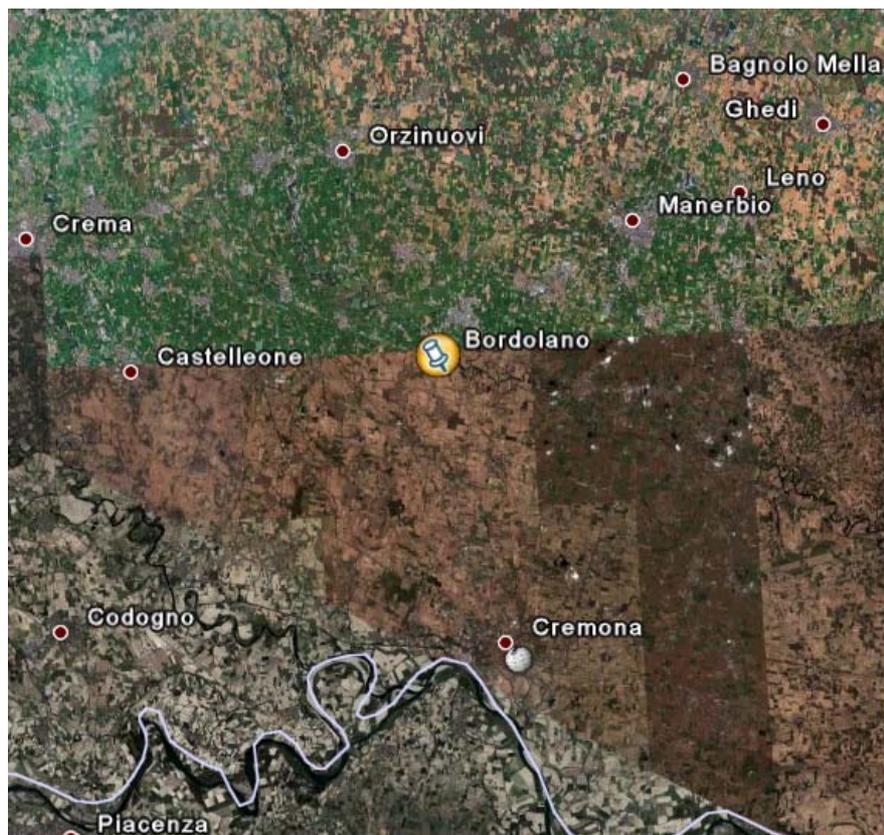


Figura 3.2.a: Localizzazione di Bordolano

3.3 CONDIZIONI METEOCLIMATICHE

3.3.1 Condizioni Meteoclimatiche - Serie storiche ENEL/AM

L'analisi delle condizioni meteoclimatiche condotta a partire da dati storici, è stata effettuata tramite i dati relativi alle stazioni ENEL/AM di Brescia e Piacenza nel periodo dal gennaio 1951 (gennaio 1952 per Brescia) al dicembre 1991.



Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		6 / 71			ST-001		
		Cap. 3					

La stazione ENEL/AM di Brescia è posta ad una quota di 97 m s.l.m, ad una distanza di circa 28 km da Bordolano.

La stazione ENEL/AM di Piacenza è posta, invece, ad una quota di 138 m s.l.m. a circa 42 km da Bordolano.

3.1.1.1. Caratterizzazione anemologica

Le rose dei venti per i siti di Brescia e Piacenza sono riportate rispettivamente in **Figura 3.3.1.1.a** e in **Figura 3.3.1.1.b**.

In entrambi i casi, le rose rispecchiano la situazione predetta dal modello BOLAM21 e descritta in un paragrafo successivo: i venti da Nord e da Sud sono poco frequenti e di debole intensità, mentre sono più frequenti e più forti i venti da Est e da Ovest.

Nel caso di Brescia, la direzione prevalente del vento è Est Nord Est con il 9,6% dei casi. Seguono i venti da Est (registrati nel 8,8% delle misure) e venti da Ovest (8,6% delle misure). Nel caso di Piacenza, la direzione di vento prevalente è Est con l'8,6% delle occorrenze; inoltre vento da Ovest è stato misurato nell'8,5% dei casi e vento da Ovest/Sud-Ovest nell'8,1% dei casi.

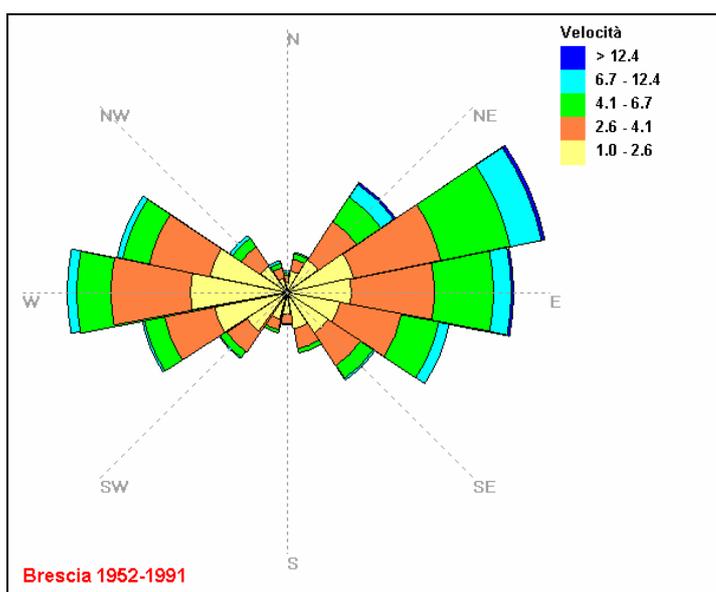


Figura 3.3.1.1.a: Rosa dei venti, Brescia 1952-1991



Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni				
Settore	CREMA (CR)	0	1			
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°				
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121				
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di		Comm. N°		
		7 / 71		ST-001		
		Cap. 3				

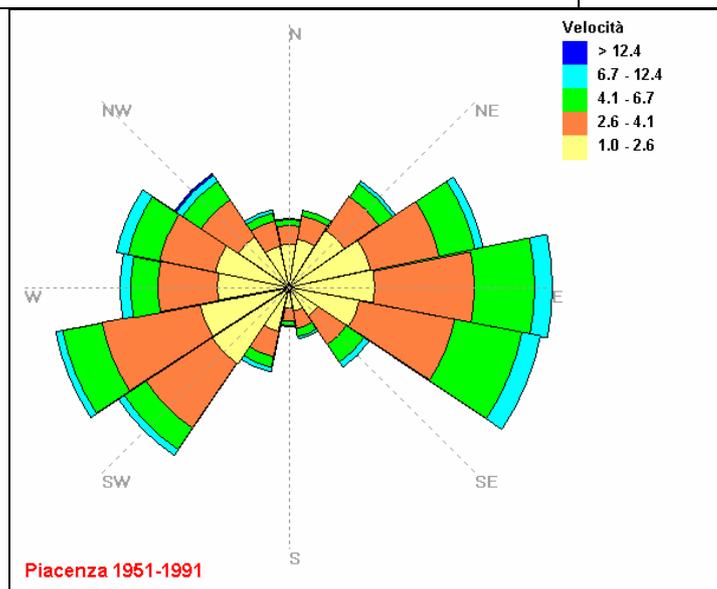


Figura 3.3.1.1.b: Rosa dei venti, Piacenza 1951-1991

3.1.1.2. Classi di stabilità atmosferica

La distribuzione mensile delle classi di stabilità atmosferica è riportata in **Figura 3.3.1.2.a** per Brescia e in **Figura 3.3.1.2.b** per Piacenza.

Nel caso di Piacenza la classe D (neutra) è prevalente durante tutto l'anno (dal 23% al 52% dei casi).

L'unica eccezione sono i mesi estivi (luglio, agosto e settembre) in cui le condizioni stabili (F+G) hanno una frequenza appena superiore alle condizioni neutre.

Le condizioni molto instabili (classe A) sono assenti nei mesi invernali, ma abbastanza frequenti nei mesi estivi (superano il 10% in giugno, luglio, agosto).



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		8 / 71			ST-001		
		Cap. 3					

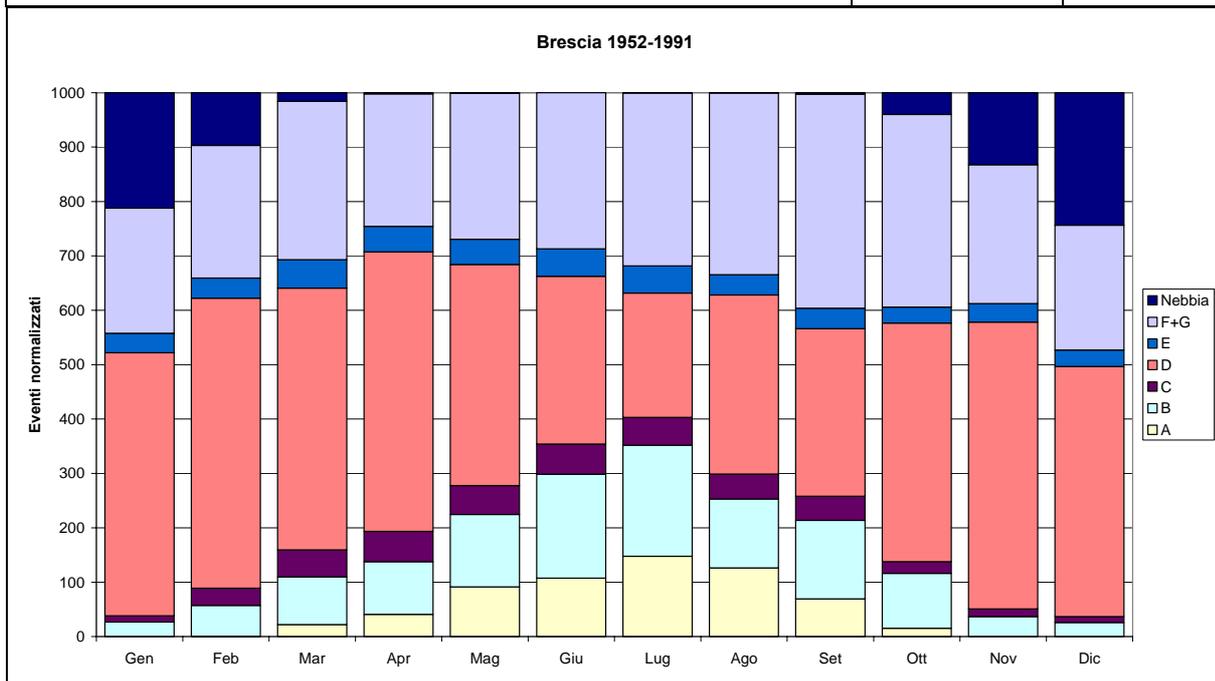


Figura 3.3.1.2.a: Brescia 1952-1991. Distribuzione mensile delle classi di stabilità atmosferica

Nel caso di Piacenza (**Figura 3.3.1.2.b**), la situazione è molto simile a quella descritta per Brescia. La classe prevalente è la D (dal 22% al 56% dei casi a seconda dei mesi). Nei mesi centrali dell'anno diventano importanti la classe A instabile (15% a luglio, 13% in agosto) e la classe F+G stabile (34% a settembre, 30% a ottobre).



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas		Fg. / di			Comm. N°		
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE		9 / 71			ST-001		
QUADRO AMBIENTALE		Cap. 3					

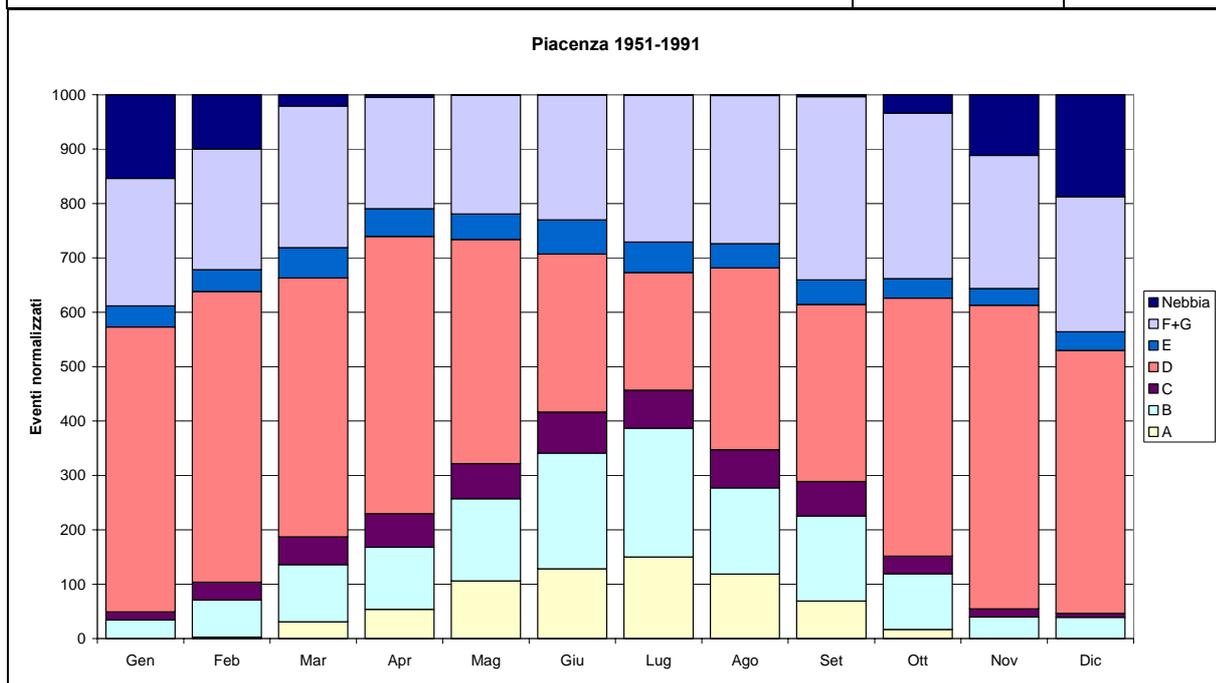


Figura 3.3.1.2.b: Piacenza 1951-1991. Distribuzione mensile delle classi di stabilità atmosferica.



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		10 / 71			ST-001		
		Cap. 3					

3.1.1.3. Umidità relativa

In **Figura 3.3.1.3.a** e **Figura 3.3.1.3.b** è mostrata la distribuzione percentuale delle osservazioni di umidità relativa per Brescia e Piacenza rispettivamente.

Si osserva che l'umidità relativa in entrambe le località risulta generalmente abbastanza elevata. Valori di umidità superiori al 90% vengono misurati nel 27% dei casi sia per Brescia che per Piacenza. Valori di umidità al di sotto del 50% sono presenti soltanto nel 9,4% dei casi per Brescia e nell' 8.5% dei casi per Piacenza.

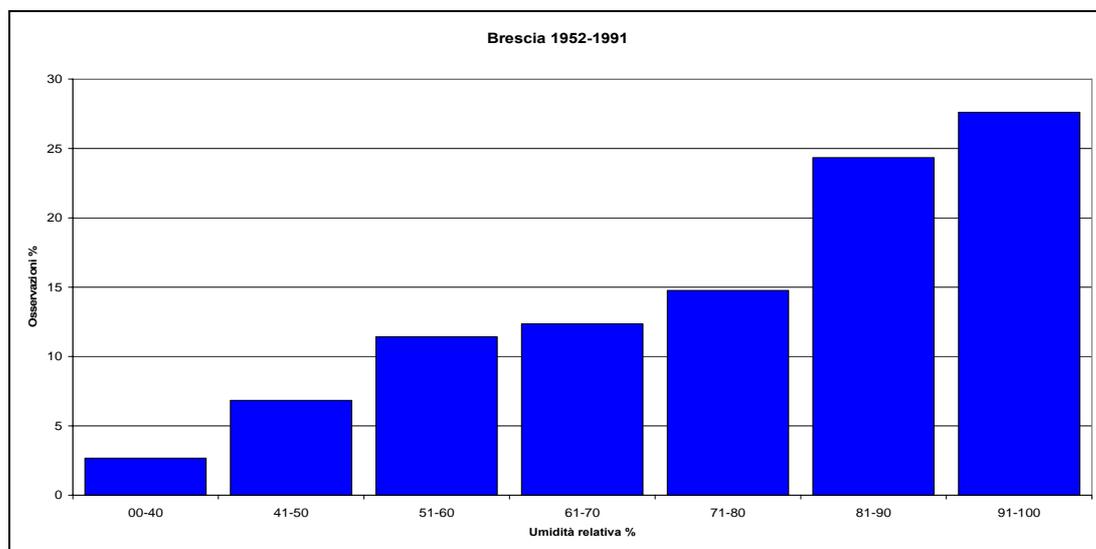


Figura 3.3.1.3.a: Brescia 1952-1991. Distribuzione delle osservazioni di umidità relativa



Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		11 / 71			ST-001		
		Cap. 3					

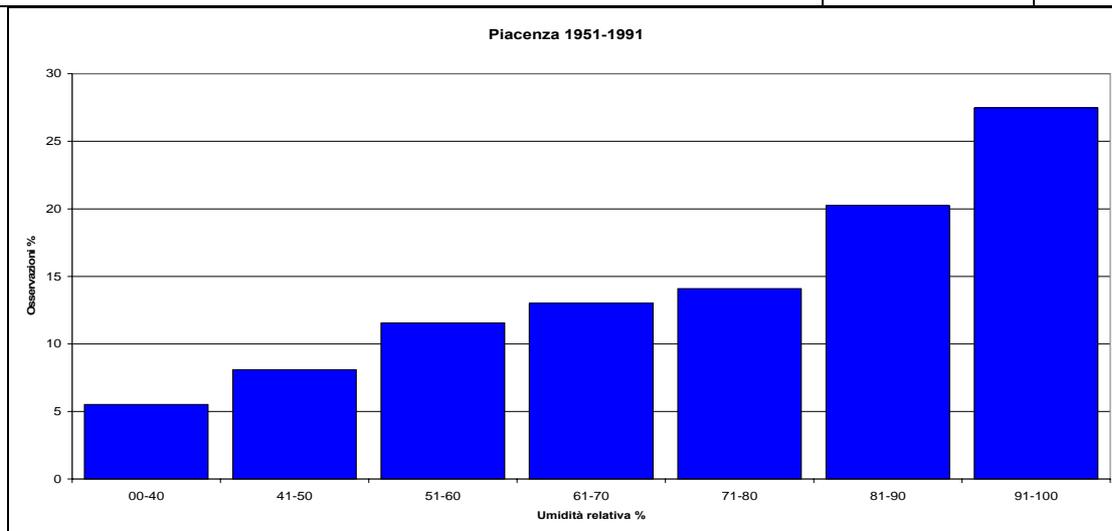
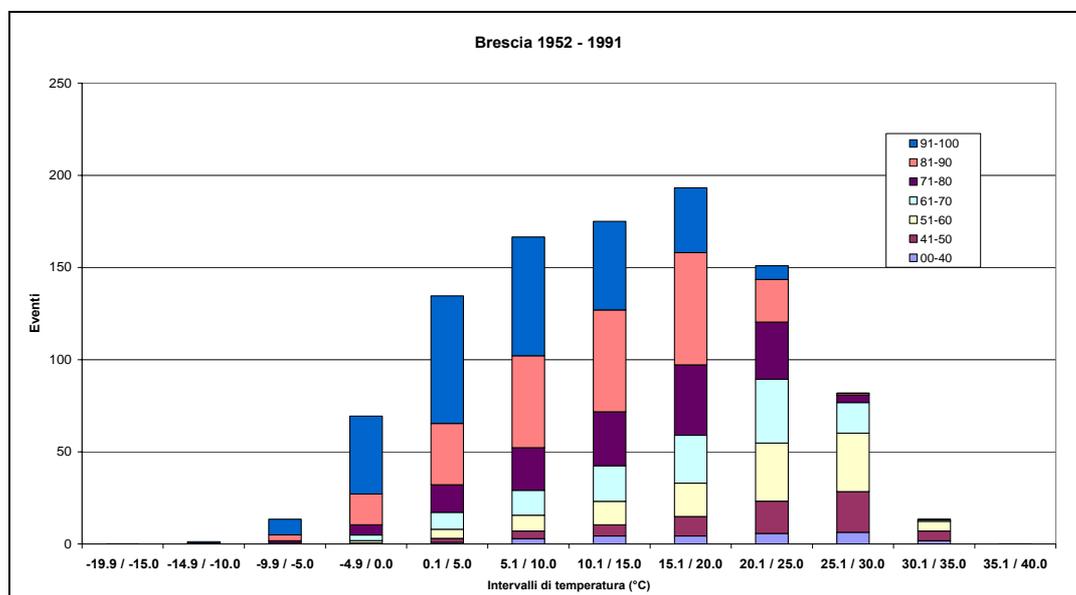


Figura 3.3.1.3.b: Piacenza 1951-1991. Distribuzione delle osservazioni di umidità relativa

In **Figura 3.3.1.3.c** e **Figura 3.3.1.3.d** è mostrato l'andamento delle classi di umidità relativa in funzione della temperatura. Sono molto frequenti in entrambe le località temperature tra i 15 e i 20 °C associate ad umidità elevata (superiore all'80%).





Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas		Fg. / di			Comm. N°		
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		12 / 71			ST-001		
		Cap. 3					

Figura 3.3.1.3.c: Brescia 1952-1991. Distribuzione dell'umidità relativa in funzione della temperatura atmosferica

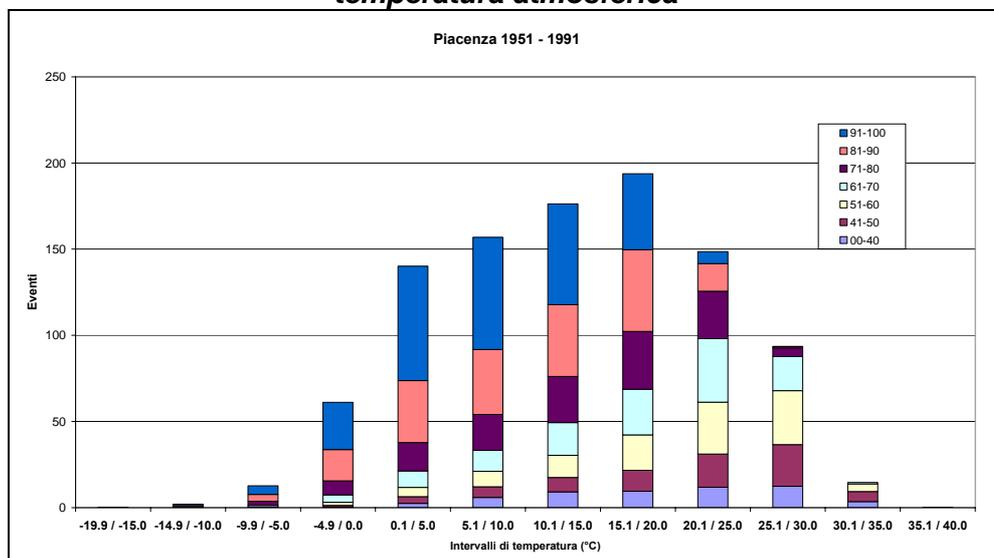


Figura 3.3.1.3.d: Piacenza 1951-1991. Distribuzione dell'umidità relativa in funzione della temperatura atmosferica

3.1.1.4. Temperatura

La distribuzione percentuale delle osservazioni di temperatura è mostrata in **Figura 3.3.1.4.a** per Brescia e in **Figura 3.3.1.4.b** per Piacenza.

Si osserva che la distribuzione di temperature è molto simile nelle due località, che distano tra loro all'incirca 70 km. La moda della distribuzione di temperatura in entrambe i casi cade nell'intervallo 15,1–20 °C.



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		13 / 71			ST-001		
		Cap. 3					

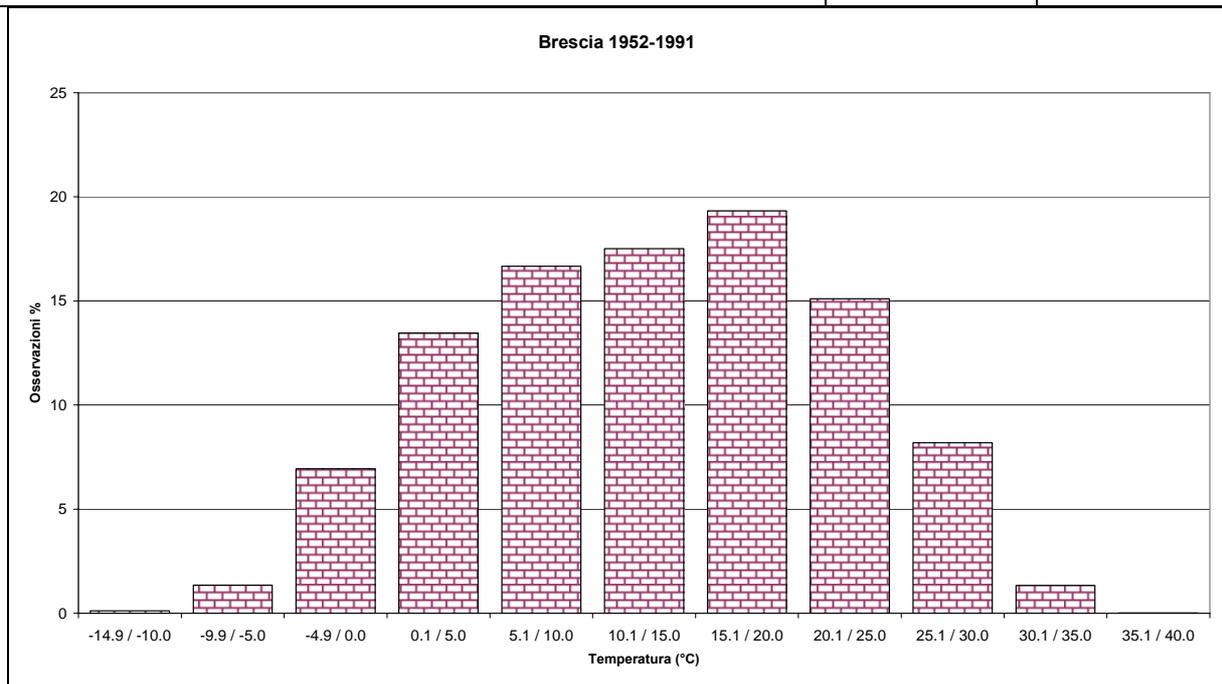


Figura 3.3.1.4.a: Brescia 1952-1991. Distribuzione delle osservazioni di temperatura



Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		14 / 71			ST-001		
		Cap. 3					

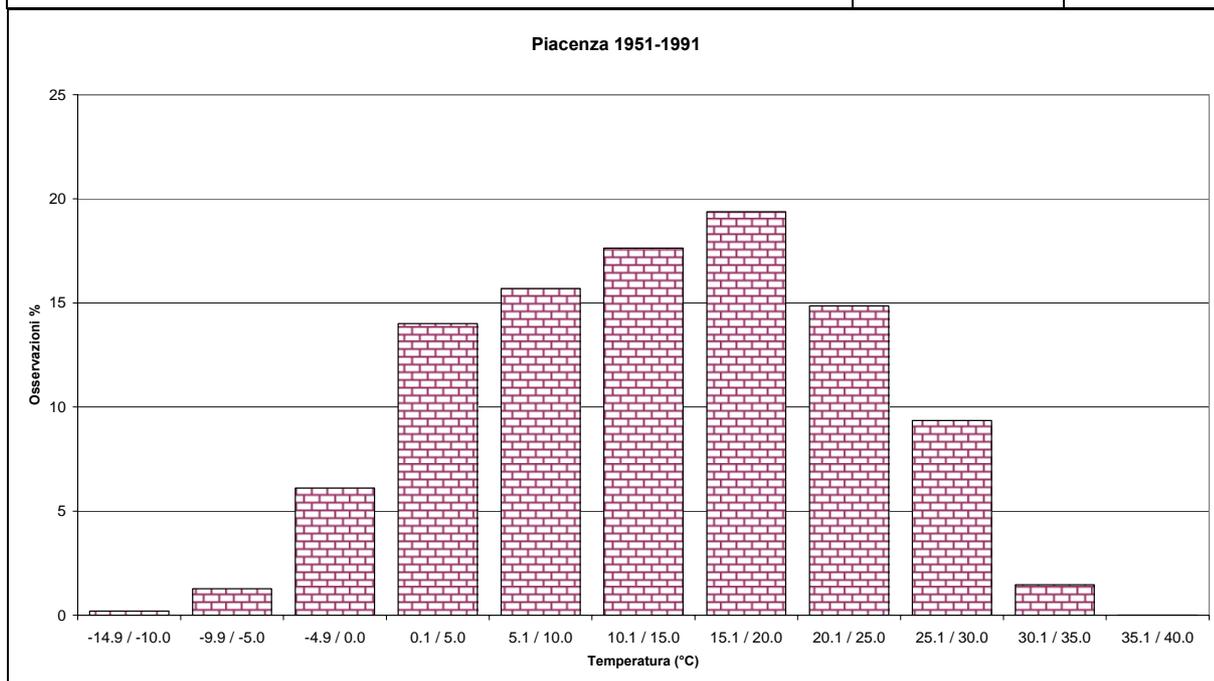


Figura 3.3.1.4.b: Piacenza 1951-1991. Distribuzione delle osservazioni di temperatura

3.1.1.5. Precipitazione

La distribuzione mensile della precipitazione media e massima e del numero di giorni di pioggia è rappresentata in **Figura 3.3.1.5.a** e in **Figura 3.3.1.5.b**.

Per Brescia, la massima precipitazione mensile nel periodo considerato è stata registrata nel mese di maggio ed è pari a 88 mm. La massima precipitazione media è invece relativa al mese di ottobre (98 mm). La precipitazione totale annua media è pari a 873 mm ed il numero medio di giorni di pioggia è pari a 85.

Per Piacenza, la massima precipitazione mensile nel periodo considerato è stata registrata nel mese di dicembre ed è pari a 199 mm. La massima precipitazione media è invece relativa al mese di ottobre (93 mm). La precipitazione totale annua media è pari a 832 mm ed il numero medio di giorni di pioggia è pari a 80.



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		15 / 71			ST-001		
		Cap. 3					

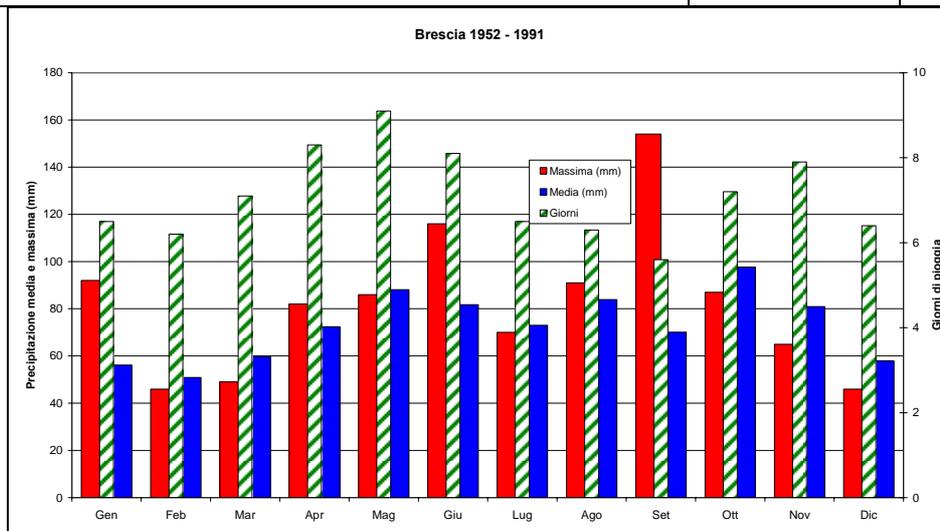


Figura 3.3.1.5.a: Brescia 1952-1991. Distribuzione mensile della precipitazione media e massima e del numero di giorni di pioggia

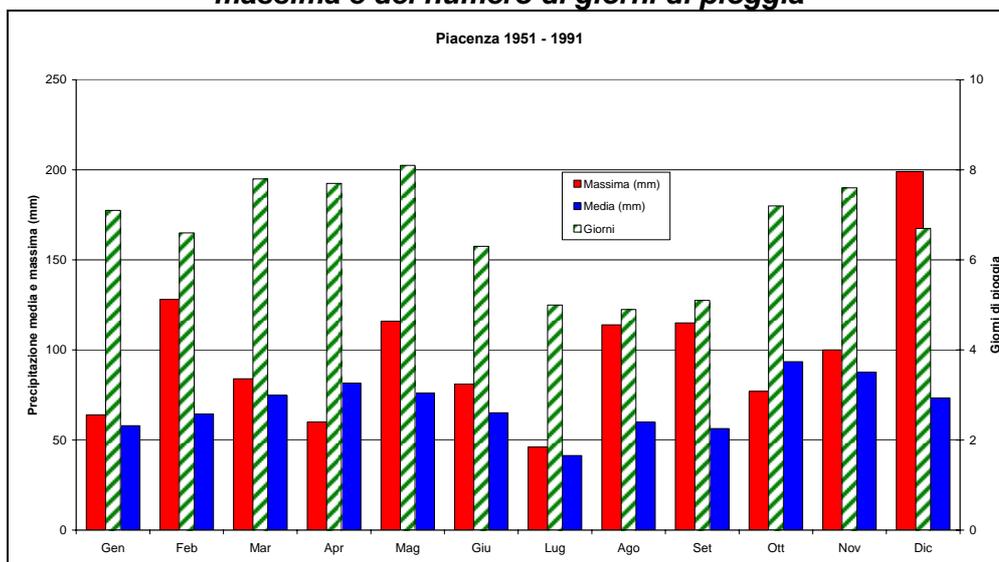


Figura 3.3.1.4.b: Piacenza 1951-1991. Distribuzione mensile della precipitazione media e massima e del numero di giorni di pioggia



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		16 / 71 Cap. 3			ST-001		

3.3.2 Condizioni Meteoclimatiche - Dati Modello Bolam

Per la predisposizione dell'input meteorologico del modello di simulazione impiegato, AERMOD, si sono utilizzati i campi meteorologici calcolati per l'intero anno 2004 dal modello prognostico ad area limitata BOLAM21. Tale modello è operativo presso l'Università di Genova e determina con cadenza trioraria (00, 03, 06, 09, 12, 15, 18, 21 UTC) e risoluzione spaziale di 0,2° in longitudine e latitudine (circa 21 km alle nostre latitudini) per un totale di 154 x 144 punti di griglia, le seguenti variabili al suolo:

- pressione
- precipitazione totale
- precipitazione convettiva
- flusso di calore sensibile
- flusso di calore latente
- radiazione ad onda corta
- radiazione ad onda lunga
- copertura nuvolosa
- temperatura del suolo
- temperatura dell'aria
- umidità relativa
- componenti orizzontali del vento.

BOLAM21 fornisce anche le seguenti variabili tridimensionali calcolate in corrispondenza dei livelli verticali di pressione pari a 1000, 925, 850, 700, 500, 400, 300 hPa:

- altezza geopotenziale
- temperatura
- componenti orizzontali del vento
- componente verticale del vento



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		17 / 71			ST-001		
		Cap. 3					

L'area di simulazione del modello BOLAM21 è riportata in **Figura 3.3.2.a**. Il modello BOLAM21 è inizializzato con i dati ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecasts) aventi risoluzione di 55 km circa alla nostra latitudine.

La serie temporale dei dati meteorologici in input al modello ISC3ST è stata generata a partire dai valori calcolati al suolo dal modello BOLAM21 in corrispondenza del nodo di coordinate (9.988 Est, 45.2932 Nord), il più vicino al sito in esame, che ha coordinate (10.036 Est, 45.2304 Nord). La distanza tra i due punti è di circa 7,9 km.

Poiché il modello AERMOD richiede in input sia le condizioni meteorologiche al suolo che quelle in quota con frequenza oraria, è stata preliminarmente effettuata una simulazione con il modello meteorologico diagnostico CALMET su terreno piatto inizializzato con i dati BOLAM di un unico nodo, il più prossimo al sito di Bordolano, per interpolarne spazialmente e temporalmente i valori.

In particolare, l'interpolazione verticale ha consentito di dettagliare maggiormente i livelli verticali rispetto a quanto fornito direttamente da BOLAM. Infatti BOLAM21 calcola le variabili in quota a livelli di pressione fissati (925 mb, 850 mb, 700 mb) che risultano significativamente spazati e corrispondono ad altezze sul livello del mare diverse da un'ora all'altra di output.

Per quanto riguarda i valori in superficie, sono stati estratti da CALMET i valori in prossimità del suolo di velocità e direzione del vento, temperatura dell'aria, umidità relativa, radiazione solare ad onda corta (utilizzata per determinare la copertura nuvolosa), lunghezza di Monin Obukhov, altezza di rimescolamento, velocità di frizione, velocità convettiva, flusso di calore sensibile e le altre variabili necessarie.

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni				
Settore	CREMA (CR)	0	1			
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°				
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121				
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di		Comm. N°		
		18 / 71		ST-001		
		Cap. 3				

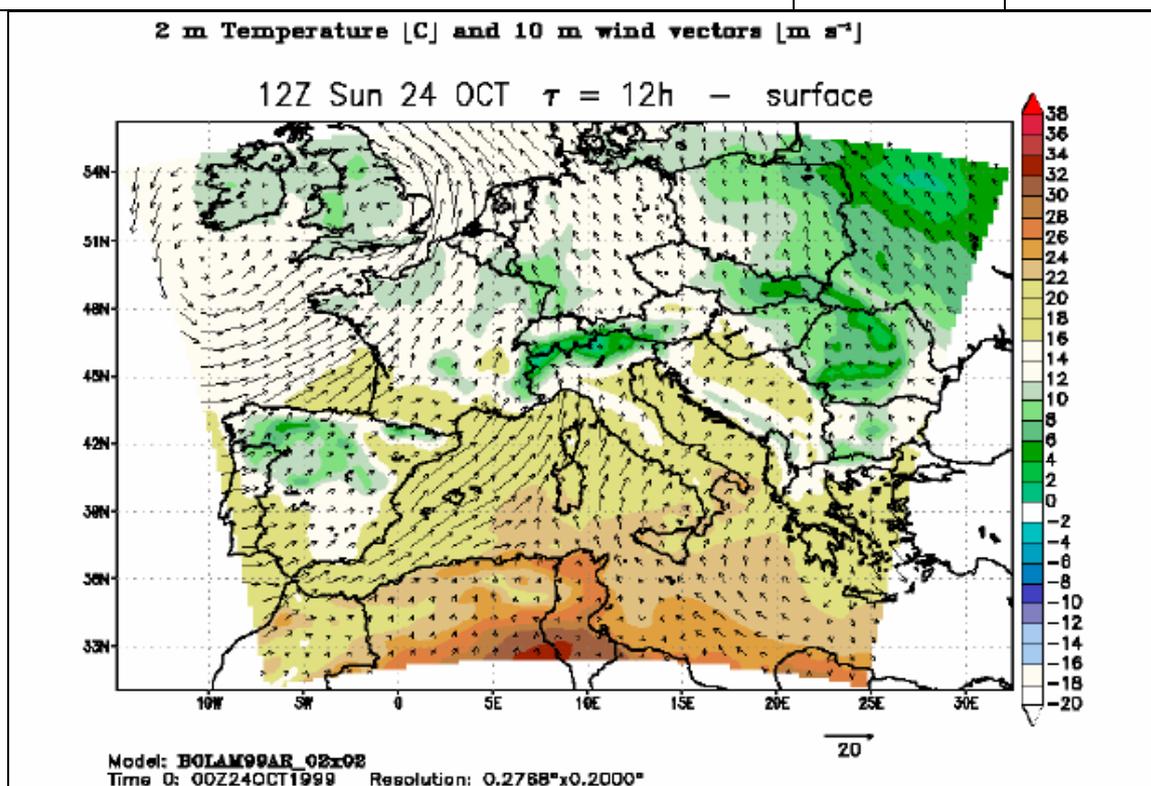


Figura 3.3.2.a: Dominio di simulazione del modello BOLAM21 dell'Università di Genova

3.3.2.1 Classi di stabilità atmosferica

Le classi di stabilità sono state calcolate con la tabella di Pasquill Gifford (e.g. Zannetti, 1990; Seinfeld and Pandis, 1998) che richiede la conoscenza della velocità del vento, della radiazione solare incidente durante le ore diurne, e della copertura nuvolosa durante le ore notturne (**Tabella 3.3.2.1.a**). Una modifica a tale tabella è stata proposta (Mohan and Siddiqui, 1998); essa consiste nell'attribuire classe neutra (D) alle ore di transizione giorno-notte e notte-giorno.

Nel presente lavoro è stata utilizzata la definizione originale delle classi di stabilità riportata in **Tabella 3.3.2.1.a**. Tuttavia le indicazioni di Mohan e Siddiqui (1998) sono state utilizzate al fine di definire le classi di stabilità nelle ore notturne per velocità del vento inferiore a 2 m/s, non contemplata nella tabella di Pasquill Gifford. A tali situazioni è stata attribuita la classe F. Nelle ore notturne, a parte i casi in cui la velocità del vento



Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas		Fg. / di			Comm. N°		
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		19 / 71			ST-001		
		Cap. 3					

supera i 5 m/s che sono sempre associati a classe D, è necessario conoscere la copertura nuvolosa.

Velocità del vento (m/s) a 10 m	Ore diurne			Ore notturne	
	Radiazione solare incidente (W/m ²)			Copertura nuvolosa	
	700	350 - 700	< 350	≥ 4/8	≤ 3/8
< 2	A	A-B	B	-	-
2 - 3	A-B	B	C	E	F
3 - 5	B	B-C	C	D	E
5 - 6	C	C-D	D	D	D
> 6	C	D	D	D	D

Tabella 3.3.2.1.a: Tabella per la determinazione delle classi di Pasquill-Gifford.
Fonte: Seinfeld and Pandis, 1998

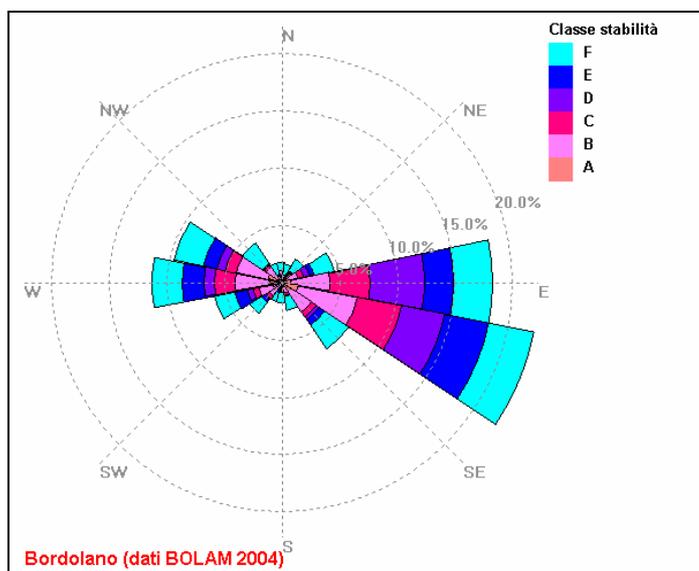


Figura 3.3.2.1.b: Bordolano 2004. Distribuzione delle classi di stabilità atmosferica per direzione di provenienza del vento. Dati BOLAM21

La **Figura 3.3.2.1.b** mostra la distribuzione della stabilità atmosferica in funzione della direzione di provenienza del vento. La classe di stabilità atmosferica prevalente è la F (quasi il 29% degli eventi), seguita dalla classe B (quasi il 25% degli eventi). Per quanto



Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		20 / 71			ST-001		
		Cap. 3					

riguarda le altre situazioni instabili, la classe C è presente per quasi il 13% delle ore dell'anno e la classe A è presente per circa il 9% delle ore dell'anno. Le classi D ed E sono presenti per quasi il 12% e il 13% delle ore rispettivamente.

3.3.2.1. Caratterizzazione anemologica

La rosa dei venti per l'intero periodo di simulazione è illustrata in **Figura 3.3.2.2.a**. La direzione di provenienza prevalente del vento è Est Sud Est (oltre il 22% degli eventi). Risultano frequenti anche i venti da Est (più del 18% degli eventi) e i venti da Ovest (più dell'11% degli eventi). Poco frequenti sono invece i venti da Nord o da Sud, che sono inoltre di debole intensità. La **Figura 3.3.2.2.b** mostra la rosa dei venti sovrapposta ad all'immagine satellitare di un'area in prossimità del sito in esame.

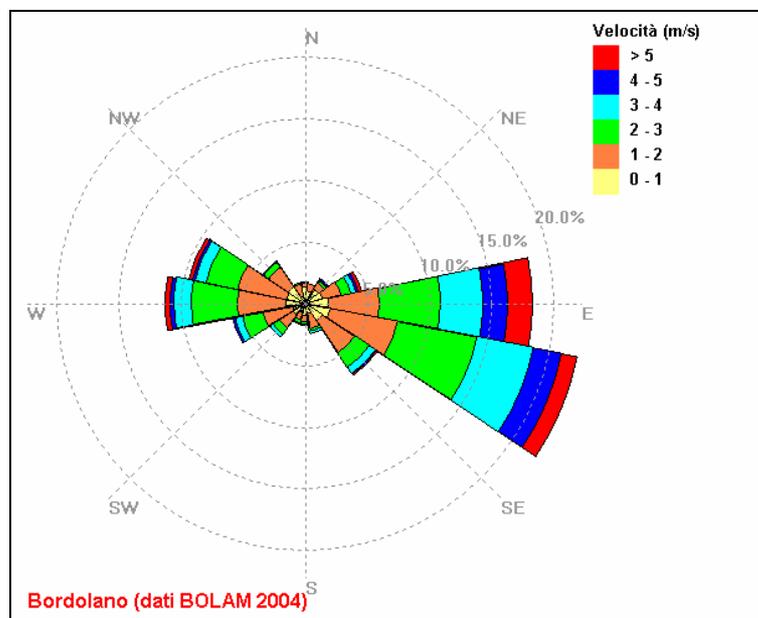


Figura 3.3.2.2.a: Bordolano 2004. Rosa dei venti. Dati BOLAM21.

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		21 / 71			ST-001		
		Cap. 3					



Figura 3.3.2.2.b: Bordolano 2004. Rosa dei venti (dati BOLAM21) sovrapposta all'immagine satellitare di un'area in prossimità del sito

La distribuzione percentuale di provenienza del vento è mostrata nel dettaglio in **Figura 3.3.2.2.c**. Le direzioni di provenienza del vento *meno* frequenti sono Nord-Nord-Est, Sud-Sud-Ovest e Nord-Nord-Ovest (1,7%) e Nord e Sud (1,8%). I venti di provenienza dall'arco che va da Est a Sud Est sono presenti nel 47,5% dei casi, mentre venti provenienti dall'arco che va da Ovest a Nord Ovest sono presenti nel 25% dei casi.



Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		22 / 71			ST-001		
		Cap. 3					

La distribuzione della velocità del vento è mostrata in **Figura 3.3.2.2.e**; come si osserva la mediana è pari a 1,9 m/s, mentre il 90% delle misure è inferiore a 4,0 m/s; sono quindi decisamente prevalenti i regimi di vento debole e moderato.

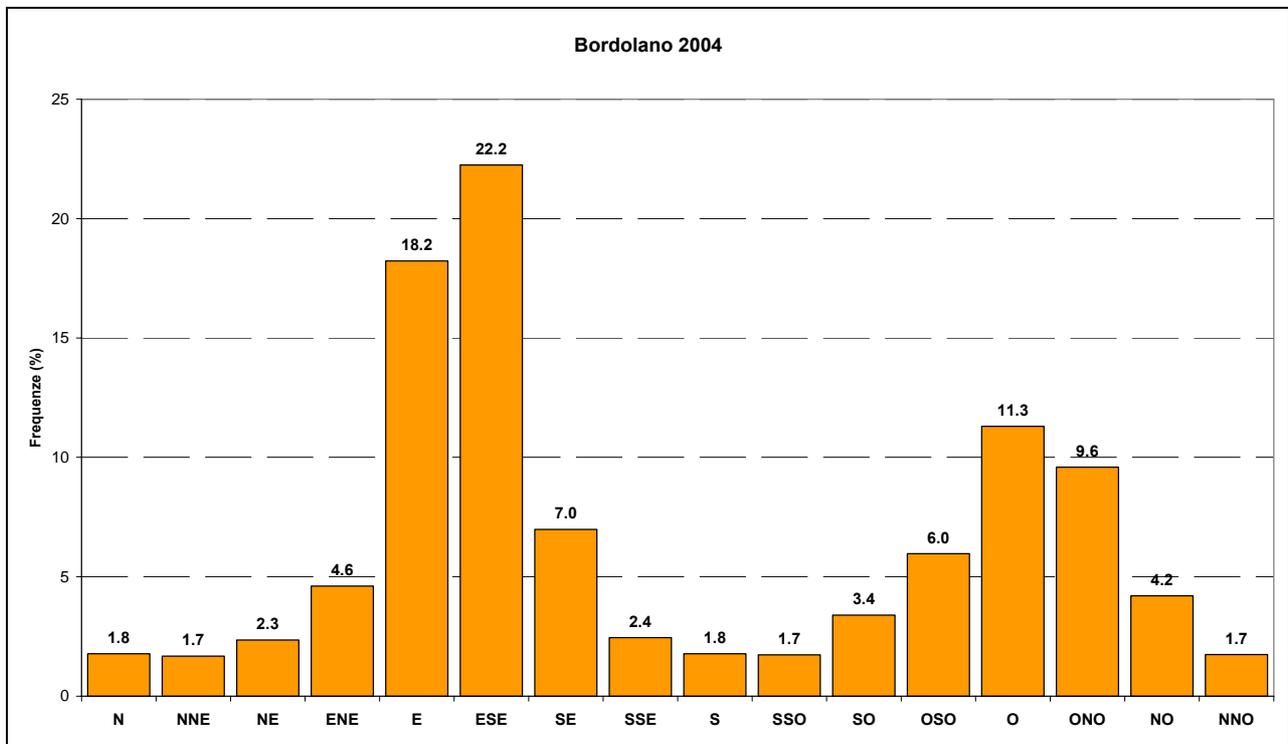


Figura 3.3.2.2.d: Bordolano 2004. Distribuzione percentuale della direzione del vento. Dati BOLAM21



Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		23 / 71			ST-001		
		Cap. 3					

Bordolano 2004

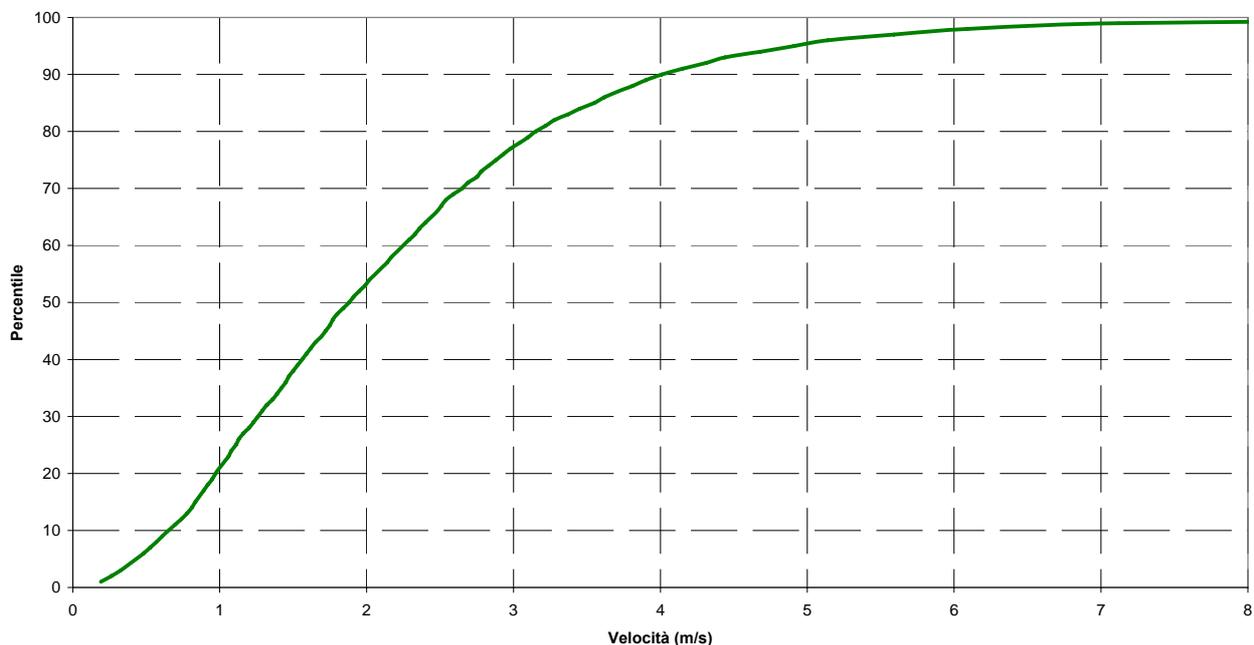


Figura 3.3.2.2.e: Bordolano 2004. Percentili della velocità del vento. Dati BOLAM21

La **Figura 3.3.2.2.f** mostra la rosa delle velocità medie del vento per ogni direzione. La maggiore velocità media vale 2,9 m/s ed è relativa alla direzione Est. La velocità media proveniente da Est Sud Est è di 2,7 m/s, mentre quella proveniente da Ovest è di 2,2 m/s.

Infine la **Figura 3.3.2.2.g** mostra la rosa delle velocità massime per direzione; il valore massimo di vento è di 11,8 m/s e si verifica nella direzione Est, quella di venti più frequente.



Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni				
Settore	CREMA (CR)	0	1			
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°				
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121				
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di		Comm. N°		
		24 / 71		ST-001		
		Cap. 3				

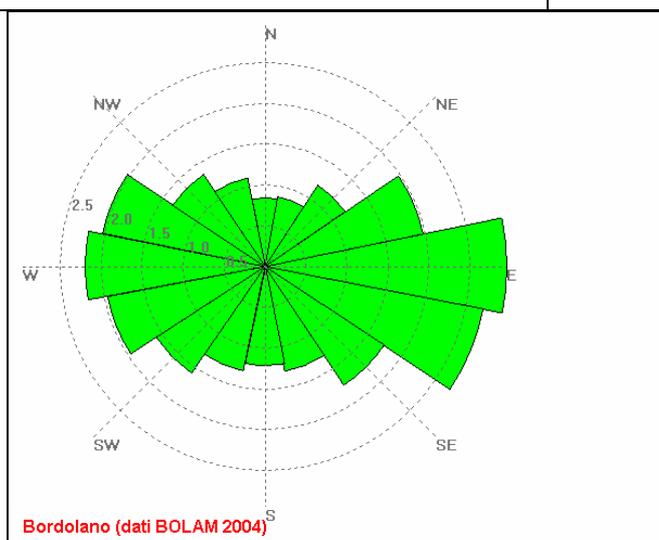


Figura 3.3.2.2.f.: Bordolano 2004. Rosa della velocità media del vento. Dati BOLAM21.

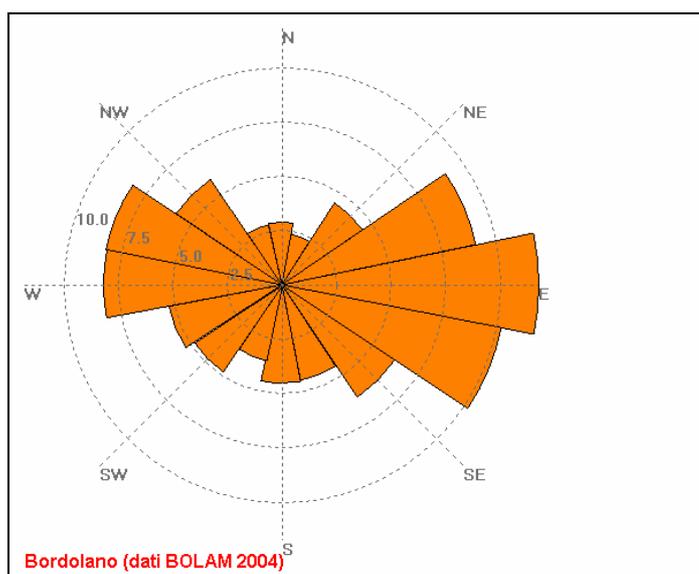


Figura 3.3.2.2.g: Bordolano 2004. Rosa della velocità massima del vento. Dati BOLAM21



Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		25 / 71			ST-001		
		Cap. 3					

3.3.2.2. Temperatura

L'andamento della temperatura minima, media e massima mensile delle temperature durante l'anno 2004 è riportato in **Figura 3.3.2.3.a**. I valori spaziano dal minimo di -6 °C predetto per il mese di gennaio al massimo di 35 °C predetto per mese di luglio. Le temperature medie variano da 1.7 °C del mese di gennaio agli oltre 22 °C dei mesi di luglio e agosto.

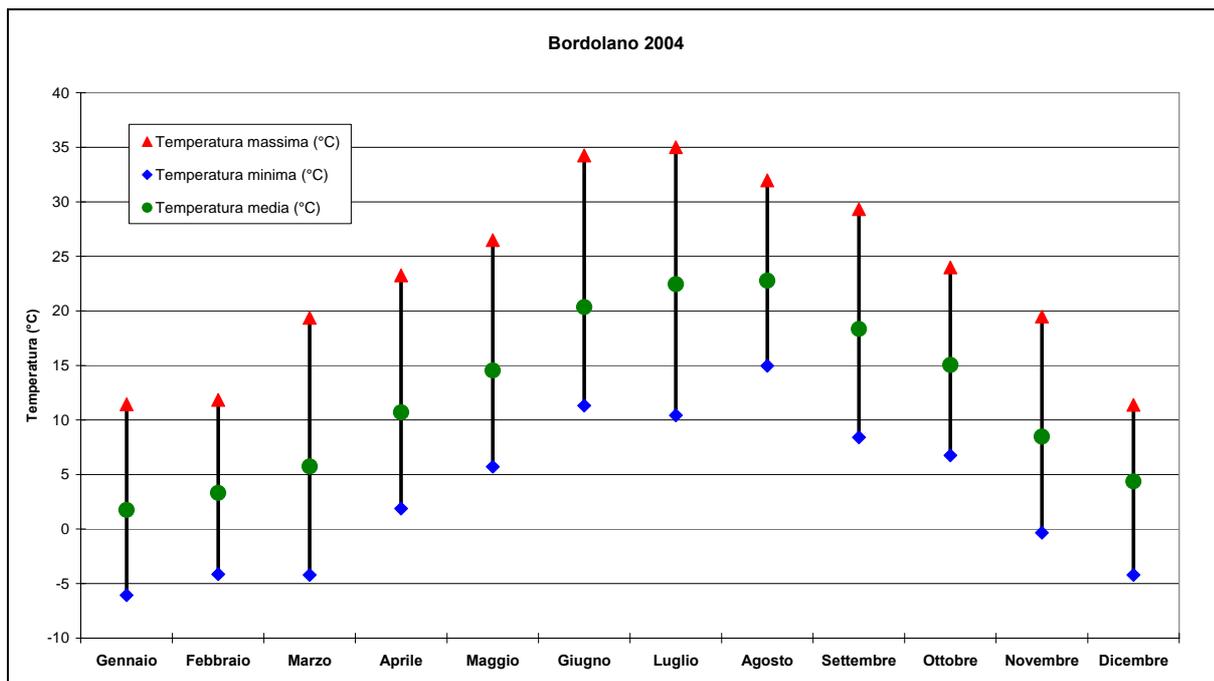


Figura 3.3.2.3.a: Bordolano 2004. Andamento mensile della temperatura minima, media e massima. Dati BOLLAM21



Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		26 / 71			ST-001		
		Cap. 3					

3.3.2.3. Radiazione solare

La radiazione globale massima mensile viene mostrata in **Figura 3.3.2.4.a**. La variabile, come la temperatura, ha il tipico andamento a campana, con i valori più elevati nei mesi centrali dell'anno (maggio, giugno, luglio). La radiazione globale massima oscilla tra i circa 301 W/mq del mese di dicembre agli circa 960 W/mq dei mesi di maggio e giugno.

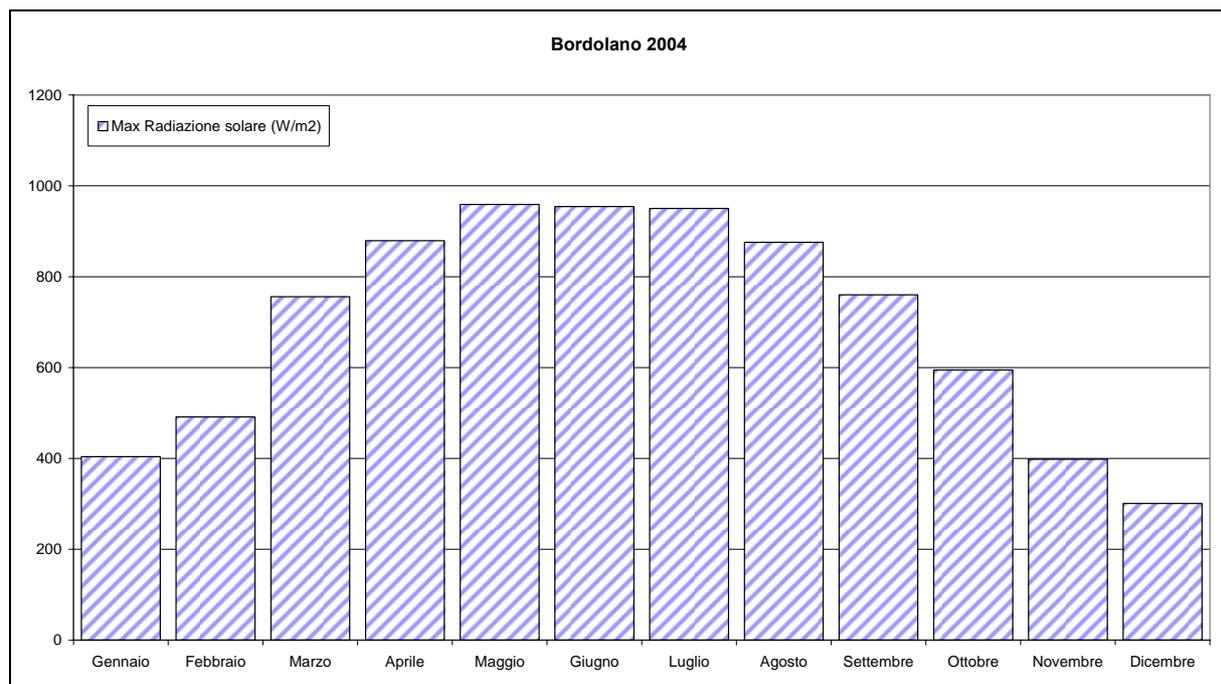


Figura 3.3.2.4.a: Bordolano 2004. Radiazione massima mensile. Dati BOLAM 21.

3.3.2.4. Andamento dello strato limite planetario

Una rassegna esaustiva sui metodi di calcolo dell'altezza dello strato limite è stata condotta da Siebert et al. (2000). Nei casi stabile e neutro le formule più attendibili sono quelle diagnostiche che forniscono l'altezza del PBL in funzione della turbolenza meccanica e/o convettiva. Nel caso convettivo il processo di crescita del PBL è non stazionario e le formule prognostiche sono da preferirsi a quelle diagnostiche. La scala temporale per la variazione dell'altezza del PBL è molto più breve rispetto a quella dei casi stabile e neutro.



Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas		Fg. / di			Comm. N°		
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		27 / 71			ST-001		
		Cap. 3					

Casi stabile e neutro

Per calcolare l'altezza del PBL nei casi stabile e neutro è stata adottata la formula di Zilitinkevich (1989). Nel caso neutro (classe D) l'altezza del PBL dipende solamente dalla turbolenza meccanica (u^*), mentre nel caso stabile essa è funzione anche della turbolenza convettiva che, assieme alla turbolenza meccanica, è contenuta nella formulazione della lunghezza di Monin Obukhov.

La formula di Zilitinkevich (1989) è la seguente:

$$h = \frac{u_*}{f} \left(\frac{1}{\Lambda_0} + \frac{\sqrt{\mu}}{k C_h} \right)^{-1}$$

dove $\Lambda_0 = 0.3$, e $C_h = 0.85$, e $\mu = \frac{k u_*}{f L}$ con $k = 0.4$ (costante di von Karman), f parametro di Coriolis (1/s), u_* velocità di frizione (m/s) e L lunghezza di Monin Obukhov (m).

Caso instabile

Nel caso instabile l'altezza del PBL è stata calcolata con il metodo prognostico descritto da Batcharova e Gryning (1991). Tale metodo considera l'effetto spin-up, cioè il fatto che aria proveniente dalla libera troposfera che entra nel mixing layer per entrainment deve aggiustare il suo livello energetico a quello medio del PBL. Questo effetto assume particolare importanza (Fisher et al., 1998) per:

- condizioni prossime alla neutralità (presenza di flusso convettivo di bassa entità dalla superficie verso l'atmosfera),
- piccoli valori dell'altezza del PBL (tipicamente nella transizione notte → giorno).

L'equazione utilizzata è quindi la seguente:

$$\frac{\partial h}{\partial t} = \langle w' \Theta' \rangle_0 \left[\frac{\gamma_\Theta h^2}{(1+2A)h - 2kBL} + \frac{c_T u_*^2}{\beta(1+A)h - kBL} \right]^{-1}$$

dove γ_Θ gradiente di temperatura nello strato sopra il PBL (K/m), β parametro di galleggiamento ($m/(K s^2)$), $A = 0.2$, $B = 2.5$, $c_T = 8$. Il flusso turbolento di calore al suolo ($\langle w' \Theta' \rangle_0$) si ottiene invertendo l'espressione della lunghezza di Monin Obukhov una volta nota la velocità di frizione:



Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		28 / 71			ST-001		
		Cap. 3					

$$L = -\frac{u_*^3}{k\beta\langle w'\Theta' \rangle_0}$$

3.3.2.5. Velocità di frizione

Il bilancio energetico, necessario per ottenere la lunghezza di Monin Obukhov, viene calcolato come indicato in Bellasio et al. (1994).

Note la lunghezza di Monin Obukhov L , la rugosità z_0 , la velocità del vento u e l'altezza dell'anemometro z , si ottiene la velocità di frizione u^* invertendo la formula seguente:

$$u(z) = \frac{u_*}{k} \left(\ln \frac{z}{z_0} - \Psi_m \left(\frac{z}{L} \right) \right)$$

dove k è la costante di von Karman ($k=0.4$). La funzione universale è data da (e.g. Zannetti, 1990):

$$\Psi_m = \begin{cases} -5 \frac{z}{L} & L > 0 \\ 0 & \frac{1}{L} = 0 \\ \ln \left(\frac{1+x^2}{2} \left(\frac{1+x}{2} \right)^2 \right) - 2 \operatorname{arctg}(x) + \frac{\pi}{2} & L < 0 \end{cases}$$

dove $x = (1 - 16 z/L)^{0.25}$.

A titolo di esempio si riporta in **Figura 3.3.2.6.a** l'andamento orario dello strato limite per alcuni giorni del mese di Febbraio 2006, calcolato dal modello CALMET con gli algoritmi sopra descritti. Valori molto elevati dello strato limite planetario vengono calcolati per gli ultimi giorni del mese, che sono legati a condizioni di vento molto forte (da 9 fino a 10,5 m/s) e di neutralità atmosferica.



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni				
Settore	CREMA (CR)	0	1			
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°				
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121				
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di		Comm. N°		
		29 / 71		ST-001		
		Cap. 3				

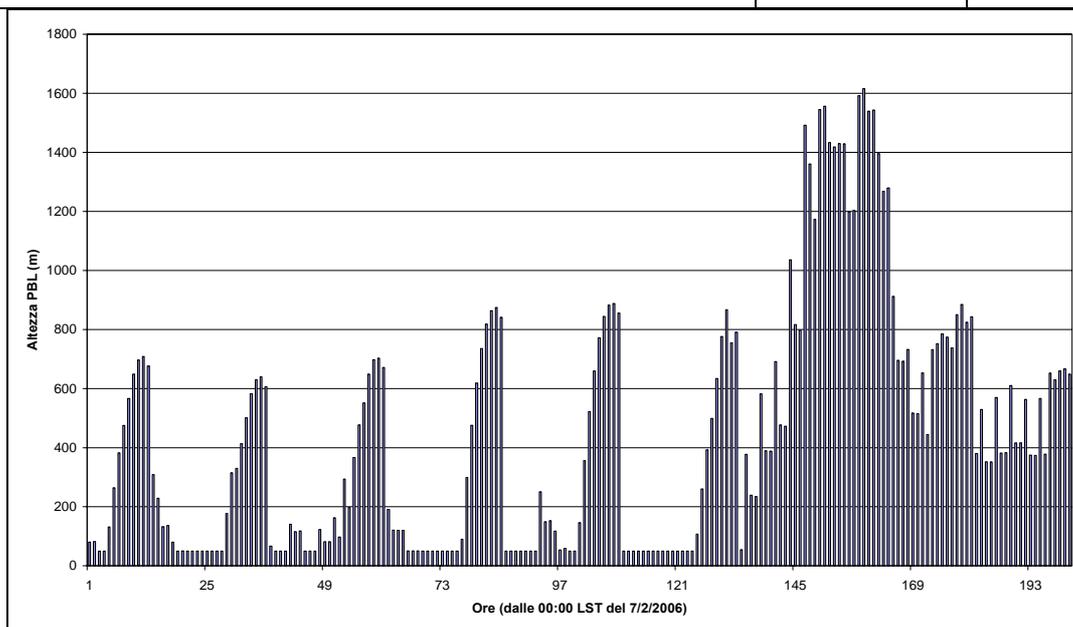


Figura 3.3.2.6-A. Bordolano 2004. Esempio di andamento orario dell'altezza di rimescolamento



Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		30 / 71 Cap. 3			ST-001		

3.4 INQUADRAMENTO NORMATIVO

La normativa di interesse sulla qualità dell'aria per il presente studio è stabilita dal DM n. 60 del 2 aprile 2002.

Il Decreto recepisce contemporaneamente due Direttive Europee, la 99/30/CE (relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il biossido di zolfo, il biossido di azoto, gli ossidi di azoto, le particelle e il piombo) e la 00/69/CE (relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio), conosciute anche come direttive "figlie" della 96/62/CE già recepita attraverso il decreto legislativo del 4 agosto 1999, n. 351.

I valori limite e i valori guida fissati dal DM 2 aprile 2002 vengono riportati nelle **Tabella 3.4.a** e **Tabella 3.4.b**.

Il valore limite riportato per il **biossido di zolfo** può essere espresso anche in termini di percentili. Il percentile 99,73 della concentrazione media oraria non deve superare i $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre il percentile 99,18 della concentrazione media giornaliera non deve superare i $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Analogamente per il **biossido di azoto** il percentile 99,79 della concentrazione media oraria non deve superare i $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Per quanto riguarda il **PM10** di seguito vengono indicati i valori relativi alla fase 1, che termina l'1 gennaio 2005 e alla fase 2, che termina l'1 gennaio 2010. I valori limite riportati in **Tabella 3.4.a** per il PM10 si possono anche esprimere dicendo che il percentile 90,41 delle concentrazioni medie giornaliere non deve superare i $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durante la fase 1.

Nella fase 2 il percentile di interesse diventa il 98,08 (con la stessa soglia limite).

Per il **benzene** il Decreto stabilisce un valore limite di $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media annua.

Il valore limite per il **monossido di carbonio** è espresso tramite la media massima giornaliera su 8 ore. Essa viene individuata esaminando le medie mobili su 8 ore, calcolate in base a dati orari e aggiornate ogni ora.

Il Decreto stabilisce le soglie di allarme per il biossido di zolfo e per il biossido di azoto:

- SO_2 : $500 \mu\text{g}/\text{m}^3$ misurati su tre ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria di un'area di almeno 100 km^2 oppure in una intera zona o un intero agglomerato, nel caso siano meno estesi.



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		31 / 71 Cap. 3			ST-001		

- NO₂: 400 µg/m³ misurati su tre ore consecutive in un sito rappresentativo della qualità dell'aria di un'area di almeno 100 km² oppure in una intera zona o un intero agglomerato, nel caso siano meno estesi.

In caso di superamenti delle soglie di allarme l'informazione deve essere resa pubblica, completa di data e ora del superamento, la causa (nel caso in cui sia nota), le previsioni sui futuri livelli di inquinamento, le categorie di popolazione potenzialmente sensibili al fenomeno e le precauzioni che la popolazione sensibile deve prendere per minimizzare gli eventuali danni.



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas		Fg. / di			Comm. N°		
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		32 / 71			ST-001		
		Cap. 3					

Destinazione del limite	Periodo di riferimento	Valore limite	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
BIOSSIDO DI ZOLFO			
Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte per anno civile	1° gennaio 2005
Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte per anno civile	1° gennaio 2005
Valore limite per la protezione degli ecosistemi	Anno civile e inverno (1 ottobre 31 marzo)	20 µg/m ³	19 luglio 2001
BIOSSIDO DI AZOTO			
Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 µg/m ³ da non superare più di 18 volte per anno civile	1° gennaio 2010
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m ³	1° gennaio 2010
OSSIDI DI AZOTO			
Valore limite per la protezione della vegetazione	Anno civile	30 µg/m ³ NO _x	19 luglio 2001

Tabella 3.4.a: Valori limite fissati dal DM 2 aprile 2002 (parte 1/2)



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		33 / 71			ST-001		
		Cap. 3					

Destinazione del limite	Periodo di media	Valore limite	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
PM10 (fase 1)			
Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m ³ PM ₁₀ da non superare più di 35 volte per anno civile	1° gennaio 2005
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	40 µg/m ³ PM ₁₀	1° gennaio 2005
PM10 (fase 2)			
Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	50 µg/m ³ PM ₁₀ da non superare più di 7 volte l'anno	1° gennaio 2010
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	20 µg/m ³ PM ₁₀	1° gennaio 2010
PIOMBO			
Valore limite annuale per la protezione della salute umana	Anno civile	0.5 µg/m ³	1° gennaio 2005
BENZENE			
Valore limite per la protezione della salute umana	Anno civile	5 µg/m ³	1° gennaio 2010
MONOSSIDO DI CARBONIO			
Valore limite per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m ³	1° gennaio 2005

Tabella 3.4.b: Valori limite fissati dal DM 2 aprile 2002 (parte 2/2)



Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		34 / 71			ST-001		
		Cap. 3					

3.5 LA QUALITÀ DELL'ARIA ATTUALE

3.5.1 Qualità dell'aria dalla rete di monitoraggio

Le informazioni riportate in questo paragrafo sono state ottenute dai rapporti provinciali sulla qualità dell'aria che ARPA Lombardia mette a disposizione sul suo sito internet.

In **Figura 3.5.1.a** vengono mostrate le emissioni annuali di NOX e CO, suddivise per macrosettore CORINAIR, relativamente all'intera provincia di Cremona stimate da INEMAR per l'anno 2003. Le emissioni totali di NOX nella provincia superano le 9700 t/a, mentre quelle di CO superano le 21300 t/a.

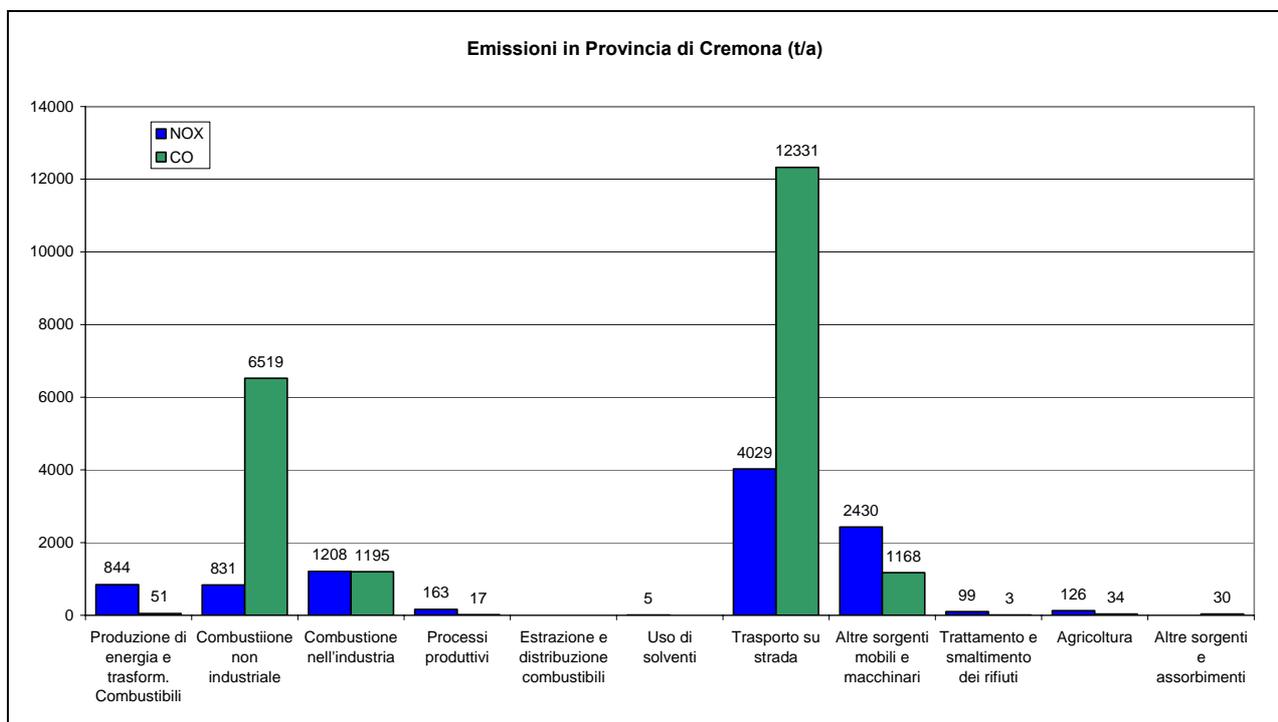


Figura 3.5.1.a: Emissioni annuali di NOX e CO stimate per l'anno 2003 nella provincia di Cremona per gli 11 macrosettori CORINAIR (Fonte: INEMAR)

La zonizzazione del territorio lombardo viene mostrata in **Figura 3.5.1.b**. La posizione di Bordolano è rappresentata dal cerchio blu in prossimità del confine tra le province di Cremona e di Brescia. Si osserva che Bordolano è situato all'interno della zona di mantenimento.



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		35 / 71			ST-001		
		Cap. 3					

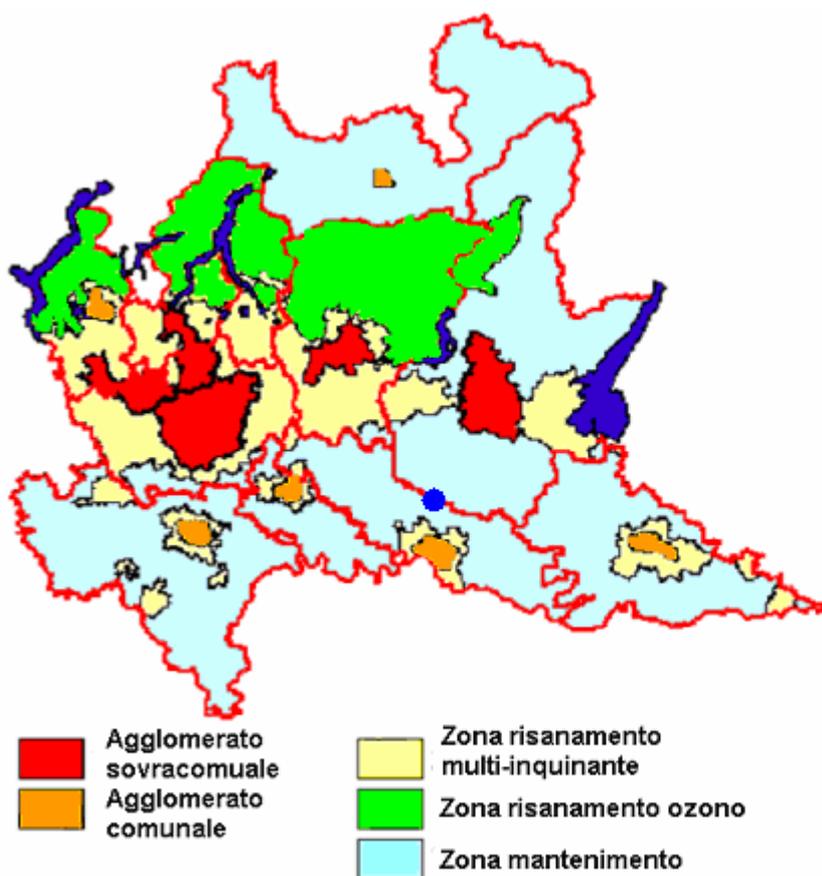


Figura 3.5.1.b: Attuale zonizzazione del territorio in Lombardia.

La rete pubblica di monitoraggio della qualità dell'aria (QA) della provincia di Cremona, gestita dall'ARPA, è composta da 9 stazioni fisse, alle quali si affianca un laboratorio mobile. La posizione sul territorio delle stazioni fisse è mostrata nella **Figura 3.5.1.c**, mentre la loro tipologia è riepilogata in **Tabella 3.5.1.a** ai sensi della Decisione 2001/752/CE.



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni				
Settore	CREMA (CR)	0	1			
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°				
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121				
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di		Comm. N°		
		36 / 71		ST-001		
		Cap. 3				

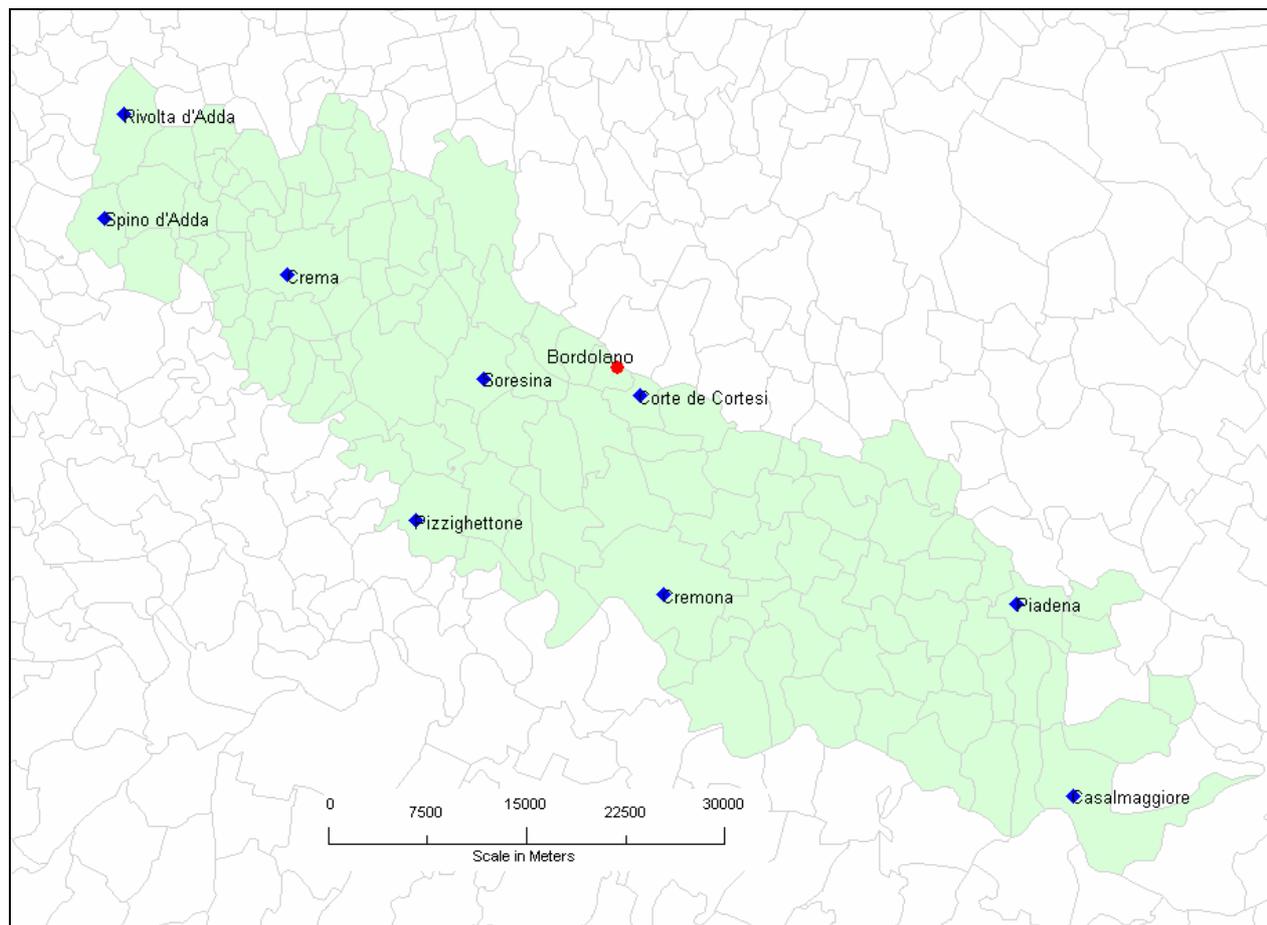


Figura 3.5.1.c: Posizione di Bordolano (cerchio rosso) e delle stazioni fisse di monitoraggio della qualità dell'aria in Provincia di Cremona

Il tipo di zona in cui è ubicata la stazione di monitoraggio è da intendersi come segue:

- Urbana: centro urbano di consistenza rilevante per le emissioni atmosferiche, con più di 3000-5000 abitanti.
- Suburbana: periferia di una città o area urbanizzata residenziale posta fuori dall'area urbana principale.
- Rurale: all'esterno di una città, ad una distanza di almeno 3 km; un piccolo centro urbano con meno di 3000-5000 abitanti è da ritenersi tale.

Il tipo di stazione è invece definito come segue:



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		37 / 71 Cap. 3			ST-001		

- Traffico: la fonte principale di inquinamento è costituita dal traffico.
- Industriale: la fonte principale di inquinamento è costituita dall'industria.
- Fondo: misura il livello di inquinamento determinato dall'insieme delle sorgenti di emissione non localizzate nelle immediate vicinanze della stazione; può essere localizzata indifferentemente in qualsiasi delle tre zone descritte sopra.

Le stazioni di monitoraggio della qualità dell'aria più vicine a Bordolano sono, nell'ordine, *Corte dè Cortesi* e *Soresina* (indicate in grassetto in **Tabella 3.5.1.a**).

Nel 2005 gli inquinanti misurati dalla stazione di Corte dè Cortesi sono SO₂, NO₂, O₃ e PTS, mentre quelli monitorati dalla stazione di Soresina sono NO₂ e PM10. Tra gli inquinanti normati ai sensi del DM 04/2002 le due stazioni non misurano il CO e il C₆H₆ (benzene).

Tra le 9 stazioni di monitoraggio provinciali il monossido di carbonio viene misurato solo nelle stazioni di Cremona e di Crema, in quella di Casalmaggiore e di Piadena. Il benzene invece è misurato solo nella stazione di monitoraggio di Cremona Cadorna.



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		38 / 71 Cap. 3			ST-001		

Stazione	Tipo zona	Tipo stazione	Quota s.l.m. (m)
Cremona Libertà	Urbana	Traffico	47
Cremona Cadorna	Urbana	Traffico	40
Crema XI Febbraio	Suburbana	Fondo	78
Crema Indipendenza	Urbana	Fondo	78
Casalmaggiore	Suburbana	Traffico	25
Piadena	Suburbana	Fondo	30
Soresina	Suburbana	Traffico	66
Corte dè Cortesi	Rurale	Fondo	60
Pizzighettone	Urbana	Fondo	45

Tabella 3.5.1.a: Tipologia delle stazioni di monitoraggio della rete provinciale ARPA di Cremona

Le posizioni delle campagne di monitoraggio condotte con il mezzo mobile tra il 2003 e il 2005 vengono indicate in **Figura 3.5.1.d**. La campagna condotta più vicino a Bordolano è quella di Annicco, effettuata tra il 22 settembre 2005 e il 6 novembre 2005. In tale misurazione, ai sensi della Decisione 2001/752/CE, la zona era suburbana e il tipo di stazione era di traffico.

Nel seguito verranno descritte le misure effettuate dalle stazioni fisse di Corte dè Cortesi e Soresina e dal mezzo mobile nella campagna di Annicco.



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni				
Settore	CREMA (CR)	0	1			
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°				
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121				
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di		Comm. N°		
		39 / 71		ST-001		
		Cap. 3				

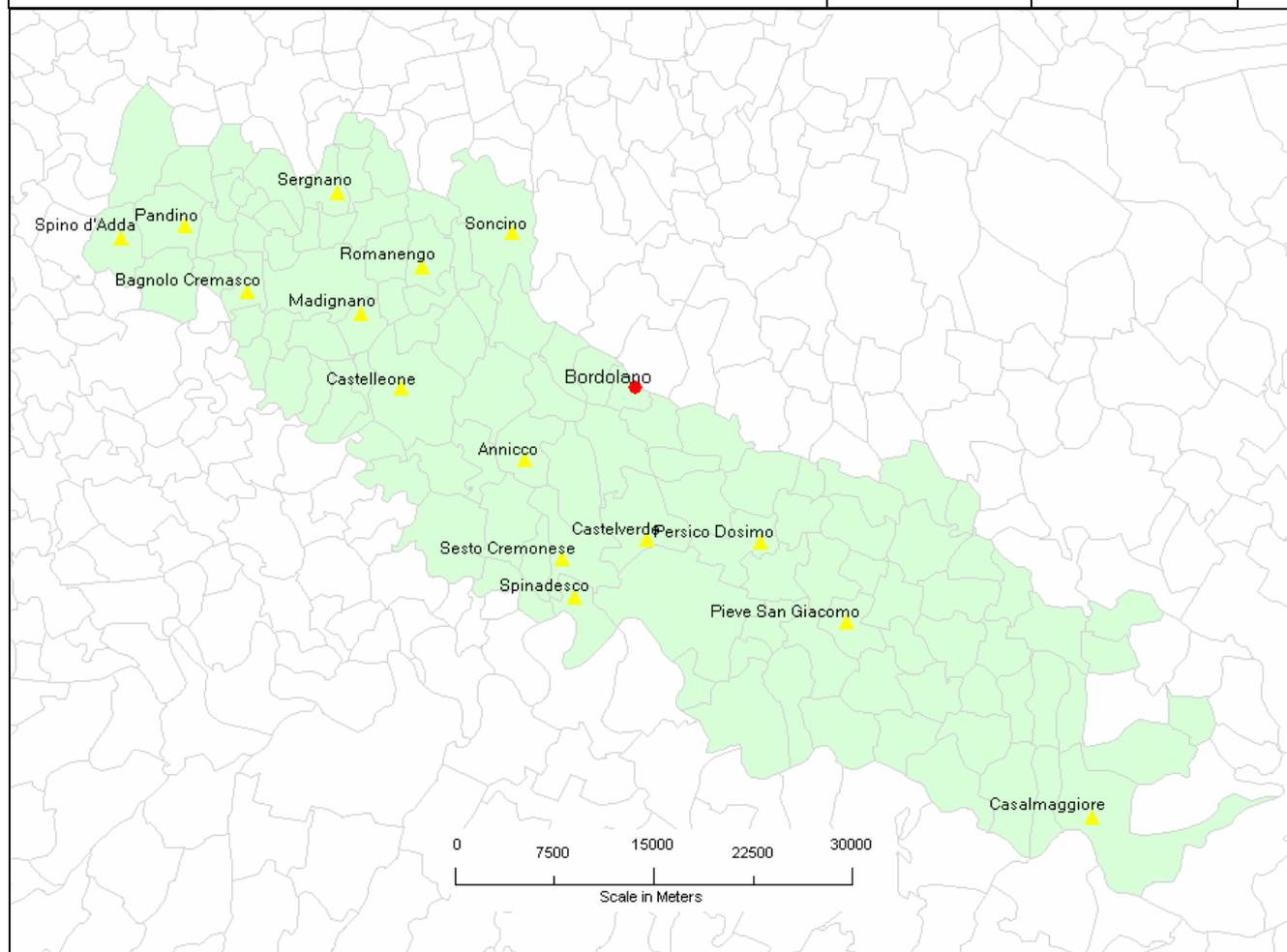


Figura 3.5.1.d: Posizione di Bordolano (cerchio rosso) e delle campagne effettuate dall'ARPA Lombardia con il mezzo mobile nella Provincia di Cremona dal 2003 al 2005

Nel seguito si descrivono le concentrazioni rilevate per ogni singolo inquinante.

Si anticipa comunque, come sottolineato nei rapporti sulla qualità dell'aria prodotti da ARPA, che il dato cronico di superamento dei limiti per la provincia di Cremona riguarda due inquinanti: PM10 e O₃. L'analisi dei dati ha inoltre mostrato, come si vedrà nelle pagine seguenti, il superamento del limite di legge anche per la media annuale di NOX.

Monossido di Carbonio



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		40 / 71			ST-001		
		Cap. 3					

Il monossido di carbonio non viene misurato dalle due stazioni di Corte dè Cortesi e Soresina. Si osserva tuttavia che nessuna stazione appartenente alla provincia ha mai superato nell'anno 2005 il limite di $10000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ relativo alla media mobile di 8 ore. Per quanto riguarda la campagna di misura di Annicco, il valore medio di concentrazione nell'intero periodo di misura è stato pari a $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Benzene

Il benzene, come il CO, non viene misurato dalle due stazioni di monitoraggio fisse di Corte de' Cortesi e Soresina. Si osserva tuttavia che l'unica stazione della provincia che misura C_6H_6 (Cremona Cadorna) non ha mai superato nell'anno 2005 il limite di $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ relativo alla media annuale (tale media essendosi assestata al valore di $1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Nella campagna di misura di Annicco il benzene non è stato misurato.

Biossido di Azoto

La concentrazione media oraria di biossido di azoto nell'anno 2005 non ha mai superato il limite di $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ stabilito dal DM 60/2002, né nella stazione di Corte dè Cortesi né in quella di Soresina (il 98° percentile dei valori di concentrazione media oraria vale $69 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $77 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rispettivamente nelle due stazioni).

La media annuale di concentrazione è stata pari a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nella stazione di Corte dè Cortesi e a $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ nella stazione di Soresina. In ogni caso quindi essa è stata inferiore al limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ stabilito dalla legge. L'andamento temporale delle medie annuali di NO_2 registrate dalle due stazioni viene riportata in **Figura 3.5.1.e**.

Il valore medio della concentrazione di NO_2 relativo all'intero periodo di misura della campagna condotta in Annicco è di $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ossidi di Azoto

La concentrazione media annuale di ossidi di azoto nell'anno 2005 è stata calcolata pari a $54 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $41 \mu\text{g}/\text{m}^3$ rispettivamente nella stazione di Corte dè Cortesi e in quella di Soresina. In entrambe le stazioni è stato quindi superato il limite di $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ stabilito dal DM 60/2002 per la protezione degli ecosistemi.



Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		41 / 71			ST-001		
		Cap. 3					

Biossido di Zolfo

Il biossido di zolfo non ha determinato nell'anno 2005 nessun superamento della media oraria (limite $350 \mu\text{g}/\text{m}^3$) né della media giornaliera (limite $125 \mu\text{g}/\text{m}^3$) in nessuna delle due stazioni fisse. La media annuale inoltre si è attestata attorno ai $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in entrambe le stazioni, rimanendo quindi sotto il limite di $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ stabilito dalla legge per la protezione della vegetazione. L'analisi del trend temporale della media annuale mostra inoltre che dal 1997 la media annuale si attesta sempre attorno ai $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$, con rare eccezioni verso i $4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Per quanto riguarda la campagna di misura di Annicco, il valore medio di concentrazione nell'intero periodo di misura è stato pari a $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

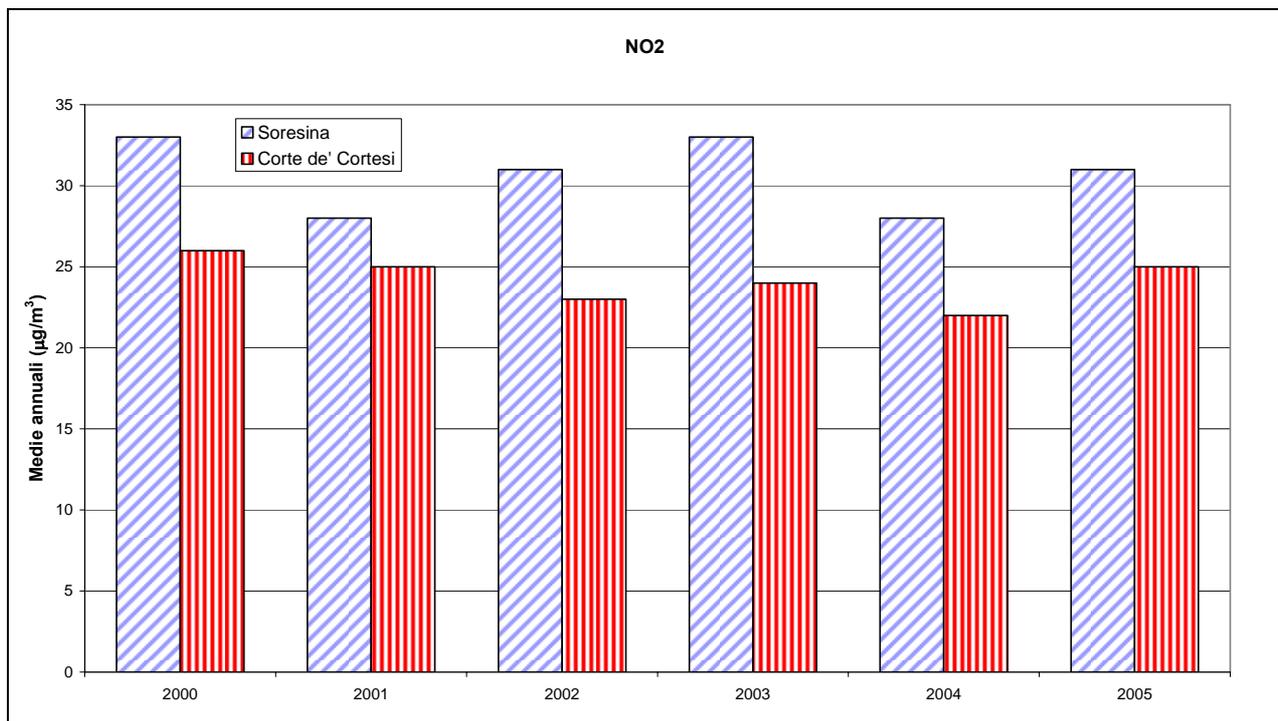


Figura 3.5.1.e: Andamento temporale della concentrazione media annuale di NO2



Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		42 / 71			ST-001		
		Cap. 3					

Polveri

La stazione di Corte dè Cortesi misura le polveri totali (PTS) ed il trend temporale delle medie annuali delle misure è mostrato in **Figura 3.5.1.f**.

La stazione di Soresina misura invece il solo PM10 con un analizzatore a microbilancia oscillante. I valori sono stati convertiti da ARPA in accordo al metodo di misura SM2005 (che risponde alla Direttiva CE 99/30) utilizzando appositi fattori di conversione.

La differenza tra il sistema di misura classico e il sistema SM2005 sta nel fatto che quest'ultimo consente di misurare anche la parte semivolatile del particolato. Il valore di PM10 misurato con il sistema di misura SM2005 risulta più elevato rispetto a quello misurato con il metodo classico nei mesi invernali, quando la frazione semivolatile è condensata, mentre è simile a quello misurato con il metodo classico nei mesi caldi, quando la parte semivolatile si ritrova allo stato gassoso.

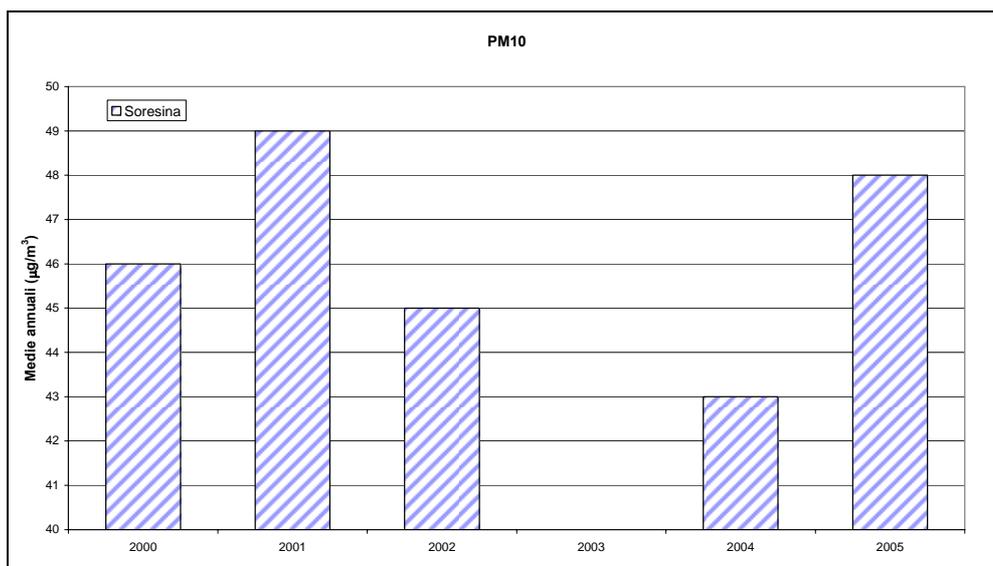


Figura 3.5.1.f: Andamento temporale della concentrazione media annuale di PM10

Si osserva che il limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ stabilito dal DM 60/2002 è stato sempre superato negli ultimi anni (con le concentrazioni ricondotte al metodo SM2005). Per quanto



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		43 / 71			ST-001		
		Cap. 3					

riguarda la media giornaliera, la stazione di Soresina nel 2005 ha registrato 107 superamenti del valore limite di $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (limite che non dovrebbe essere superato più di 35 volte l'anno).

Si osserva inoltre che i dati della stazione di Soresina, relativi agli ultimi 3 mesi del 2005, non sono stati utilizzati a causa dell'apertura di un cantiere in prossimità della centralina stessa, che sicuramente ha avuto un impatto sulla qualità dell'aria locale.

Infine il valore medio della concentrazione di PM10 relativo all'intero periodo di misura della campagna condotta in Annicco è calcolato pari a $43 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Ozono

L'andamento temporale della media annuale di O₃ presso la stazione di Corte de' Cortesi è mostrato in **Figura 3.5.1.g**.

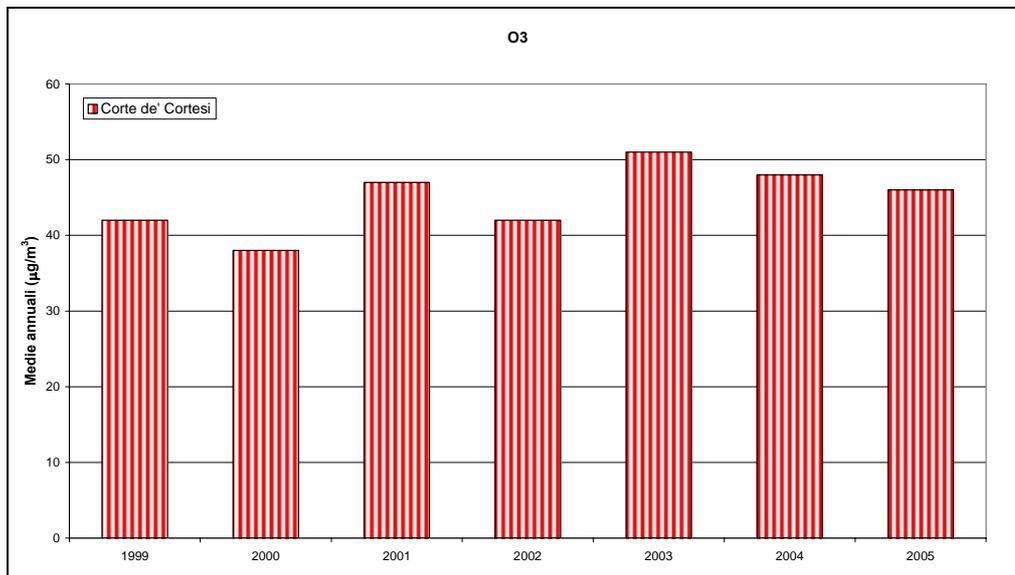


Figura 3.5.1.g: Andamento temporale della concentrazione media annuale di O₃

Si osserva che esso si attesta sempre attorno ai $40 - 50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Per quanto riguarda i limiti stabiliti dal DL 183/2004, nel 2005 il numero di superamenti del livello di $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ per la media di 8 ore è stato pari a 106, contro un numero massimo di 25 stabilito dalla legge per la protezione della salute umana. Il numero medio di superamenti negli ultimi 3 anni è stato pari a 120.



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		44 / 71			ST-001		
		Cap. 3					

Per quanto riguarda la protezione della vegetazione, l'AOT40 (Average Over a Threshold of 40 ppb) calcolato per il periodo maggio-luglio del 2005 è risultato pari a 40,04 mg/m³ h.

L'AOT40 mediato sugli ultimi 5 anni è stato calcolato pari a 40,95 mg/m³ h, contro la soglia di 18 mg/m³ h stabilita dalla legge.

Infine, il valore medio della concentrazione di O₃ relativo all'intero periodo di misura della campagna condotta in Annicco è stato di 26 µg/m³.

L'analisi dei risultati del monitoraggio dalle stazioni fisse di Corte de' Cortesi e Soresina nel 2005 mostra una criticità dei livelli di ozono nei pressi dell'area oggetto di studio.

3.5.1. Qualità dell'aria da campagna di monitoraggio nell'area oggetto di studio

Al fine di valutare lo stato attuale della qualità dell'aria è stato predisposto un monitoraggio della qualità dell'aria ante operam per verificare l'ulteriore capacità di carico dell'ambiente e la sostenibilità dell'intervento. L'indagine è stata svolta predisponendo un laboratorio mobile dotato di strumentazione idonea per la determinazione dei parametri da monitorare.

La campagna di monitoraggio, di 15 giorni, è stata effettuata dal 19 settembre 2006 al 3 ottobre 2006. In essa sono stati monitorati non solo gli inquinanti atmosferici di interesse, ma anche tutte le possibili variabili meteorologiche.

Biossido di Zolfo

Le misure di SO₂ effettuate durante la campagna hanno mostrato un massimo valore medio orario pari a 16 µg/m³, il massimo valore medio giornaliero misurato pari a 13 µg/m³ e la media sul periodo di misura pari a 11 µg/m³. Confrontati con i limiti rispettivamente pari a 350 µg/m³, 125 µg/m³ e 20 µg/m³, non si osservano superamenti.

Acido Solfidrico

Le misure di H₂S non presentano superamento dei limiti di legge. La normativa di riferimento (DPR 322/1971) stabilisce un limite di 100 µg/m³ per la concentrazione media su 30 minuti e di 40 µg/m³ per la concentrazione media su 24 ore. La massima media oraria misurata (da utilizzare come rappresentativa della media di 30 minuti) è stata pari a 17 µg/m³, mentre la massima media giornaliera è stata pari a 9 µg/m³.

Biossido di Azoto



Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		45 / 71			ST-001		
		Cap. 3					

I valori misurati per il biossido di azoto sono risultati inferiori rispetto ai limiti stabiliti dal DM 60/2002. Il valore della massima media oraria rilevata è di $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre il valore medio sul periodo è di $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$. L'andamento temporale dei valori giornalieri minimi, medi e massimi di NO_2 è mostrato in **Figura 3.5.2.a**.

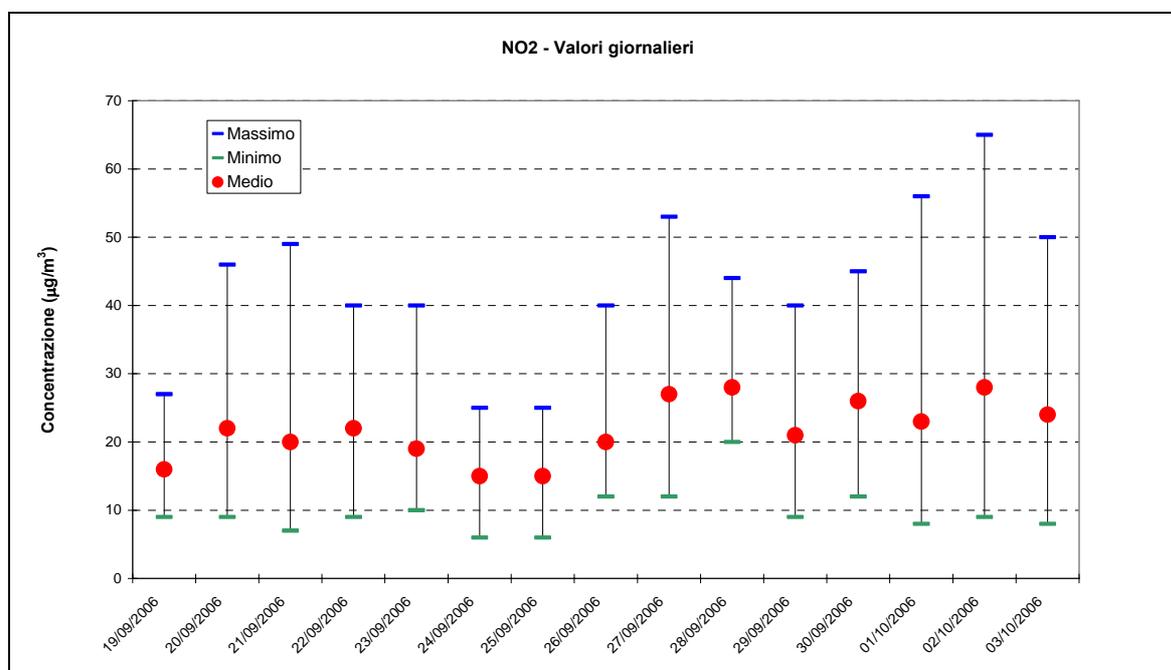


Figura 3.5.2.a: Andamento temporale dei valori minimi, medi e massimi giornalieri di NO_2



Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni				
Settore	CREMA (CR)	0	1			
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°				
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121				
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di		Comm. N°		
		46 / 71		ST-001		
		Cap. 3				

Ossidi di Azoto

Il valore medio di NOX misurato durante la campagna di misura è pari a $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$, al di sotto del limite legislativo di $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (DM 60/2002) della media annuale posto a salvaguardia degli ecosistemi. L'andamento temporale dei valori giornalieri minimi, medi e massimi di NOX è mostrato in **Figura 3.5.2.b**.

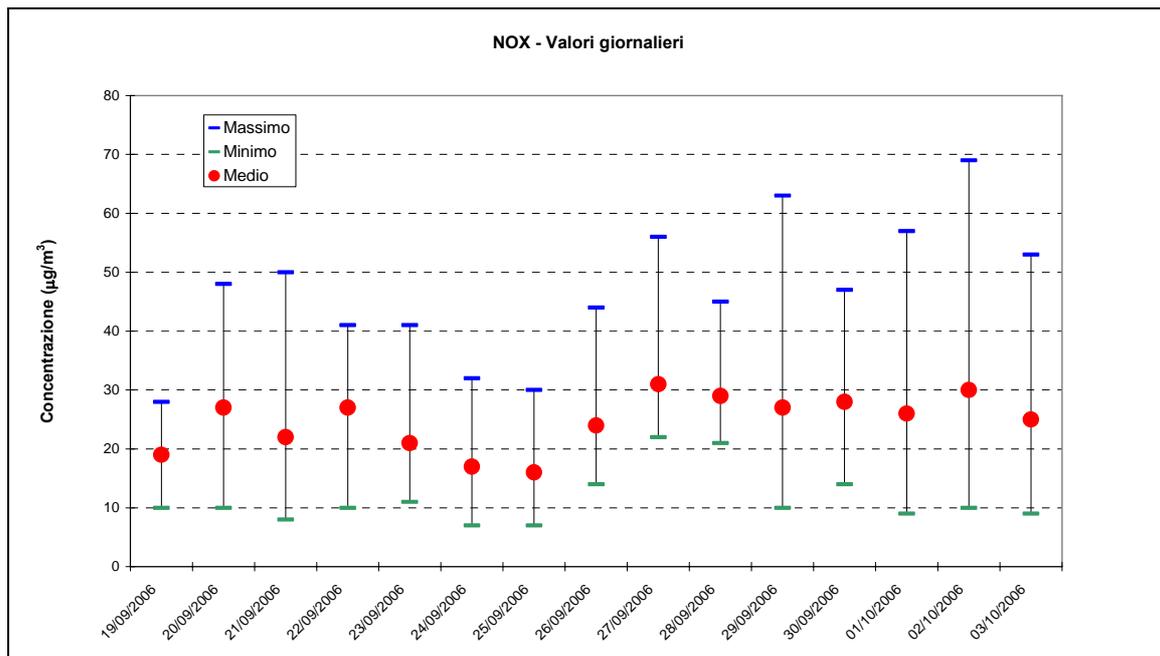


Figura 3.5.2.b: Andamento temporale dei valori minimi, medi e massimi giornalieri di NOX

Monossido di Carbonio

Il massimo valore medio sulle 8 ore misurato ammonta a $0,6 \text{ mg}/\text{m}^3$, risultando quindi inferiore rispetto al limite di $10 \text{ mg}/\text{m}^3$ stabilito dal DM 60/2002. L'andamento temporale dei valori giornalieri minimi, medi e massimi di CO è mostrato in **Figura 3.5.2.c**.



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni				
Settore	CREMA (CR)	0	1			
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°				
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121				
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di		Comm. N°		
		47 / 71		ST-001		
		Cap. 3				

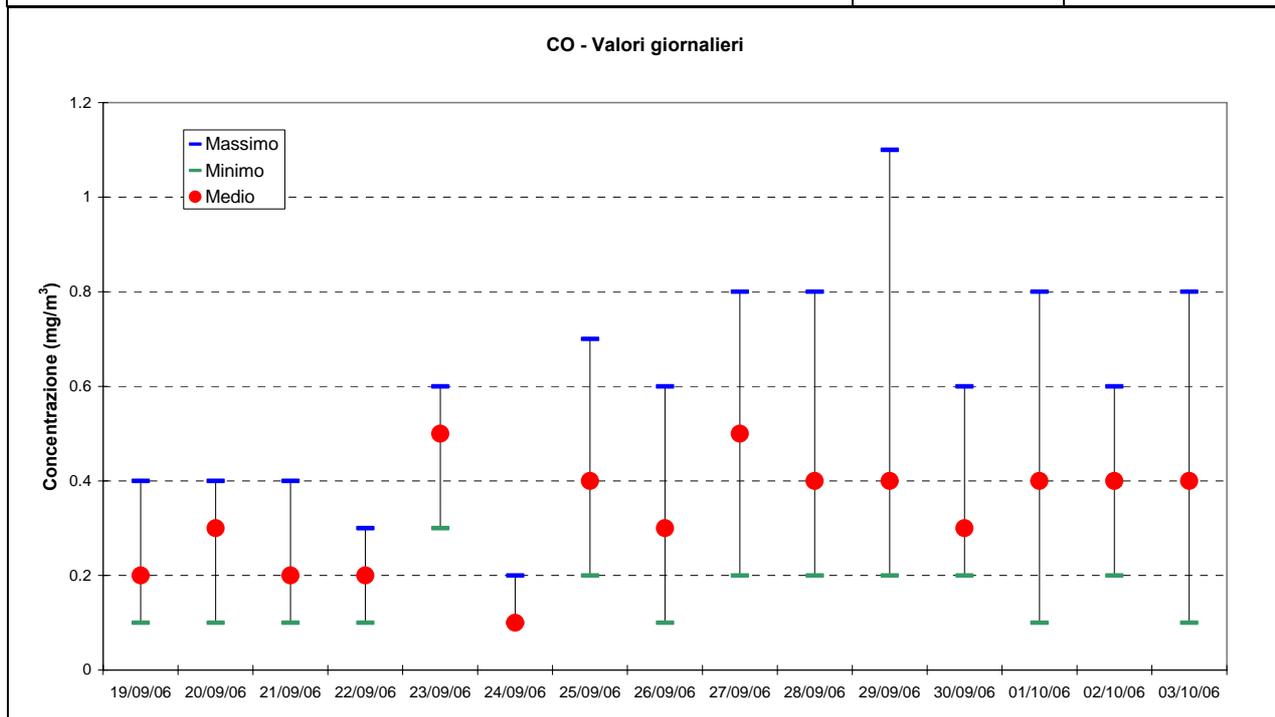


Figura 3.5.2.c. Andamento temporale dei valori minimi, medi e massimi giornalieri di CO

Ozono

Per quanto riguarda l'ozono nei 15 giorni di campagna di monitoraggio è stato registrato un superamento del valore limite stabilito dal D.Lgs. 183/2004 per la media di 8 ore, pari a $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Il valore registrato è di $121 \mu\text{g}/\text{m}^3$. L'andamento temporale dei valori giornalieri minimi, medi e massimi di O_3 osservati è mostrato in **Figura 3.5.2.d**.



Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		48 / 71			ST-001		
		Cap. 3					

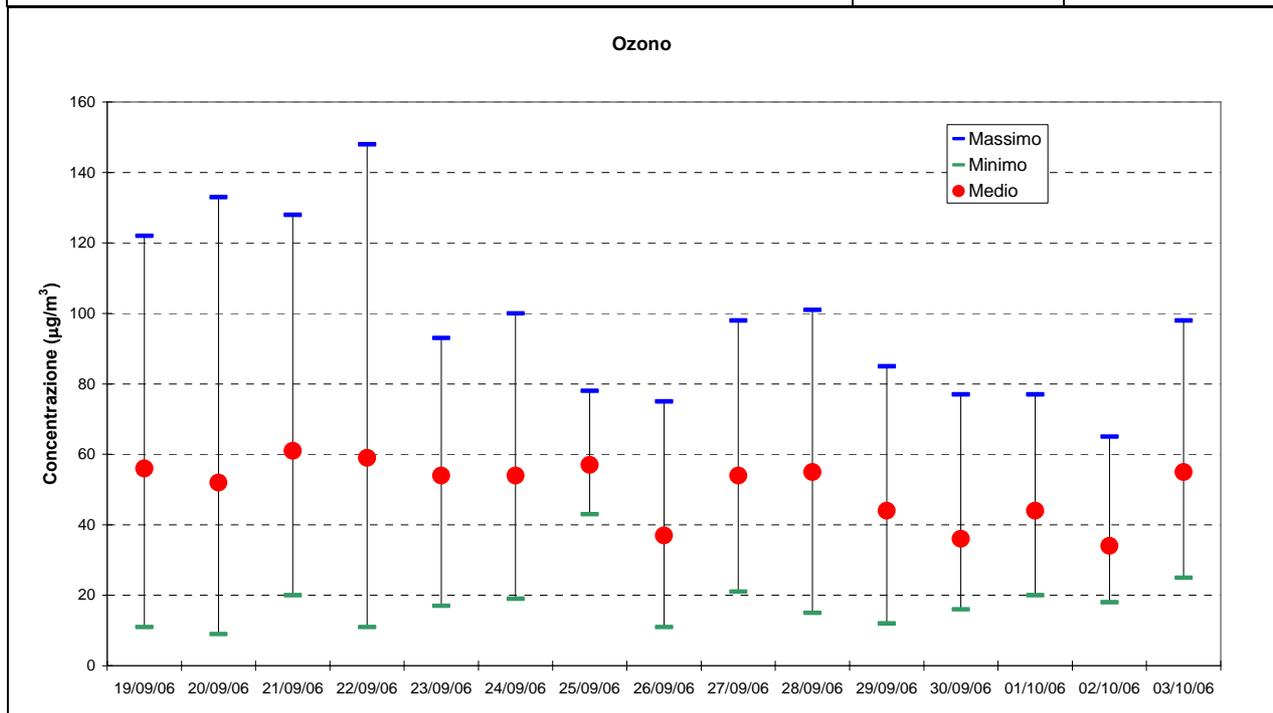


Figura 3.5.2.d: Andamento temporale dei valori minimi, medi e massimi giornalieri di O₃

Benzene

Tutte le misure effettuate durante la campagna di monitoraggio sono risultate inferiori al limite di rilevabilità dello strumento.

Polveri

Durante la campagna di misura sono state monitorate sia le polveri totali (PTS), sia il PM10. Mentre per le PTS non sono stati registrati superamenti dei limiti di legge, per il PM10 sono stati registrati 7 superamenti del limite (pari a 50 µg/m³) relativo alla concentrazione media giornaliera. Quattro superamenti si sono verificati tra il 20 e il 23 settembre. L'andamento dei valori medi giornalieri viene mostrato in **Figura 3.5.2.e**; la linea rossa indica il limite di legge relativo al solo PM10.



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas		Fg. / di			Comm. N°		
STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE		49 / 71			ST-001		
QUADRO AMBIENTALE		Cap. 3					

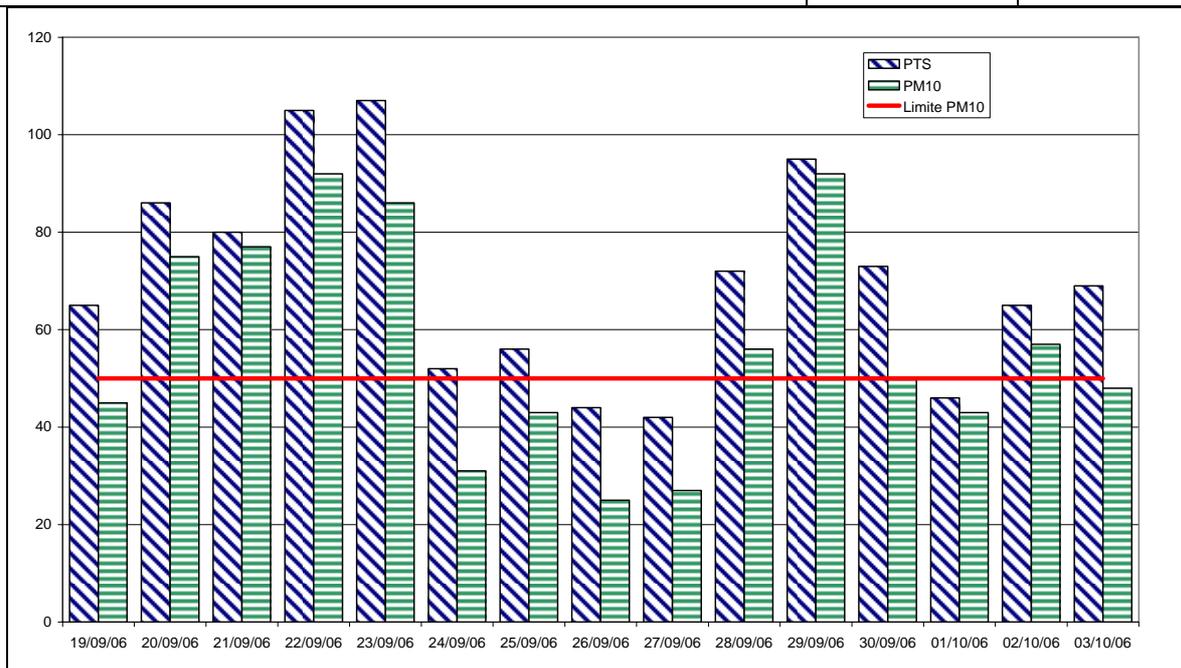


Figura 3.5.2.e: Andamento temporale delle concentrazioni medie giornaliere di PTS e PM10

I risultati del monitoraggio mostrano che le precipitazioni avvenute il 25 settembre, pari a 3,8 mm di pioggia (con un picco orario di 0,8 mm) ed il giorno successivo, pari a 0,8 mm di pioggia (con un picco orario di 0,8 mm) hanno determinato un abbattimento delle concentrazioni di alcuni inquinanti ed in particolare delle polveri.



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		50 / 71			ST-001		
		Cap. 3					

3.6 MODELLO AERMOD

Lo sviluppo di AERMOD è iniziato nel 1991 sulla base delle conclusioni del gruppo AERMIC (American Meteorological Society/Environmental Protection Agency Regulatory Model Improvement Committee) che hanno delineato una nuova piattaforma per i modelli stazionari da utilizzare a fini regolatori, che abbia la capacità di simulare emissioni vicine al suolo o elevate e la capacità di trattare sia orografia piano, sia complessa. A partire dal 9/12/2006 AERMOD ha sostituito ISC3 tra i modelli di dispersione raccomandati dalla US-EPA (Environmental Protection Agency) per la simulazione dell'impatto generata da sorgenti industriali.

AERMOD è un sistema composto da tre componenti: il modello di dispersione atmosferica (anch'esso denominato AERMOD), un processore del terreno (AERMAP) e un processore dei dati meteorologici (AERMET).

Caratteristiche peculiari di AERMOD sono la capacità di trattare l'inomogeneità verticale all'interno dello strato limite planetario (anche attraverso l'utilizzo di un profilo verticale di variabili meteorologiche), l'utilizzo di sorgenti areali di forma irregolare, un trattamento particolare per rilasci che avvengono al suolo e una limitazione del rimescolamento verticale nel caso di condizioni atmosferiche stabili.

La dispersione atmosferica in presenza di terreno complesso viene descritta da AERMOD in maniera più efficace rispetto ad ISC3.

La struttura del file di controllo di AERMOD (il file di input principale) e degli altri file di input è stata progettata identica a quella di ISC3, con differenze solo su alcune delle voci di input.

Il modulo AERMET è utilizzato per creare i file di input meteorologici di AERMOD a partire dai valori misurati. L'utilizzo di tale modulo non è tuttavia necessario qualora vengano utilizzati altri processori per creare i file di input di AERMOD a partire dalle misure.

AERMOD richiede la disponibilità di input meteorologici da due punti, uno in superficie e l'altro da profilo verticale, entrambi con risoluzione oraria. Le variabili meteorologiche necessarie al file di input superficiale sono il calore sensibile, la velocità di frizione, la velocità di scala convettiva, il gradiente di temperatura verticale nei 500 m sopra lo strato limite planetario, la dimensione dello strato limite di origine convettiva, la dimensione dello strato limite di origine meccanica, la lunghezza di Monin Obukhov, la rugosità superficiale, il rapporto di Bowen, l'albedo, la velocità del vento, la direzione del vento, la quota dell'anemometro, la temperatura e la quota del termometro.



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		51 / 71 Cap. 3			ST-001		

Le variabili meteorologiche che devono essere contenute nel profilo verticale sono, per ogni quota, la quota stessa, la direzione del vento, la velocità del vento, la temperatura, la deviazione standard della direzione del vento e la deviazione standard della velocità verticale.

Il modulo AERMAP è un processore del terreno utilizzato, nel caso di simulazione su terreno complesso, per determinare l'altezza di scala di ciascun recettore.

AERMOD contiene numerosi miglioramenti nella trattazione degli aspetti significativi della dispersione degli inquinanti in atmosfera, rispetto ai modelli gaussiani convenzionali, tra cui ISCST3. Tali miglioramenti sono discussi in EPA (2003) e sintetizzati nel seguito:

Input meteorologico

Nei modelli gaussiani convenzionali si utilizza un solo livello di dati meteorologici, a partire dai quali si costruisce un unico profilo verticale delle variabili. Al contrario, AERMOD crea i profili di vento, temperatura e turbolenza usando tutti i livelli di misura disponibili.

Uso dei parametri meteorologici

I modelli gaussiani convenzionali utilizzano il valore - eventualmente estrapolato - alla bocca del camino per tutte le variabili. In AERMOD, le variabili vengono stimate entro l'intero pennacchio (mediate dal centro del pennacchio fino a 2,15 sigma-z al di sotto dell'asse, tenendo conto dei cambiamenti con la distanza sottovento).

Turbolenza

I modelli gaussiani si basano su 6 classi di stabilità discrete; inoltre, le curve per i parametri di dispersione corrispondenti (Pasquill-Gifford) si basano su rilasci in superficie (e.g. Prairie Grass). Al contrario, AERMOD usa profili di turbolenza sia orizzontale, sia verticale (da misure e/o teoria dello strato limite) utilizzando un approccio continuo.



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		52 / 71 Cap. 3			ST-001		

Dispersione in condizioni convettive

AERMOD è in grado di descrivere la dispersione verticale non gaussiana dovuta alla presenza di updraft e downdraft, con un approccio basato sulla funzione di densità di probabilità dei moti convettivi.

Mentre i modelli gaussiani come ISCST3 assumono una concentrazione nulla al suolo se l'asse centrale del pennacchio è al di sopra del limite superiore dello strato rimescolato, in AERMOD si considerano – in condizioni convettive - tre componenti del pennacchio: un pennacchio “diretto” che viene portato al suolo da un downdraft, un pennacchio indiretto che viene catturato da un updraft, raggiunge il lid superiore e viene eventualmente riportato in basso al suolo da un downdraft, e un pennacchio che penetra il mixing lid e si disperde più lentamente nello strato limite stabile al di sopra (e che può successivamente rientrare nello strato rimescolato e disperdersi al suolo).

Il trattamento di AERMOD evita quindi le potenziali sottostime dovute al trattamento “tutto o niente” del pennacchio.

Dispersione in condizioni stabili

In condizioni stabili entrambi i modelli descrivono in termini gaussiani la dispersione lungo la componente orizzontale e la componente verticale. Tuttavia, mentre in genere nei modelli gaussiani convenzionali si ipotizza uno strato limite infinito, AERMOD tiene conto di una possibile riflessione da parte di un lid superiore.

Innalzamento del pennacchio

I modelli gaussiani convenzionali utilizzano tipicamente le equazioni di Briggs con velocità del vento all'altezza della bocca del camino e gradiente verticale di temperatura, AERMOD in condizioni stabili usa le equazioni di Briggs con venti e gradienti di temperatura all'altezza della bocca del camino e a metà distanza dall'innalzamento finale del pennacchio; in condizioni convettive l'innalzamento viene sovrapposto agli spostamenti causati dalle componenti random delle velocità convettive.

Trattazione dell'ambiente urbano

In AERMOD le sorgenti possono essere individualmente trattate come rurali o urbane, oltre a poter specificare la distribuzione di popolazione a partire dalla quale le sorgenti possono essere discriminate dal codice tra urbane e rurali.



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		53 / 71 Cap. 3			ST-001		

Terreno complesso

AERMOD dispone di un preprocessore per il terreno (AERMAP) che predispone i dati per l'utilizzo di algoritmi avanzati che discriminano la divisione della streamline in base ad un'altezza critica.



Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		54 / 71			ST-001		
		Cap. 3					

3.7 CARATTERIZZAZIONE DELLE EMISSIONI IN FASE DI CANTIERE

Durante la fase di costruzione verranno prodotte emissioni in atmosfera, dovute a due sorgenti principali:

- prodotti della combustione nei motori dei mezzi impegnati nei cantieri, quali autocarri, escavatrici, gru, motosaldatrici, pale cingolate e gommate;
- polveri, sollevate dalla circolazione dei mezzi impegnati nella costruzione nonché prodotte dai movimenti terra e dall'azione del vento sui cumuli di inerti immagazzinati.

Per quanto riguarda gli inquinanti di cui al punto a) è possibile risalire alle emissioni applicando ai mezzi utilizzati nelle attività di costruzione opportuni fattori di emissione standard elaborati dall'EPA ("Air pollutants emission factors", AP-42, vol.2, ed. 1985), elencati nella **Tabella 3.7.a** sottostante. Poiché le emissioni sono date in funzione della categoria alla quale i mezzi appartengono (l'EPA utilizza una classificazione in 10 categorie), tale classificazione è riportata nella successiva **Tabella 3.7.b**.

Categoria EPA	CO (g/h)	COV (g/h)	NO_x (g/h)	SO_x (g/h)	Polv. (g/h)
1	157,01	55,06	570,70	62,30	50,70
2	1622,77	85,26	575,84	40,90	61,50
3	816,81	86,84	1889,16	158,00	75,00
4	568,19	128,15	1740,74	210,00	184,00
5	68,46	18,07	324,43	39,00	27,70
6	259,58	113,17	858,19	82,50	77,90
7	91,15	44,55	375,22	34,40	26,40
8	816,81	86,84	1889,16	206,00	116,00
9	137,97	30,58	392,90	30,50	22,70
10	306,37	69,35	767,30	64,70	63,20

Tabella 3.7.a: US-EPA Emissioni da automezzi utilizzati in attività di cantiere



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		55 / 71 Cap. 3			ST-001		

NOME	CAT. EPA
Autobetoniere	8
Autocarri	8
Autocarri con gru	8
Battipalo	10
Caldaia asfalto	6
Compattatori	9
Compressori aria	10
Escavatori cingolati	7
Escavatori gommati	6
Finitrice	6
Grader	5
Gru	10
Gruppi elettrogeni	10
Motograder	5
Motosaldatrici	10
Pala cingolata	7
Pala gommata	6
Saldatrici elettriche	-
Scraper	4
Trattori stradali	8

Tabella 3.7.b: Classificazione EPA dei mezzi di cantiere



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		56 / 71 Cap. 3			ST-001		

Il numero di mezzi impiegati è riassunto di seguito:

- 6 escavatori cingolati
- 3 escavatori gommati
- 5 autocarri
- 2 gru
- 10 motosaldatrici
- 6 autobetoniere
- 2 pale cingolate
- 2 vibratori a piastra
- 2 pompe per calcestruzzo
- 4 compressori
- 1 martello demolitore

Di seguito riportiamo le emissioni risultanti sulla base del numero massimo complessivo dei mezzi utilizzabili, ipotizzando una giornata lavorativa di 6 ore e 5 giorni lavorativi alla settimana (per un totale di 22 giorni lavorativi) al mese, per un'area di cantiere di 167000 mq:

6,94 g/(m²*mese) di CO

1,02 g/(m²*mese) di COV

16,5 g/(m²*mese) di NOX

1,65 g/(m²*mese) di SO₂

1,14 g/(m²*mese) di Polveri.

Per quanto attiene le emissioni di polveri di cui al punto b), i fattori di emissione più elevati sono associati alle attività che comportano movimentazione degli inerti.

In tal senso si evidenziano le prime fasi della costruzione nelle quali è prevista la preparazione del sito, gli scavi e le opere di fondazione.



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		57 / 71 Cap. 3			ST-001		

Il calcolo delle emissioni per la movimentazione di inerti è stato effettuato sulla base dei fattori di emissione suggeriti dall'Agenzia per la Protezione dell'Ambiente statunitense (AP-42 Infobases, Compilation of air pollutant emission factors, ver. July 1995). Considerando cautelativamente il fattore di emissione massimo (relativo alla condizione più gravosa di sbancamento e reinterri) e tenendo conto dell'area di attività e del numero di mesi di lavori in cantiere le emissioni totali di polveri da movimentazione sono pari a 0,01736 g/(m2*mese).

I lavori di cantiere avranno una durata temporale di circa 20 mesi e i rilasci all'atmosfera non apportano contributi significativi alla qualità dell'aria locale.



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		58 / 71 Cap. 3			ST-001		

3.8 CARATTERIZZAZIONE DELLE EMISSIONI IN FASE DI ESERCIZIO

Di seguito sono caratterizzate le emissioni delle sorgenti indotte dal funzionamento della centrale, riconducibile alle emissioni di CO e NOx da parte dei turbocompressori e delle caldaie di impianto.

In **Tabella 3.8.a** sono riportate le caratteristiche emissive di ogni tipologia di sorgente puntiforme (camino) presente nell'area di centrale durante il suo esercizio.

Tipologia	Caratteristiche dei camini			Emissioni (g/s)	
	Altezza (m)	T (°C)	Sezione interna camino (m ²)	NOX	CO
Treno di compressione	15	555	5.080	4.07	3.05
Caldaia	10	185	0.785	1.06	0.53

Tabella 3.8.a: Caratteristiche emissive delle sorgenti

La **Figura 3.8.a** mostra la localizzazione delle sorgenti all'interno dell'area di centrale. I camini dei turbocompressori sono indicati con le sigle M1, M2, M3, M4; quelli delle due caldaie con le sigle M5, M6.

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni			
Settore	CREMA (CR)	0	1		
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°			
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121			
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di		Comm. N°	
		59 / 71		ST-001	
		Cap. 3			

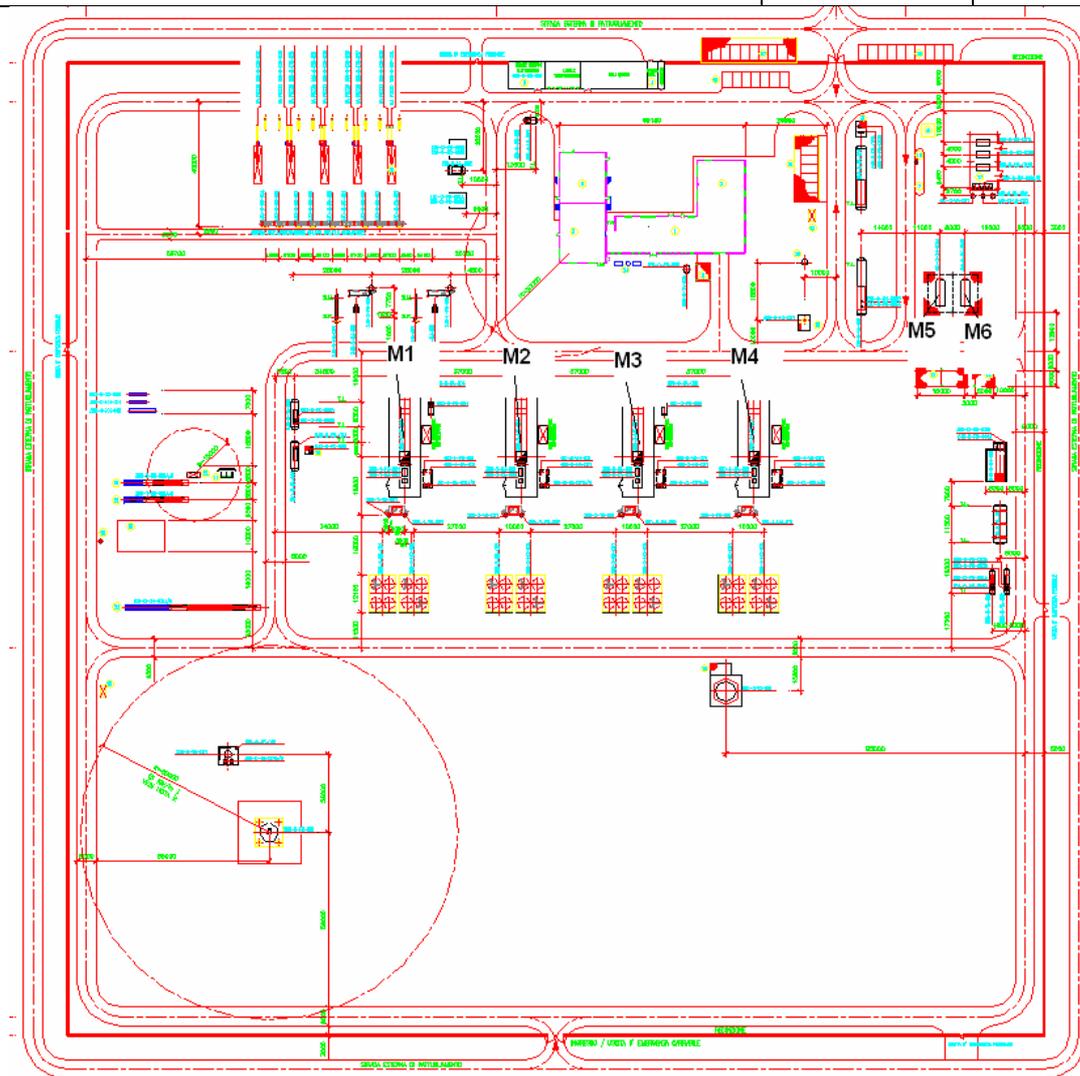


Figura 3.8.a: Localizzazione delle sorgenti all'interno della Centrale

La **Figura 3.8.b** mostra invece la posizione dei camini delle sorgenti, indicata sulla carta tecnica regionale (CTR) della Lombardia.



Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni			
Settore	CREMA (CR)	0	1		
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°			
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121			
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di		Comm. N°	
		60 / 71		ST-001	
		Cap. 3			

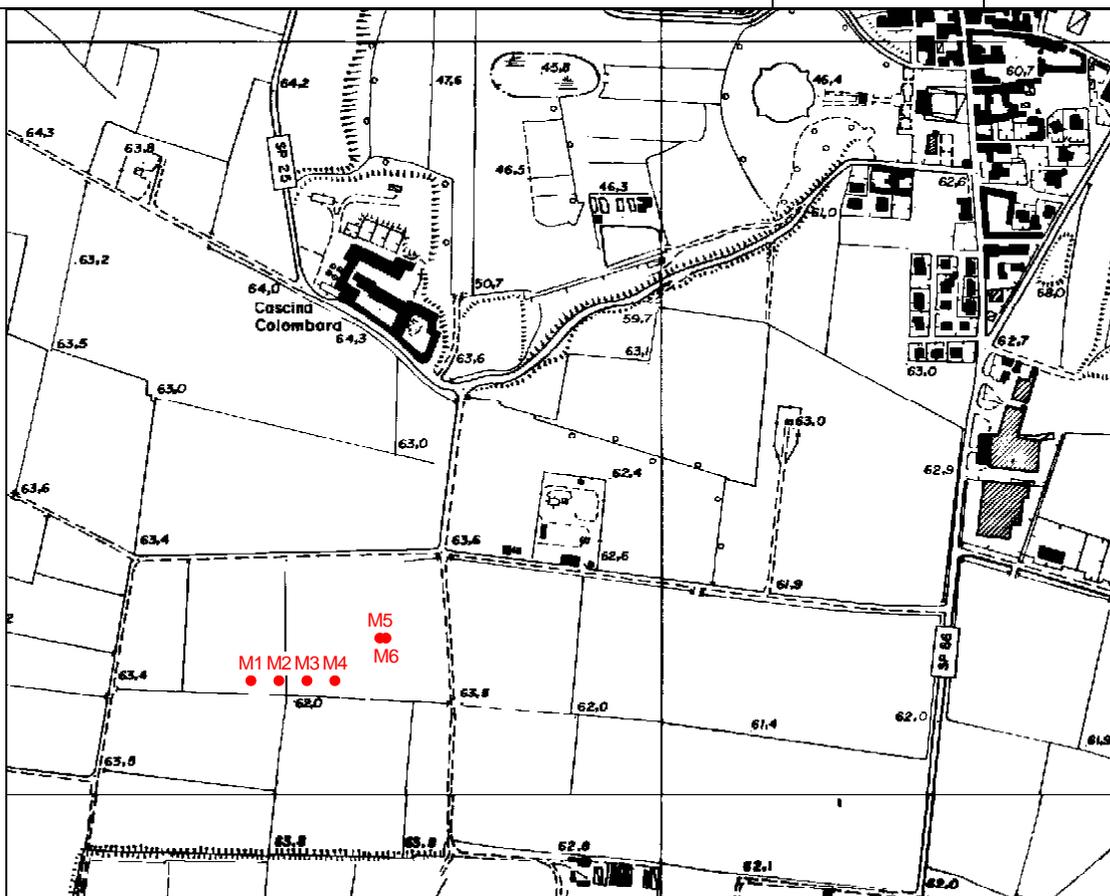


Figura 3.8.b: Localizzazione dei camini delle sorgenti della Centrale sulla CTR

Poiché il combustibile utilizzato è gas naturale le emissioni prodotte sono sostanzialmente costituite dagli ossidi di azoto e dal monossido di carbonio. A scopo cautelativo le emissioni sono state calcolate utilizzando la concentrazione autorizzata degli inquinanti nei fumi.

Il tipico funzionamento annuale di centrale è suddiviso in due scenari: uno di iniezione (primavera-estate), ed uno di erogazione dai pozzi del gas naturale (autunno-inverno).

Durante la fase di iniezione, corrispondente al semestre caldo si considera il funzionamento cautelativo contemporaneo di 4 turbocompressori ed una caldaia, mentre nella fase di erogazione, si considereranno in esercizio 2 turbocompressori ed una caldaia. I due scenari vengono riassunti in **Tabella 3.8.b**.



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		61 / 71 Cap. 3			ST-001		

Scenario	Periodo	Sorgenti attive
INIEZIONE	Aprile - Settembre	4 Treni di compressione 1 Caldaia
EROGAZIONE	Ottobre - Marzo	2 Treni di compressione 1 Caldaia

Tabella 3.8.b: Sorgenti attive nei due scenari semestrali

I dati di input al modello di simulazione AERMOD sono riassunti in **Tabella 3.7.c.**

Sorgente	Altezza Camino (m)	Temperatura dei fumi (°C)	Sezione Camino (m2)	Velocità di uscita (m/s)	NO_x (g/s)	CO (g/s)
Treni di compressione (M1 M2 M3 M4)	15	555	5,080	30,0	4,07	3,05
Caldaie (M5 M6)	10	185	0,785	13,3	1,06	0,53

Tabella 3.8.c: Parametri emissivi delle sorgenti simulate

Ai fini del calcolo del bilancio emissivo e delle simulazioni, a scopo cautelativo, è stato ipotizzato un funzionamento di 8760 ore all'anno per due turbocompressori e per una caldaia e di 4380 ore all'anno per i rimanenti due turbocompressori.



Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		62 / 71			ST-001		
		Cap. 3					

3.9 SIMULAZIONI DI DISPERSIONE DEGLI INQUINANTI

La stima degli impatti è stata condotta mediante le simulazioni della dispersione di inquinanti in atmosfera per lo scenario annuale precedentemente descritto.

La concentrazione al suolo degli inquinanti emessi è stata calcolata per mezzo del modello di dispersione atmosferica AERMOD.

Le simulazioni sono state condotte utilizzando 1 anno di dati meteorologici (anno 2004) predetti dal modello ad area limitata BOLAM21.

Per gli ossidi di azoto sono stati calcolati la media annuale e il percentile 99,79 delle concentrazioni orarie. Si ricorda che i limiti normativi posti per la protezione della salute umana e utilizzati come riferimento si riferiscono al solo NO₂: cautelativamente il confronto è stato effettuato ipotizzando che tutti gli NO_x vengano trasformati in NO₂.

Per quanto riguarda il monossido di carbonio è stata calcolata la massima media di 8 ore giornaliera.

Monossido di Carbonio

Le concentrazioni massime calcolate dal modello per il CO, sia sulla media oraria, sia sulla media delle 8 ore sono riassunte in **Tabella 3.9.a**.

Gli isolivelli relativi alle massime concentrazioni medie di 8 ore sono riportati nella **Figura 3.1.a** allegata in fondo al presente capitolo.

Media	Massima Concentrazione CO(µg/m³)
1 h	49,8
8 h	27,9

Tabella 3.9.a: Concentrazioni massime di monossido di carbonio (µg/m³) calcolate dal modello AERMOD

Dai risultati si evince che il massimo della media di 8 ore delle concentrazioni risulta di 3 ordini di grandezza inferiore al limite di 10 mg/mc stabilito dal DM 60/2002.



Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		63 / 71 Cap. 3			ST-001		

I massimi relativo e assoluto relativi alla media di 8 ore vengono predetti entrambi nel punto di coordinate Gauss Boaga (1576500, 5015250) situato in prossimità del confine settentrionale della centrale di compressione.

Se si considera il funzionamento in modalità di erogazione, caratteristico dei mesi freddi, la massima concentrazione oraria di CO al suolo è pari a 36,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, mentre la massima media di 8 ore risulta pari a 27,9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Il contributo del processo di erogazione al valore massimo annuale ottenuto è inferiore rispetto a quello di iniezione, poiché nel periodo autunno-inverno sono in esercizio solo due turbogruppi su quattro.

La massima concentrazione media di 1 ora è predetta all'interno delle 8 ore in cui viene predetta anche la massima concentrazione media di 8 ore. La meteorologia nelle ore in cui vengono predetti sia il massimi relativo, sia il massimo assoluto, è caratterizzata da valori elevati e positivi della lunghezza di Monin Obukhov ($> 1900 \text{ m}$), e da velocità del vento elevate ($> 7 \text{ m/s}$) provenienti da Est Sud Est. Il parametro adimensionale di stabilità dato dal rapporto tra l'altezza di rimescolamento e la lunghezza di Monin Obukhov, in corrispondenza all'ora in cui si registra il massimo orario vale 0,87, indicando che i massimi vengono predetti in corrispondenza ad una situazione di confine tra neutralità e stabilità. Dai risultati riportati nel paragrafo relativo alla caratterizzazione meteorologica del sito si evince che le situazioni caratterizzate da velocità del vento superiori a 7 m/s, quindi simili a quelle che hanno generato i massimi, sono in numero trascurabile.

La **Tabella 3.9.b** riepiloga i valori massimi di concentrazione ottenuti per il semestre freddo (erogazione), per il semestre caldo (iniezione) e per l'intero anno

	Massima Concentrazione Spaziale CO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
Media	EROGAZIONE	INIEZIONE	ANNO
1 h	36,9	49,8	49,8
8 h	27,9	27,9	27,9

Tabella 3.9-B Concentrazioni massime di monossido di carbonio ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) calcolate dal modello AERMOD negli scenari estivo, invernale e annuale.



Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		64 / 71 Cap. 3			ST-001		

Ossidi di Azoto

Le concentrazioni massime calcolate dal modello per gli ossidi di azoto sono riportate in **Tabella 3.9.c**.

Per gli ossidi di azoto i massimi relativi alla media di 1 ora, alla media annuale e al percentile 99,79 delle concentrazioni medie di 1 ora sono predetti nello stesso punto, di coordinate Gauss Boaga (1576500, 5015250).

Il massimo orario dovuto alla totalità delle sorgenti (turbocompressori e caldaia) viene predetto ad un'ora diversa rispetto a quella a cui si registra il massimo orario per il monossido di carbonio. Tuttavia le condizioni meteorologiche sono simili: provenienza di vento da Est Sud Est, vento superiore a 7 m/s e altezza di rimescolamento superiore a 1000 m (quindi condizioni prossime alla neutralità).

Il massimo orario dovuto ai soli turbogruppi viene invece predetto nello stesso giorno, ora e punto di coordinate del massimo orario predetto per il monossido di carbonio e valgono pertanto le stesse osservazioni sulle condizioni meteorologiche.

Durante l'erogazione che avviene nei mesi freddi, la massima concentrazione oraria di NOX al suolo risulta pari a 73,8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ mentre durante l'iniezione (mesi caldi) la massima concentrazione oraria è maggiore e pari a 85,7 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

La **Tabella 3.9.d** riepiloga i valori massimi di concentrazione ottenuti per il semestre freddo (erogazione), per il semestre caldo (iniezione) e per l'intero anno.

Il percentile 99,79 degli NOX è stato elaborato allo scopo di operare un confronto cautelativo con il limite normativo posto per il solo biossido di azoto. Gli isolivelli del percentile 99,79 della concentrazione media oraria di NO_x (assimilati all'NO₂) sono illustrati in **Figura 3.1.b** allegata in fondo al capitolo. I valori ottenuti sono molto inferiori al limite di 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ stabilito dal DM 60/2002.

	Massima Concentrazione spaziale NOx ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Media 1 ora	85,7
Media Anno	3,2
99.79°	61,5

Tabella 3.9.c: Concentrazioni massime di ossidi di azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) calcolate dal modello AERMOD



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		65 / 71 Cap. 3			ST-001		

	Massima Concentrazione NOx ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		
Media	EROGAZIONE	INIEZIONE	ANNO
1 h	73,8	85,7	85,7

Tabella 3.9.d: Concentrazioni massime di ossidi di azoto ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) calcolate dal modello AERMOD negli scenari estivo, invernale e annuale

Per quanto riguarda le medie annuali delle concentrazioni degli ossidi di azoto le concentrazioni risultano inferiori di circa un ordine di grandezza rispetto al limite di $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ stabilito dal DM 60/2002. Considerando il limite annuale posto al solo biossido di azoto per la protezione della salute umana dallo stesso decreto ministeriale, la massima media annuale risulta inferiore di quasi 40 volte il limite di $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Gli isolivelli di concentrazione media annuale sono illustrati in **Figura 3.1.c**.



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		66 / 71 Cap. 3			ST-001		

3.10 CONCLUSIONI

Le simulazioni di dispersione degli inquinanti in atmosfera emessi dalle sorgenti della centrale STOGIT di Bordolano (CR) nei possibili scenari di funzionamento di iniezione ed erogazione del gas naturale, mostrano che i livelli di immissione rispettano largamente i valori prescritti dalla normativa vigente sia per quanto riguarda gli NOx, sia il CO.

In particolare i valori di concentrazione al suolo presentano un valore massimo nei pressi della centrale, attribuibili principalmente al funzionamento della caldaia e diminuiscono velocemente allontanandosi dalla centrale.

Per quanto riguarda la fase di costruzione si può concludere che i lavori di cantiere non apporteranno effetti significativi sulla qualità locale.



Stogjit

Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		67 / 71 Cap. 3			ST-001		

BIBLIOGRAFIA

Batcharova E. and Gryning S.-E. (1991) Applied model for the growth of the daytime mixed layer. *Boundary Layer Meteorology*, 56, 261-274.

Bellasio R., G. Lanzani, M. Tamponi and T. Tirabassi (1994) Boundary layer parameterisation for atmospheric diffusion models by meteorological measurements at ground level. *Il Nuovo Cimento*, 17C, 163-174.

EPA (2003) AERMOD: Latest features and Evaluation Results. EPA-454/R-03-003.

EPA (2004a) User's guide for the AMS/EPA regulatory model AERMOD. EPA-454/B-03-001.

EPA (2004b) AERMOD: description of model formulation. EPA-454/R-03-004.

Fisher B.E.A., Erbrink J.J., Finardi S., Jeannet P., Joffre S., Morselli M.G., Pechinger U., Siebert P. and Thomson D.J. (1998) COST Action 710 – Final report. Harmonisation of the pre-processing of meteorological data for atmospheric dispersion models. EUR 18195 EN, European Commission.

Mohan M. and Siddiqui T.A. (1998) *Analysis of various schemes for the estimation of atmospheric stability classification*. *Atmospheric Environment*, 32, N. 21, 3775-3781.

Scire J.S., Robe F.R., Fernau M.E. and Yamartino R.J. (1999a) A user's guide for the CALMET meteorological model (Version 5.0). Earth Tech Inc., September 1999.

Scire J.S., Strimaitis D.G., and Yamartino R.J. (1999b) A user's guide for the CALPUFF dispersion model (Version 5.0). Earth Tech Inc., May 1999.

Siebert P., Beyrich F., Gryning S.-E. Joffre S., Rasmussen A. and Tercier P. (2000) Review and intercomparison of operational methods for the determination of the mixing height. *Atmospheric Environment*, 34, 7, 1001-1027.

Seinfeld J.H. and Pandis S.N. (1998) *Atmospheric chemistry and physics – From air pollution to climate change*. J. Wiley & Sons, Inc., pp. 1326.

Zannetti P. (1990) *Air pollution modeling*. Van Nostrand Reinhold, New York.

Zilitinkevich S.S. (1989) Velocity profile, the resistance law and the dissipation rate of mean flow kinetic energy in a neutrally and stably stratified planetary boundary layer. *Boundary Layer Meteorology*, 46, 367-387.

TAVOLE DEGLI ISOLIVELLI

Figura 3.1.a: Isolivelli delle massime concentrazioni medie di 8 ore di monossido di carbonio.



Stogjit

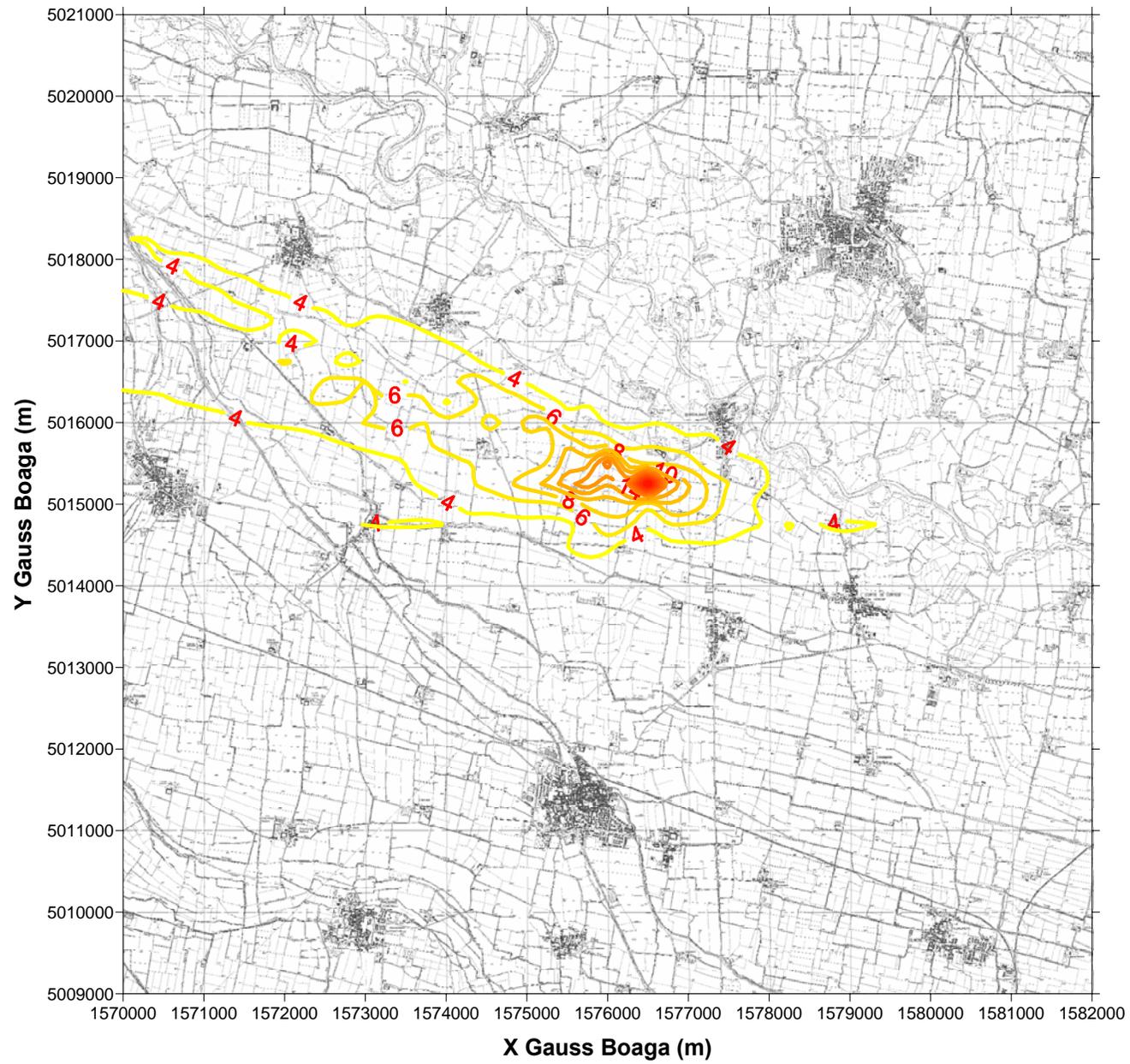
Stoccaggi Gas Italia S.p.A.

Sede operativa di Crema

Doc. N°	0103.00.BF.LA.13121	Revisioni					
Settore	CREMA (CR)	0	1				
Area	BORDOLANO (CR)	Doc. N°					
Impianto	IMPIANTO DI STOCCAGGIO GAS DI BORDOLANO (CR)	0103.00.BF.LA.13121					
Centrale di compressione e trattamento gas STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE QUADRO AMBIENTALE		Fg. / di			Comm. N°		
		68 / 71 Cap. 3			ST-001		

Figura 3.1.b: Isolivelli corrispondenti al percentile 99.79 delle concentrazioni medie di 1 ora di ossidi di azoto.

Figura 3.1.c: Isolivelli delle concentrazioni medie annuali di ossidi di azoto.



Monossido di Carbonio

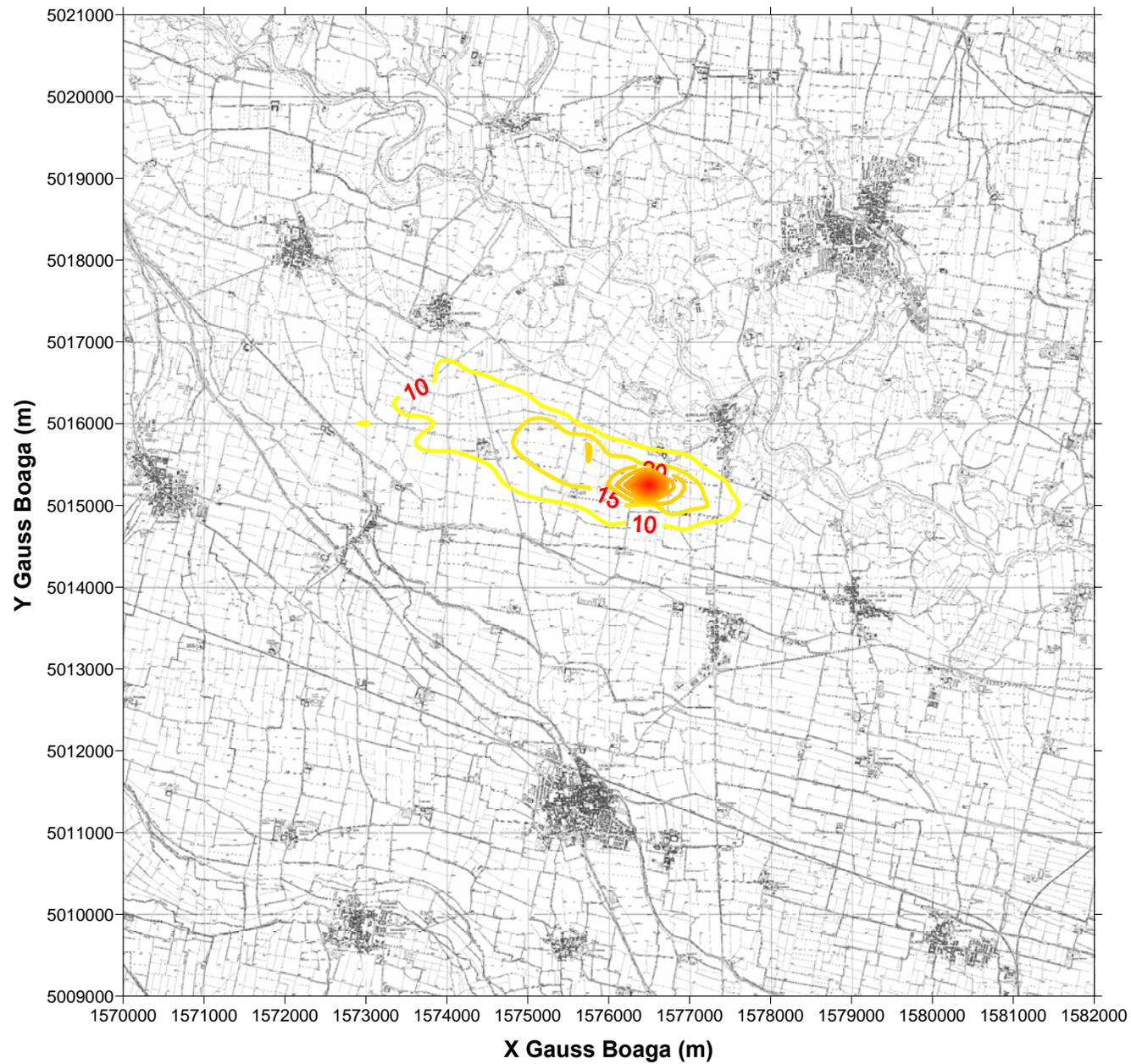
Massime medie di 8 ore ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Valore massimo: 27.9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Posizione massimo: (1576500,5015250)

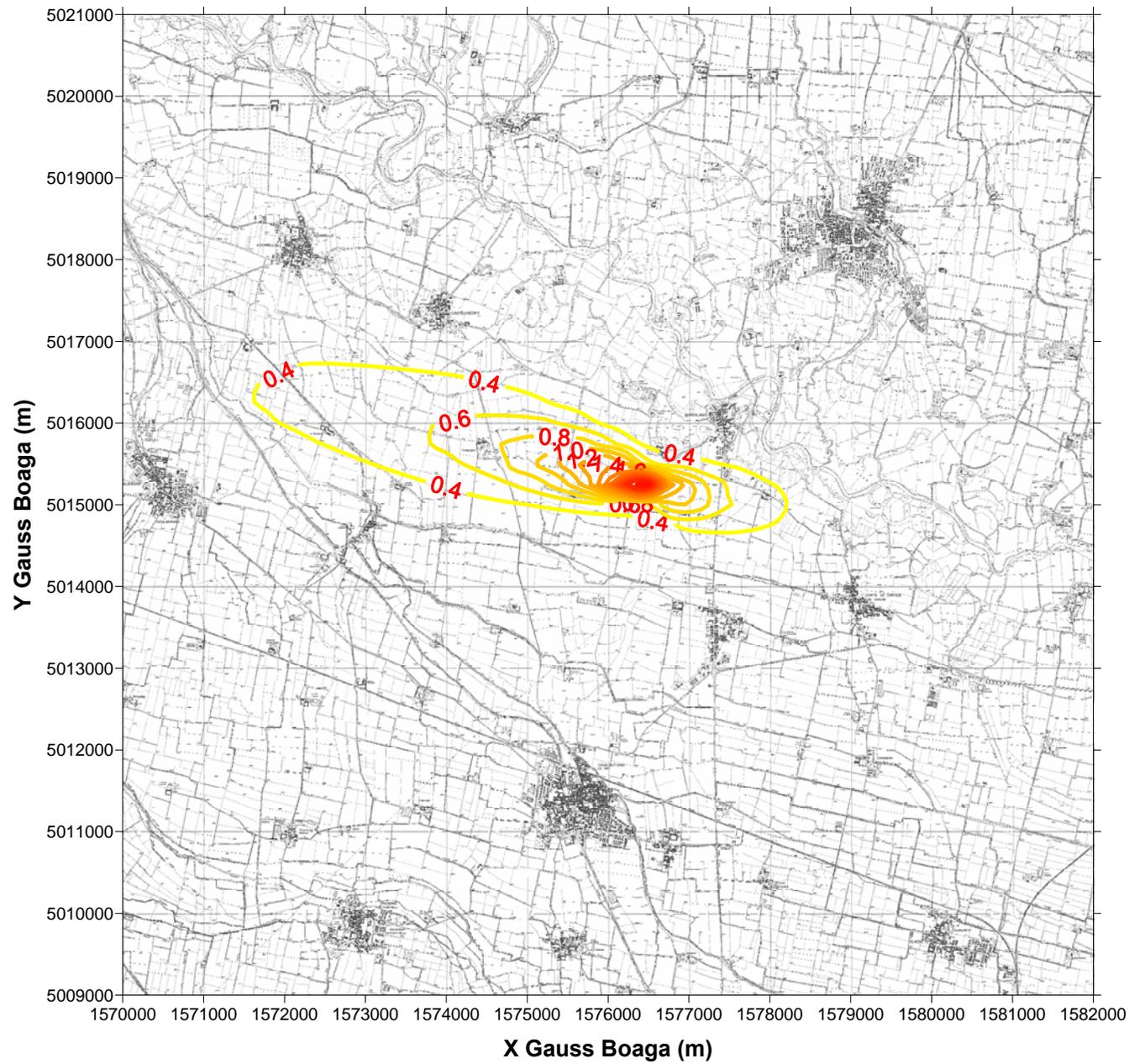
Limite di legge: 10000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Figura 3.1.a



Biossido di Azoto
Percentile 99.79 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Valore massimo: $61.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Posizione massimo: (1576500,5015250)
Limite di legge: $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Figura 3.1.b



Ossidi di Azoto
Media annuale ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Valore massimo: $3.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$
Posizione massimo: (1576500,5015250)
Limite di legge: $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Figura 3.1.c