



Categoria: IPPC 3.5: Fornace produzione laterizi

AI SENSI DEL D.LGS. N.59 DEL 18 FEBBRAIO 2005

AI SENSI DEL D.LGS. N.59 DEL 18 FEBBRAIO 2005

Identificazione e quantificazione degli effetti delle emissioni in aria per la proposta impiantistica per la quale si richiede l'autorizzazione

Cagliari, 16 febbraio 2009





INDICE

Introduzione	3
Stato della qualità dell'aria	4
Tipologia inquinanti	15
Quadro normativo	20
MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO DECRETO 2 aprile 2002, n. 60	21
Decreto Legislativo 21 maggio 2004, n. 183	24
Applicazione del modello di dispersione	25
Risultati della modellazione e confronto con gli Standard di Qualità Ambientali (SQA)	35
Conclusioni	41



Introduzione

Il presente studio viene redatto allo scopo di valutare, mediante l'utilizzo di un modello di simulazione, le ricadute al suolo degli inquinanti gassosi contenuti nelle emissioni atmosferiche dello stabilimento Inpredil S.p.A. sito nel comune di San Sperate.

A tal fine è stato utilizzato il modello WinDimula elaborato dall'ENEA, che ha al suo interno algoritmi che tengono conto delle calme di vento.

Nel nostro Paese è possibile individuare essenzialmente due peculiarità ambientali, che rendono non banale in molte situazioni l'uso di modelli standard, o addirittura ne precludono l'applicazione: la calma di vento e la complessità geomorfologica del nostro territorio. L'analisi è stata condotta utilizzando un modello di trasporto e diffusione, considerando le emissioni alla massima capacità produttiva.

Gli inquinanti considerati nelle simulazioni sono: SO_2 , NO_2 , polveri totali e metalli pesanti.

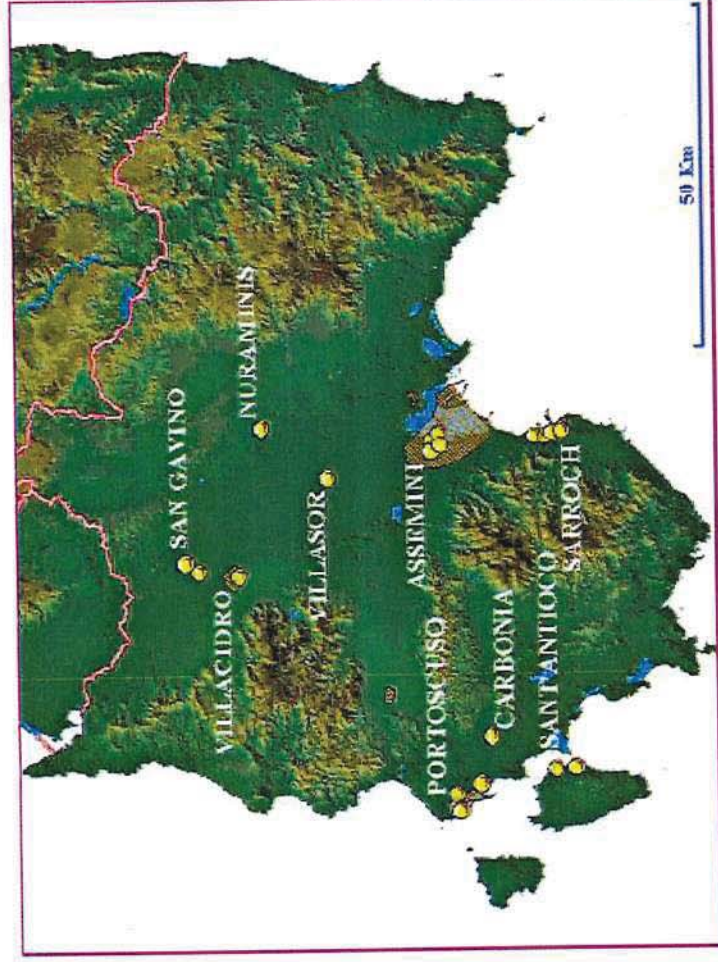
Nel seguito sono illustrati i dati di input al modello ed i risultati delle simulazioni svolte, preceduti da una breve descrizione del modello stesso.

Stato della qualità dell'aria

(parte delle informazioni contenute nel presente capitolo sono tratte dal Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria - Anni 2005-06)

La rete regionale di monitoraggio è costituita da quattro reti provinciali (Cagliari, Nuoro, Oristano e Sassari), composte rispettivamente di 20, 7, 3 e 14 stazioni fisse. Esiste inoltre la rete del comune di Cagliari, composta da 9 stazioni fisse. La rete della provincia di Cagliari è posta a presidio di alcune importanti aree industriali (Portoscuso, Sarroch e Macchiareddu) e di aree o realtà industriali meno rilevanti (Nuraminis- Samatzai, Villacidro, Villasor, San Gavino), spesso confinanti con centri abitati di piccole o medie dimensioni (relativamente alle dimensioni dei comuni della Sardegna). La tabella e la figura successive descrivono brevemente la composizione e la dislocazione della rete provinciale di Cagliari

Zona	Stazione	BTX	CO	H2S	COV	NOX	O3	PM10	SO2	TSP	meteo
Macchiareddu	CENAS5					X	X		X	X	
Macchiareddu	CENAS6					X			X	X	X
Macchiareddu	CENAS7				X	X	X		X	X	
Macchiareddu	CENAS8		X		X	X	X	X	X		
Portoscuso	CENPS2					X		X	X		X
Portoscuso	CENPS4		X			X			X	X	
Portoscuso	CENPS6					X		X	X		
Portoscuso	CENPS7	X				X	X	X	X		
S. Antioco	CENST1					X			X	X	X
S. Antioco	CENST1					X		X	X		
Carbonia	CENCB1				X	X	X	X	X		
Sarroch	CENSA0			X		X			X	X	
Sarroch	CENSA1	X		X		X	X		X	X	X
Sarroch	CENSA2	X	X	X		X	X	X	X		
Sarroch	CENSA9	X		X		X	X		X	X	
Nuraminis	CENNIM1					X		X	X		X
San Gavino	CENSG1				X	X	X	X	X		
San Gavino	CENSG2					X			X	X	
Villacidro	CENVCI				X	X	X		X	X	X
Villasor	CENVSI			X		X		X	X		X



Ubicazione delle stazioni

Zona	Stazione	NO2	SO2
Nuraminis	CENNM1	10.1	2.6
San Gavino	CENSG1	11.2	1.4
San Gavino	CENSG2	19.4	1.2
Villacidro	CENVC1	14.0	1.4
Villasor	CENVS1	13.3	1.0

Medie annua di inquinamento registrate dagli strumenti (anno 2006) in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Zona	Stazione	NO2	SO2
Nuraminis	CENNM1	97.5	37.9
San Gavino	CENSG1	112.2	19.3
San Gavino	CENSG2	166.1	30.9
Villacidro	CENVC1	197.6	44.6
Villasor	CENVS1	89.6	40.1

Valori massimi orari o bi-orari di inquinamento (anno 2006) in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Nell'anno 2006 non sono avvenuti superamenti dei limiti di legge rilevati nelle centraline di cui sopra.

Si riportano i dati di interesse e quelli a carattere mensile per le stazioni immediatamente prossime allo stabilimento della Inpredil S.p.A.

Stazione CENNM1		NO2	SO2
Minimo		0.4	1.0
Mediana		7.3	2.4
Media		10.1	2.6
Massimo		97.5	37.9
Gennaio		9.7	2.3
Febbraio		11.9	2.2
Marzo		10.6	2.8
Aprile		9.0	3.0
Maggio		8.8	2.8
Giugno		10.4	2.5
Luglio		10.9	1.6
Agosto		7.2	2.8
Settembre		9.5	2.9
Ottobre		9.8	2.7
Novembre		11.6	2.8
Dicembre		12.1	3.2
Stazione CENV51		NO2	SO2
Minimo		0.0	0.0
Mediana		10.0	0.7
Media		13.3	1.0
Massimo		89.6	40.1
Gennaio		15.4	1.5
Febbraio		13.1	1.1
Marzo		12.1	1.0
Aprile		12.9	1.0
Maggio		12.4	1.4
Giugno		10.3	1.8
Luglio		12.2	0.5
Agosto		8.1	0.7
Settembre		11.1	0.7
Ottobre		13.0	0.8
Novembre		18.3	0.7
Dicembre		20.1	0.8



Risultati da analisi effettuate con la stazione mobile, effettuati dalla Regione Sardegna nell'anno 2004

	data	SO2 ug/m3	NO ug/m3	NO2 ug/m3	NOX ug/m3	CO mg/m3	PM10 ug/m3	O3 ug/m3	Benzene ug/m3	Toluene ug/m3	O-xil ug/m3
Medie	29/6/2004	0.1	0.4	2.7	1.7	0.2	9.8	50.0	0.7	1.7	1.4
	30/6/2004	0.0	0.5	2.9	2.2	0.0	7.2	101.8	1.9	3.0	5.1
	1/7/2004	4.7	1.0	12.1	12.1	0.0	13.7	75.1	1.5	3.5	2.7
	2/7/2004	0.5	1.0	7.9	7.7	0.0	12.3	68.0	2.6	3.4	3.2
	3/7/2004	0.2	0.5	2.2	1.7	0.0	9.5	83.6	1.6	1.4	1.2
	4/7/2004	2.0	0.8	4.1	3.7	0.0	10.2	76.2	1.7	1.7	1.5
	5/7/2004	0.9	1.1	9.3	9.3	0.0	16.0	56.0	1.7	2.2	1.7
	6/7/2004	0.8	1.4	9.3	9.7	0.0	14.0	60.2	1.6	2.5	2.8
	7/7/2004	0.6	0.9	6.6	6.3	0.0	14.7	84.5	0.9	1.4	1.1
Massimi	29/6/2004	0.7	0.4	8.8	1.9	1.3	40.5	86.1	1.2	8.1	2.4
	30/6/2004	0.0	0.8	4.3	4.2	0.1	10.2	130.3	15.3	18.3	34.8
	1/7/2004	27.8	1.7	28.5	29.1	0.1	19.8	146.6	3.9	6.0	3.8
	2/7/2004	3.1	2.0	25.6	26.0	0.2	24.0	106.7	3.4	7.6	4.5
	3/7/2004	1.3	1.0	5.4	5.2	0.0	16.2	101.6	2.0	1.7	1.7
	4/7/2004	8.8	1.6	14.7	14.5	0.1	15.4	114.6	3.0	3.4	2.2
	5/7/2004	10.8	2.7	19.9	19.9	0.0	39.5	94.9	2.5	4.1	2.5
	6/7/2004	9.8	6.0	16.9	21.7	0.0	21.2	101.7	3.1	4.4	20.1
	7/7/2004	2.3	1.6	11.5	11.8	0.1	17.4	119.0	1.6	2.3	1.3
Medie		1.1	0.8	6.3	6.0	0.0	11.9	72.8	1.6	2.3	2.3
Massimi		27.8	6.0	28.5	29.1	1.3	40.5	146.6	15.3	18.3	34.8

Sintesi dei risultati ottenuti con il laboratorio mobile di Decimomannu.



Rapporto annuale sulla qualità dell'area Assessorato Ambiente della Provincia di Cagliari

(Le informazioni contenute nel presente capitolo sono tratte dal Rapporto Annuale sulla Qualità dell'Aria del medio campidano - Anno 2006)

Le venti centraline sono ubicate nelle principali aree industriali del territorio e precisamente:

- n°4 centraline ubicate nel territorio di Portoscuso;
- n°4 Sarroch;
- n°4 Macchiareddu;
- n°1 Nuraminis;
- n°1 Villasor;
- n°2 S. Gavino;
- n°1 Villacidro;
- n°1 Carbonia;
- n°2 S. Antioco.

Queste, equipaggiate con analizzatori automatici, misurano i parametri chimici più indicativi quali:

- biossido e monossido azoto;
- biossido di zolfo;
- idrogeno solforato;
- ozono;
- monossido di carbonio;
- idrocarburi metanici e non metanici;
- BTX;
- polveri totali sospese e PM10.

Alcune, una per ogni zona industriale monitorata, sono dotate di stazione meteorologica, costituite da sensori che rilevano i seguenti parametri:

-	direzione vento;	-	umidità relativa,	-	radiazione solare;	-	pressione.
-	velocità vento;	-	temperatura;	-	pioggia;		



Le centraline di riferimento utilizzate per questa relazione sono quelle immediatamente prossime allo stabilimento della Inpredil; queste sono classificate come CENNM1 (n° 10) e CENV51 (n° 12). Si riportano in tabella i dati identificativi di ciascuna.

NURAMINIS – HOTEL GARDEN		VILLASOR – LOC IS ARENAS	
Codice cabina	CENNM1	Codice cabina	CENV51
Inquinanti monitorati	Anidride Solforosa Ossidi d’Azoto PM10 DV - VV - UR – RS - Pioggia - T - P	Inquinanti monitorati	Anidride Solforosa Ossidi d’Azoto PM10 Idrogeno Solforato DV - VV - UR – RS - Pioggia - T - P
Attivazione cabina	14 Ottobre 2000	Attivazione cabina	14 Ottobre 2000
Sorgenti di emissione	Industrie produzione materiali per costruzioni edilizie	Sorgenti di emissione	Industria di trasformazione agroalimentare
Coordinate geografiche Europa 1950	Lat. 39°27’34,5” Long. 09°01’35,0”	Coordinate geografiche Europa 1950	Lat. 39°22’30,0” Long. 08°56’26,0”
Coordinate geografiche WGS84	Lat. 39°27’30,6” Long. 09°01’31,5”	Coordinate geografiche WGS84	Lat. 39°22’26,1” Long. 08°56’22,5”
Coordinate UTM (32S)	Est 502269 Nord 4367853	Coordinate UTM (32S)	Est 494879 Nord 4358467
Quota s.l.m.	m 128	Quota s.l.m.	m 24
Sistema di acquisizione	EcoRemote Project Automation	Sistema di acquisizione	EcoRemote Project Automation

Gli elaborati sono stati ottenuti considerando come periodo di rilevamento quello compreso tra il 01/01/2006 e il 31/12/2006 per i seguenti inquinanti: biossido di zolfo, particolato PM10, biossido di azoto, idrogeno solforato, ozono e idrocarburi non metanici.

Il rendimento strumentale della Rete di Monitoraggio è sinteticamente riassunto nella tabella seguente, in cui si riportano le percentuali di funzionamento di ciascun inquinante nel 2006.

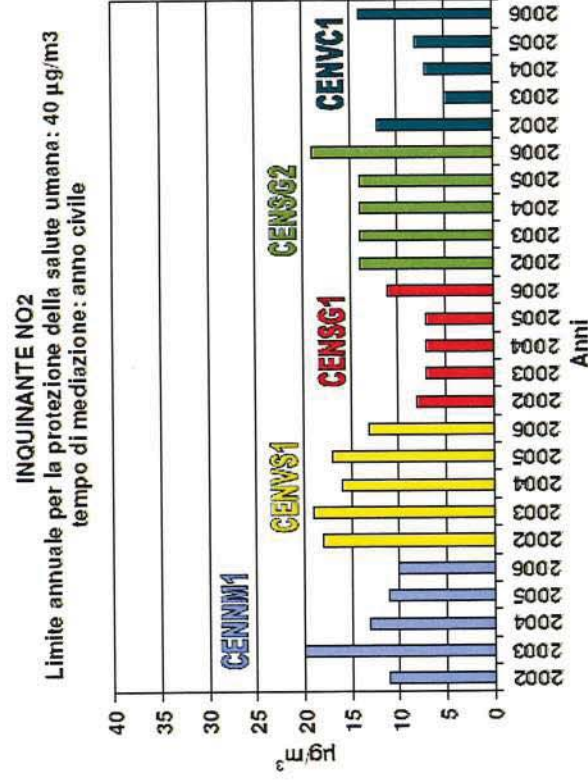
Stazione	Zona	SO ₂	O ₃	NO ₂	NMHC	H ₂ S	PM ₁₀
CENM1	Nuraminis	99%		97%			98%
CENV51	Villasor	95%		86%		88%	95%
CENSG1	San Gavino	98%	98%	96%	92%		92%
CENSG2	San Gavino	98%		99%			98%
CENVC1	Villacidro	95%	82%	93%	95%		96%

Nella valutazione di quest'area, bisogna tener conto anche della differente localizzazione delle centraline in termini di distanze, oltre che delle diverse fonti di inquinamento (Villasor - zuccherificio, Nuraminis - cementeria, S.Gavino e Villacidro - area artigianale e industriale in fase di dismissione, con presenza anche di una discarica di rifiuti urbani). La situazione relativa al biossido di zolfo non desta nessun tipo di preoccupazione: tutti i livelli sono abbondantemente al di sotto dei limiti del D.M. n. 60/2002. Le concentrazioni medie annuali, pari a 1,4 mg/m³, rispecchiando i valori degli anni precedenti

D.M. 60/2002: VALORI LIMITE						ANNO 2006		
Inquinante SO ₂ in µg/m ³		STAZIONE	ZONA	N° di superamenti del limite orario per la protezione della salute umana: 350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte nell'anno civile - tempo di mediazione 1 ora	N° di superamenti del limite di 24 ore per la protezione della salute umana: 125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte nell'anno civile - tempo di mediazione 24 ore	Limite per la protezione degli ecosistemi: 20 µg/m ³ - tempo di mediazione anno civile e inverno (01 ottobre - 31 marzo)		N° di giorni di superamento della soglia di allarme: 500 µg/m ³ misurati per tre ore consecutive
						Media annuale	Media invernale	
		CENNM1	Nuraminis	0	0	3	2	0
		CENV51	Villasor	0	0	1	1	0
		CENSG1	S.Gavino	0	0	1	1	0
		CENSG2	S.Gavino	0	0	1	1	0
		CENVC1	Villacidro	0	0	1	2	0

Per approfondimenti e confronti con gli anni precedenti si vedano gli allegati "Tabelle e diagrammi D.M. n. 60/2002 e D.Lgs. n. 183/2004" e "Elaborazioni statistiche".

Per il biossido di azoto, l'andamento delle concentrazioni è abbastanza contenuto per tutte le centraline (la media delle concentrazioni annuali è di circa 13 mg/m³). Non si osservano superamenti dei livelli orari e giornalieri, indicati per il 2006 dal D.M. 60/2002, e pari rispettivamente a 240 mg/m³ e 48 mg/m³. E' da evidenziare che questi due limiti sono puramente indicativi, in quanto rappresentano dei valori intermedi mentre quelli da rispettare sono da raggiungere entro il 2010, ovvero rispettivamente di 200 mg/m³ e 40 mg/m³.



Inquinante NO2 Limite annuale per la protezione della salute umana pari a 40µ7/m³



D.M. 60/2002: VALORI LIMITE			ANNO 2006		
Inquinante NO ₂ in µg/m ³		N° di superamenti del limite orario per la protezione della salute umana: 240 µg/m ³ (come NO ₂ da non superare più di 18 volte nell'anno civile) - tempo di mediazione 1 ora	Limite annuale per la protezione della salute umana: 48 µg/m ³ (come NO ₂) - tempo di mediazione anno civile	Limite per la protezione degli ecosistemi: 30 µg/m ³ (come NO _x) - tempo di mediazione anno civile	N° di giorni di superamento della soglia di allarme: 400 µg/m ³ misurati per tre ore consecutive
STAZIONE	ZONA				
CENNM1	Nuraminis	0	10	12	0
CENV/S1	Villasor	0	13	17	0
CENSG1	S.Gavino	0	11	16	0
CENSG2	S.Gavino	0	19	36	0
CENVC1	Villacidro	0	14	16	0

Per approfondimenti e confronti con gli anni precedenti si vedano gli allegati "Tabelle e diagrammi D.M. n. 60/2002 e D.Lgs. n. 183/2004" e "Elaborazioni statistiche".

TABELLE E DIAGRAMMI D.M. N.60/2002 e D.LGS. N.183/2004

RETE DI RILEVAMENTO DELLA PROVINCIA DI CAGLIARI D.M. 60/2002: VALORI LIMITE							
Inquinante SO ₂ in µg/m ³		Numero di superamenti del limite orario per la protezione della salute umana: 350 µg/m ³ da non superare più di 24 volte nell'anno civile - tempo di mediazione 1 ora	Numero di superamenti del limite di 24 ore per la protezione della salute umana: 125 µg/m ³ da non superare più di 3 volte nell'anno civile - tempo di mediazione 24 ore	Limite per la protezione degli ecosistemi: 20 µg/m ³ - tempo di mediazione anno civile e inverno (01 ottobre - 31 marzo)		Numero di giorni di superamento della soglia di allarme: 500 µg/m ³ misurati per tre ore consecutive	
STAZIONE	ZONA			Media annuale	Media invernale		
CENNM1	Nuraminis	2002	0	0	1	1	0
		2003	0	0	1	1	0
		2004	0	0	1	1	0
		2005	0	0	2	2	0
		2006	0	0	3	2	0
		2002	0	0	2	1	0
CENV/S1	Villasor	2003	0	0	1	1	0
		2004	0	0	1	0	0
		2005	0	0	1	1	0
		2006	0	0	1	1	0
		2002	0	0	1	1	0
		2003	0	0	1	1	0
CENSG1	S.Gavino	2004	0	0	1	1	0
		2005	0	0	1	1	0
		2006	0	0	1	1	0
		2002	0	0	1	1	0
		2003	1	0	1	1	0
		2004	0	0	1	1	0
CENSG2	S.Gavino	2005	0	0	1	1	0
		2006	0	0	1	1	0
		2002	0	0	1	1	0
		2003	0	0	2	1	0
		2004	0	0	1	1	0
		2005	0	0	1	1	0
CENVC1	Villacidro	2006	0	0	2	2	0
		2002	0	0	1	1	0
		2003	0	0	1	1	0
		2004	0	0	1	1	0
		2005	0	0	2	2	0
		2006	0	0	1	2	0

RETE DI RILEVAMENTO DELLA PROVINCIA DI CAGLIARI
D.M. 60/2002: VALORI LIMITE

STAZIONE	Inquinante NO ₂ in µg/m ³		Numero di superamenti del limite orario per la protezione della salute umana: 250 µg/m ³ (come NO ₂ da non superare più di 18 volte nell'anno civile) - tempo di mediazione: 1 ora	Limite annuale per la protezione della salute umana: 40 µg/m ³ (come NO ₂) - tempo di mediazione: anno civile	Limite per la protezione degli ecosistemi: 30 µg/m ³ (come NOx) - tempo di mediazione: anno civile	Numero di giorni di superamento della soglia di allarme: 400 µg/m ³ misurati per tre ore consecutive
	ZONA	ANNI				
GENNM1	Nuraminis	2002	0	11	11	0
		2003	1	20	23	0
		2004	0	13	14	0
		2005	0	11	13	0
		2006	0	10	12	0
CENVS1	Villasor	2002	0	18	23	0
		2003	0	19	25	0
		2004	2	16	21	0
		2005	0	17	23	0
		2006	0	13	17	0
CENSG1	S. Gavino	2002	0	8	8	0
		2003	0	7	6	0
		2004	0	7	6	0
		2005	0	7	9	0
		2006	0	11	16	0
CENSG2	S. Gavino	2002	0	14	25	0
		2003	0	14	23	0
		2004	0	14	25	0
		2005	0	14	25	0
		2006	0	19	36	0
CENVC1	Villacidro	2002	0	12	19	0
		2003	0	5	4	0
		2004	0	7	6	0
		2005	1	8	10	0
		2006	0	14	16	0

Inquinante SO ₂ in µg/m ³ . Tempo di mediazione: 1 ora. Periodo di osservazione: anno. Periodo di rilevamento: dal 01/01 al 31/12									
STAZIONE	ANNI	N	Mediana	90° pc	95° pc	98° pc	Media	S	
CENNM1	2002	7952	0	1	1	2	1	1	
	2003	8176	1	2	2	3	1	1	
	2004	8329	1	2	3	3	1	1	
	2005	8205	2	4	4	5	2	1	
	2006	8280	2	4	5	6	3	2	
CENVS1	2002	7976	1	2	5	15	2	5	
	2003	8304	0	2	3	8	1	4	
	2004	8233	0	1	3	9	1	4	
	2005	7799	1	2	4	7	1	2	
	2006	8002	1	2	3	4	1	1	
CENSG1	2002	7804	1	2	3	6	1	2	
	2003	8101	1	2	2	4	1	1	
	2004	8203	1	1	2	3	1	1	
	2005	8001	1	2	3	4	1	1	
	2006	8238	1	2	3	4	1	1	
CENSG2	2002	7742	1	3	4	7	1	2	
	2003	8260	1	2	2	3	1	4	
	2004	8206	0	1	1	2	1	0	
	2005	8112	1	2	3	6	1	1	
	2006	8237	1	2	3	5	1	1	
CENVG1	2002	7782	1	3	5	10	2	4	
	2003	8067	1	3	5	8	1	2	
	2004	7808	1	3	4	7	1	2	
	2005	7183	1	5	7	11	2	4	
	2006	7956	1	2	4	8	1	2	

Inquinante NO₂ in µg/m ³ . Tempo di mediazione: 1 ora. Periodo di osservazione: anno. Periodo di rilevamento: dal 01/01 al 31/12									
STAZIONE	ANNI	N	Mediana	90° pc	95° pc	98° pc	Media	S	
CENNM1	2002	7879	7	22	30	40	10	9	
	2003	8079	13	43	61	90	20	21	
	2004	8194	9	29	40	54	13	13	
	2005	7583	8	22	31	41	11	9	
	2006	8132	7	21	29	39	10	9	
CENV/S1	2002	7472	15	34	41	50	18	12	
	2003	7324	15	36	44	54	19	13	
	2004	7542	11	34	44	62	16	17	
	2005	7190	15	35	42	51	18	12	
	2006	7218	10	29	35	43	13	11	
CENSG1	2002	7837	5	18	23	30	8	8	
	2003	7715	5	14	19	26	7	6	
	2004	7884	4	15	20	25	7	6	
	2005	7702	5	18	24	30	8	8	
	2006	8024	8	23	30	38	11	9	
CENSG2	2002	8068	10	28	35	44	13	11	
	2003	8189	12	28	35	43	14	11	
	2004	8259	12	30	36	45	14	11	
	2005	7804	11	29	36	45	14	11	
	2006	8280	14	41	53	67	19	17	
CENVC1	2002	7727	7	29	38	46	11	12	
	2003	7752	4	13	19	34	7	12	
	2004	7968	5	14	19	27	7	6	
	2005	7422	7	29	39	47	12	12	
	2006	7796	10	29	39	52	14	14	



Tipologia inquinanti

OSSIDI DI AZOTO E BIOSSIDO DI AZOTO

In generale gli ossidi di azoto (NO, N₂O, NO₂ ed altri) sono generati da processi di combustione, qualunque sia il combustibile utilizzato, per reazione diretta tra l'azoto e l'ossigeno dell'aria ad alta temperatura (> 1.200 °C).

I processi di combustione (centrali termoelettriche, riscaldamento, motori a combustione interna) emettono quale componente principale monossido di azoto (NO) che, nelle emissioni di un motore a combustione interna, rappresenta circa il 98 % delle emissioni totali di ossidi di azoto. Successivamente il monossido di azoto (NO) in presenza di ozono si trasforma in biossido di azoto. La formazione diretta di NO₂ dai processi di combustione è strettamente correlata agli elevati valori di pressione e temperatura che si realizzano all'interno delle camere di combustione dei motori.

I fumi di scarico degli autoveicoli contribuiscono enormemente all'inquinamento da NO; la quantità di emissioni dipende dalle caratteristiche del motore e dalla modalità del suo utilizzo (velocità, accelerazione, ecc.). In generale, la presenza di NO aumenta quando il motore lavora ad elevato numero di giri (arterie urbane a scorrimento veloce, autostrade, ecc.).

Il biossido di azoto può essere originato anche da processi produttivi senza combustione, come ad esempio la produzione di acido nitrico, fertilizzanti azotati, ecc..., ed anche da sorgenti naturali (attività batterica, eruzioni vulcaniche, incendi).

La miscela degli ossidi di azoto, una volta immessa nell'ambiente, vi permane fino a cinque giorni, prima di essere rimossa con formazione di acido nitrico (HNO₃) e quindi di nitrati. Pertanto, in particolari condizioni meteorologiche e in presenza di concentrazioni elevate, tale sostanza può diffondersi nell'atmosfera ed interessare territori situati anche a grande distanza dalla sorgente inquinante.

Per quanto riguarda gli effetti sulla salute dell'uomo, sia il monossido di azoto che il biossido di azoto risultano potenzialmente pericolosi per la salute.

Il biossido di azoto è più pericoloso per la salute umana, con una tossicità fino a quattro volte maggiore di quella del monossido di azoto. Il biossido di azoto si può ritenere uno degli inquinanti atmosferici più pericolosi, non solo per la sua natura irritante sull'uomo, ma anche perché, in condizioni di forte irraggiamento solare, provoca delle reazioni fotochimiche secondarie che creano altre sostanze inquinanti ("smog fotochimico"): in particolare è un precursore dell'ozono troposferico. Inoltre, trasformandosi in presenza di umidità in acido nitrico, esso è una delle cause della formazione delle cosiddette "piogge acide", che provocano ingenti danni alle piante e più in generale alterazioni negli equilibri ecologici ambientali.

BIOSSIDO DI ZOLFO

Il biossido di zolfo (SO₂) è un gas incolore, dall'odore pungente e irritante. In atmosfera la presenza di biossido di zolfo è accompagnata da quella del triossido di zolfo (SO₃); infatti il biossido (SO₂) può essere trasformato in triossido (SO₃) mediante processi indotti dall'irraggiamento solare. In atmosfera la presenza di SO₃ come tale è a sua volta condizionata dalla concentrazione di vapore acqueo; in combinazione con questo essa forma infatti facilmente acido solforico (H₂SO₄).



Le principali emissioni di biossido di zolfo derivano dai processi di combustione che utilizzano combustibili di tipo fossile (gasolio, olio combustibile, carbone), in cui lo zolfo è presente come impurità. Le fonti di emissione principali sono dunque gli impianti fissi di combustione (produzione di energia, riscaldamento, ...) ed alcuni particolari processi industriali (settore metallurgico). A conferma di ciò, si riscontra che la concentrazione in atmosfera di biossido di zolfo presenta una variazione stagionale molto evidente, con i valori massimi nella stagione invernale, laddove sono in funzione gli impianti di riscaldamento domestici.

Una percentuale minore di biossido di zolfo nell'aria (6 – 7%) proviene dal traffico veicolare, in particolare dai veicoli con motore diesel.

Infine non è indifferente la quota prodotta dalle fonti naturali (vulcani), anche se la distribuzione uniforme e l'alta quota cui ha luogo l'emissione fanno sì che questo contributo non abbia effetti rilevanti. Il biossido di zolfo è inoltre presente in natura come prodotto dell'ossidazione dello zolfo. Il tempo di persistenza del biossido di zolfo nell'ambiente è di circa 4 giorni. In particolari condizioni meteorologiche e in presenza di concentrazioni elevate, tale sostanza può diffondersi nell'atmosfera ed interessare territori situati anche a grande distanza dalla sorgente inquinante.

Per quanto riguarda gli effetti sul metabolismo umano, il biossido di zolfo è considerato nella letteratura internazionale il più pericoloso degli inquinanti atmosferici, a causa dell'ipersensibilità ad esso mostrata da alcune fasce di popolazione, come gli anziani o le persone soggette a malattie croniche dell'apparato respiratorio - cardiovascolare. Inoltre il biossido di zolfo presente in atmosfera è il principale responsabile delle cosiddette "piogge acide", in quanto, attraverso reazioni con l'ossigeno e le molecole d'acqua, tende a trasformarsi in anidride solforica e, in presenza di umidità, in acido solforico. Le precipitazioni piovose con una componente acida significativa sono responsabili di danni alla vegetazione, con la presenza di zone necrotiche sulla foglie che, successivamente, scoloriscono e seccano; tali precipitazioni provocano anche l'acidificazione dei corpi idrici, in particolare quelli a debole ricambio, con conseguente compromissione della vita acquatica.

MONOSSIDO DI CARBONIO

Il Monossido di carbonio, che rappresenta l'inquinante gassoso più abbondante in atmosfera, si forma principalmente dalla combustione incompleta degli idrocarburi presenti in carburanti e combustibili. Quando la combustione avviene in condizioni ideali si forma esclusivamente anidride carbonica (CO₂) mentre quando la quantità di Ossigeno a disposizione è insufficiente, si forma anche CO.

La principale sorgente di questa sostanza è rappresentata dal traffico veicolare (circa l'80% della produzione complessiva; in ambito urbano anche fino al 90 – 95%), in particolare dai gas di scarico dei veicoli a benzina.

La concentrazione di CO emessa dagli scarichi dei veicoli è strettamente correlata alle condizioni di funzionamento del motore: si registrano concentrazioni più elevate con motore a bassi regimi ed in fase di decelerazione, condizioni tipiche di traffico urbano intenso e rallentato. Altre sorgenti sono gli impianti termici e alcuni processi industriali, come ad esempio la produzione di acciaio. E' un inquinante primario con un tempo di permanenza in atmosfera relativamente lungo (circa quattro mesi) e con una bassa reattività chimica; pertanto le concentrazioni in atmosfera maggiori di questo inquinante si riscontrano in prossimità delle sorgenti principali (aree urbane con traffico veicolare intenso).



Inoltre, la concentrazione spaziale su piccola scala del CO risente in modo rilevante dell'interazione tra le condizioni micro meteorologiche e la struttura delle strade (possibilità di "effetto Canyon").

La tossicità del monossido di carbonio è dovuta alla sua capacità di legarsi con l'emoglobina del sangue in concorrenza con l'ossigeno, formando carbossiemoglobina (COHb), interferendo così sul trasporto di ossigeno ai tessuti. Il legame tra CO ed emoglobina è duecento volte più intenso di quello tra l'emoglobina e ossigeno: dunque la presenza di elevate concentrazioni di monossido di carbonio nell'aria inibisce il naturale processo di ossigenazione del sangue. Nessun danno, se non a concentrazioni elevatissime, si riscontra invece sulle piante

BENZENE

Il benzene presente in atmosfera deriva da processi evaporativi (emissioni industriali, uso del petrolio, degli oli minerali e dei loro derivati) e di combustione incompleta sia di natura antropica (veicoli a motore), che naturale (incendi, decomposizione di materia organica).

La maggior fonte emissiva è costituita dai gas di scarico dei veicoli a motore, alimentati con benzina (principalmente auto e ciclomotori), essendo presente come antidetonante nelle benzine "verdi". Il benzene rilasciato dai veicoli deriva dalla frazione di carburante incombusto, da reazioni di trasformazione di altri idrocarburi e, in parte, anche dall'evaporazione che si verifica durante la preparazione, la distribuzione e lo stoccaggio delle benzine, ivi comprese le fasi di marcia e sosta prolungata dei veicoli.

Alcune stime effettuate a livello di Unione Europea attribuiscono a questa categoria di veicoli più del 70% del totale delle emissioni di benzene. La presenza di Benzene in atmosfera è un problema particolarmente rilevante nelle aree urbane, dove insistono densità abitative elevate e notevoli quantità di traffico veicolare. In queste aree la quantità predominante di benzene (circa 85%) deriva dai gas di scarico dei veicoli mentre una percentuale minore (15%) proviene dalle emissioni evaporative.

La dispersione del benzene in atmosfera è connessa a una serie di variabili di tipo meteorologico (variazioni stagionali e giornaliere), socio-economico (intensità e fluidità del traffico giornaliero e orario) e geografico (distribuzione degli assi stradali principali, morfologia del territorio, ecc.).

POLVERI ATMOSFERICHE

Con il termine polveri atmosferiche, o materiale particolare, si intende un insieme eterogeneo di particelle solide e liquide che, a causa delle ridotte dimensioni, tendono a rimanere sospese in aria. Le singole particelle sono anche molto diverse tra loro per dimensione, forma, composizione chimica e processo di formazione.

L'insieme delle particelle sospese in atmosfera è definito come particolato sospeso P.T.S. (Polveri Totali Sospese) o P.M. (dall'inglese "Particulate Matter", materiale particolare).

Generalmente tali particelle sono costituite da una miscela di elementi quali: Carbonio (organico ed inorganico), fibre, silice, metalli (Ferro, Rame, Piombo, Nichel, Cadmio, ...), nitrati, solfati, composti organici (idrocarburi, acidi organici, I.P.A., ...), materiale inerte (frammenti di suolo, spore, pollini ...), particelle liquide. Tale composizione dipende essenzialmente dal processo di formazione delle stesse particelle e dalle sostanze con cui sono giunte a contatto nella loro permanenza in atmosfera (ad esempio possono fungere da veicolanti di metalli pesanti).



Il diametro è compreso tra 0,005 μm e 150 μm (lo spessore di un capello umano è di circa 100 μm); all'interno di questo intervallo le polveri atmosferiche sono suddivise in:

- particelle grossolane: con diametro superiore ai 10 μm ;
- particelle fini (PM10): con diametro compreso tra 2,5 μm e 10 μm ;
- particelle finissime (PM2,5): con diametro inferiore ai 2,5 μm .

Nonostante tra PM10 e PM2,5 vi sia una certa sovrapposizione dimensionale, le due classi sono generalmente ben distinte sia in termini di sorgenti di emissione e di processi di formazione, sia per quanto riguarda la composizione chimica ed il comportamento nell'atmosfera.

Le polveri atmosferiche possono essere di origine naturale o antropica. Le più importanti sorgenti naturali sono riconducibili a:

- erosione eolica ed in generale materiale inorganico prodotto da agenti naturali (vento e pioggia);
- aerosol biogenico (spore, pollini e frammenti vegetali);
- incendi boschivi;
- aerosol marino (sali, ...);
- emissioni vulcaniche.

Le più rilevanti sorgenti antropiche sono costituite da:

- combustione (riscaldamenti, centrali termoelettriche), soprattutto di carbone, oli, legno e rifiuti;
- trasporti (trasporti stradali, aeroplani, navi, treni,...);
- processi industriali (cementifici, fonderie, miniere,...);
- combustione incontrollata di residui agricoli.

In generale si può affermare che le polveri grossolane sono prevalentemente di origine naturale (combustioni incontrollate, erosione e disgregazione del suolo, pollini, spore, ...); le polveri più fini hanno invece origine antropica.

In particolare il particolato derivante dai processi di combustione (scarichi da autoveicoli, centrali termiche, ecc.) è caratterizzato in massima parte da granulometrie inferiori a 2,5 μm , mentre quello derivante da processi meccanici di usura, macinazione, strofinamento (es. usura di freni e gomme degli autoveicoli, usura del manto stradale, ecc.) e risospensione del particolato dal suolo a causa del transito dei veicoli e del vento, è prevalentemente caratterizzato da dimensioni superiori a 2,5 μm .

Le fonti urbane di emissione di polveri nelle aree urbane sono principalmente due:

- traffico veicolare;
- impianti di riscaldamento civili.

Traffico veicolare. Tutti i mezzi di trasporto emettono polveri fini. In particolare i motori diesel e i ciclomotori emettono un quantitativo di polveri, per km percorso, maggiore rispetto ai veicoli a benzina, riconosciuti comunque responsabili della produzione di una certa quantità di questo inquinante. Altrettanto certo è il legame fra la cilindrata del veicolo e la quantità del particolato prodotto: più potente è il veicolo e maggiore è la quantità di particolato prodotto. L'incrocio di queste due osservazioni fa sì che i mezzi commerciali pesanti siano i maggiormente inquinanti, seguiti dai commerciali leggeri e dalle automobili.

Una fonte di minore importanza è legata all'usura di freni, pneumatici, manto stradale e frizioni, nonché al risolvimento delle frazioni depositate sulla carreggiata dovuto allo stesso traffico.

Il tempo di permanenza in atmosfera delle polveri dipende principalmente dalla loro dimensione. In particolare le particelle più grossolane si depositano al suolo nell'arco di poche ore e la distanza percorsa è di solito breve. Tuttavia, in situazioni particolari, esse possono raggiungere gli strati più alti dell'atmosfera e percorrere anche notevoli distanze (si pensi ad esempio alla sabbia desertica che raggiunge le nostre città). Al contrario, le particelle più fini di diametro fino ad 1 μm , tendono a "galleggiare" e conseguentemente possono permanere in atmosfera per molti giorni con trasporti anche di centinaia e migliaia di chilometri. Le condizioni più favorevoli al permanere di situazioni di inquinamento da polveri si manifestano soprattutto nella stagione invernale, in presenza di particolari condizioni meteorologiche (alta pressione, elevata stabilità atmosferica, prolungata inversione termica, assenza di precipitazioni). A causa del perdurare di queste situazioni, si sono riscontrati elevati livelli di PM10 nell'aria non solo nelle grandi città, ma anche a notevoli distanze dalle sorgenti principali.

In relazione agli effetti dannosi per la salute e l'ambiente, l'interesse suscitato dalle polveri atmosferiche trae origine storicamente dallo studio di fenomeni acuti di smog, nel corso dei quali le polveri, in combinazione con il biossido di zolfo, hanno determinato il verificarsi di pesanti effetti sanitari.

In generale, quanto più piccola è la dimensione delle particelle, tanto maggiore è la loro capacità di penetrare nei polmoni e dunque di produrre effetti dannosi sulla salute umana. Per questo motivo le polveri fini (PM10) ed ancor più le polveri finissime (PM2,5) presentano un interesse sanitario sicuramente superiore rispetto alle polveri totali considerate nel loro insieme (PTS):

- particelle grossolane: si fermano nelle prime vie respiratorie;
 - particelle fini (PM10): dette anche polveri inalabili, penetrano nel tratto superiore delle vie aeree o tratto extratoracico (cavità nasali, faringe e laringe);
 - particelle finissime (PM2,5): , dette anche polveri respirabili, possono giungere fino alle parti inferiori dell'apparato respiratorio o tratto tracheobronchiale (trachea, bronchi, bronchioli e alveoli polmonari).
- La presenza di polveri può causare effetti negativi anche sulla vegetazione, formando sulla superficie delle foglie una crosta non dilavabile dalle piogge, inibendo così il processo di fotosintesi e lo sviluppo delle piante. Inoltre, se il particolato depositato contiene composti chimici pericolosi, possono causarsi danni diretti ed indiretti alle piante stesse od agli animali che di esse si cibano.

Danni dovuti a queste sostanze possono aversi anche sui materiali, con fenomeni di imbrattamento e corrosione (causata in presenza di umidità delle sostanze assorbite).

Infine, nei casi di presenza rilevante di polveri atmosferiche, è possibile rilevare effetti sul clima a seguito dell'azione di dispersione ed assorbimento delle radiazioni solari, fino ad una riduzione della visibilità: accumulandosi nell'atmosfera, infatti, le particelle assorbono e deviano la luce.

Quadro normativo

Il quadro normativo, in materia di inquinamento atmosferico, si presenta sufficientemente completo ed articolato. L'emanazione del **D. Lgs. 04/08/1999, n. 351** ha riordinato una serie di interventi normativi precedenti aggiornandoli, recependo e attuando inoltre, la **Direttiva Comunitaria 96/62/CE** in materia di valutazione e di gestione della qualità dell'aria ambiente.

Innovativo è l'approccio alla "valutazione della qualità dell'aria ambiente", di competenza delle regioni, che deve essere effettuata sia attraverso la misurazione dei vari inquinanti, sia attraverso tecniche modellistiche.

Il Decreto definisce i principi per:

- a) Stabilire gli obiettivi per la qualità dell'aria ambiente al fine di evitare, prevenire o ridurre gli effetti dannosi per la salute umana e per l'ambiente nel suo complesso;
- b) Valutare la qualità dell'aria ambiente sul territorio nazionale in base a criteri e metodi comuni;
- c) Disporre di informazioni adeguate sulla qualità dell'aria ambiente e far sì che siano rese pubbliche, con particolare riferimento al superamento delle soglie d'allarme;
- d) Mantenere la qualità dell'aria ambiente, laddove è buona, e migliorarla negli altri casi.

Il D.Lgs 351 demanda a decreti del Ministro dell'Ambiente, il recepimento dei:

- Valori limite e delle soglie d'allarme per gli inquinanti elencati nell'allegato I;
- Il margine di tolleranza fissato per ciascun inquinante di cui all'allegato I, le modalità secondo le quali tale margine deve essere ridotto nel tempo;
- Il termine entro il quale il valore limite deve essere raggiunto;
- Il valore obiettivo per l'Ozono e gli specifici requisiti per il monitoraggio, valutazione, gestione ed informazione.

Con le stesse modalità sono stabiliti per ciascun inquinante per il quale sono previsti un valore limite e una soglia di allarme:

a) I criteri per la raccolta dei dati inerenti la qualità dell'aria ambiente ed i criteri e le tecniche di misurazione, con particolare riferimento all'ubicazione e al numero minimo dei punti di campionamento e alle metodiche di riferimento per la misura, il campionamento e l'analisi;

b) I criteri riguardanti l'uso di altre tecniche di valutazione della qualità dell'aria ambiente, in particolare la modellizzazione, con riferimento alla risoluzione spaziale per la modellizzazione, ai metodi di valutazione obiettiva ed alle tecniche di riferimento per la modellizzazione;

LIMITI DI CONCENTRAZIONE DEGLI INQUINANTI

- Ossidi di Azoto (DM 2/4/2002 n. 60)
- Biossido di Zolfo (DM 2/4/2002 n. 60)
- PM10 (DM 2/4/2002 n. 60)
- Piombo (DM 2/4/2002 n. 60)
- Benzene (DM 2/4/2002 n. 60)
- Monossido di Carbonio (DM 2/4/2002 n. 60)
- Ozono (Direttiva 2002/3/CE)

Di seguito vengono presentati nelle tabelle i valori di rispetto per i singoli agenti inquinanti.



MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO DECRETO 2 aprile 2002, n. 60

Recepimento della direttiva 1999/30/CE del Consiglio del 22 aprile 1999 concernente i 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 della direttiva 2000/69/CE relativa ai valori limite di qualità dell'aria ambiente per il benzene ed il monossido di carbonio.

Valori limite per il biossido di zolfo

I valori limite devono essere espressi in mcg/m³. Il volume deve essere normalizzato ad una temperatura di 293° K e ad una pressione di 101,3 kPa.

	Periodo medio	Valore limite	Margine di tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
1. Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	350 mcg/m ³ da non superare più di 24 volte per anno civile	150 mcg/m ³ (43%) all'entrata in vigore della presente direttiva, con una riduzione il 1° gennaio 2001 ed ogni 12 mesi successivi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2005	1° gennaio 2005
2. Valore limite annuale per la protezione della salute umana	24 ore	125 mcg/m ³ da non superare più di 3 volte per anno civile	nessuno	1° gennaio 2005
3. Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	anno civile e inverno (1° ottobre 31 marzo)	20 mcg/m ³	nessuno	19 luglio 2001

Soglia di allarme per il biossido di zolfo
500 mcg/m³ misurati su tre ore consecutive in località rappresentative della qualità dell'aria su almeno 100 km² oppure una zona o un agglomerato completi, se tale zona o agglomerato sono meno estesi.

Valori limite per il biossido di azoto e il monossido di azoto

I valori limite devono essere espressi in mcg/m³. Il volume deve essere normalizzato ad una temperatura di 293 °K e ad una pressione di 101,3 kPa.

	Periodo medio	Valore limite	Margine di tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
1. Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 mcg/m ³ NO ₂ da non superare più di 18 volte per anno civile	50 % all'entrata in vigore della presente direttiva, con una riduzione il 1° gennaio 2001 ed ogni 12 mesi successivi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010
2. Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 mcg/m ³ NO ₂	50 % all'entrata in vigore della presente direttiva, con una riduzione il 1° gennaio 2001 ed ogni 12 mesi successivi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010



3. Valore annuale per la protezione della vegetazione	limite anno civile	30 mcg/m3 NOx	nessuno	19 luglio 2001
---	--------------------	---------------	---------	----------------

Soglia di allarme per il biossido di azoto
400 mcg/m3 misurati su tre ore consecutive in località rappresentative della qualità dell'aria su almeno 100 km2 oppure una zona o un agglomerato completi, se tale zona o agglomerato sono meno estesi.

Valori limite per le particelle (PM10)

	Periodo medio	Valore limite	Margine di tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
--	---------------	---------------	-----------------------	---

FASE 1

1. Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	50 mcg/m3 PM10 da non superare più di 35 volte l'anno	50 % all'entrata in vigore della presente direttiva, con una riduzione il 1° gennaio 2001 ed ogni 12 mesi successivi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2005	1° gennaio 2005
2. Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 mcg/m3 PM10	20 % all'entrata in vigore della presente direttiva, con una riduzione il 1° gennaio 2001 ed ogni 12 mesi successivi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2005	1° gennaio 2005

FASE 2 (1)

1. Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	50 mcg/m3 PM10 da non superare più di 7 volte l'anno	in base ai dati; deve essere equivalente al valore limite della fase 1	1° gennaio 2010
2. Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	20 mcg/m3 PM10	50 % al 1° gennaio 2005 con riduzione ogni 12 mesi successivi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2010	1° gennaio 2010

(1) Valori limite indicativi che vanno riveduti alla luce delle ulteriori informazioni relative agli effetti sulla salute e sull'ambiente, alla fattibilità tecnica e all'esperienza acquisita nell'applicazione dei valori limite della fase 1 negli Stati membri.



Valori limite per il piombo

	Periodo medio	Valore limite	Margine di tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere rispettato
Valore limite annuale per protezione della salute umana	Anno civile	0,5 mcg/m ³	100% del valore limite, pari a 0,5 mcg/m ³ , all'entrata in vigore della direttiva 99/30/CE (19/7/99). Tale valore è ridotto il 1° gennaio 2001 e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% il 1° gennaio 2005	1° gennaio 2005

Valori limite per il benzene

Il valore limite deve essere espresso in mcg/m³. Il volume deve essere normalizzato ad una temperatura di 293 K e ad una pressione di 101,3 kPa.

	Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
Valore limite per la protezione della salute umana	Anno civile	5 mcg/m ³	100% del valore limite, pari a 5 µg/m ³ , all'entrata in vigore della direttiva 2000/69 13/12/2000). Tale valore è ridotto il 1° gennaio 2006, e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% al 1° gennaio 2010	10 gennaio 2010 (2)

(2) ad eccezione delle zone e degli agglomerati nei quali è stata approvata una proroga limitata nel tempo a norma dell'articolo 32.

Valori limite per monossido di carbonio

Il valore limite deve essere espresso in mg/m³. Il volume deve essere normalizzato ad una temperatura di 293 K e ad una pressione di 101,3 kPa.

	Periodo di mediazione	Valore limite	Margine di tolleranza	Data alla quale il valore limite deve essere raggiunto
Valore limite per la protezione della salute umana	Media massima giornaliera su 8 ore	10 mg/m ³	6 mg/m ³ all'entrata in vigore della direttiva 2000/69 (13/12/2000). Tale valore è ridotto il 1° gennaio 2003, e successivamente ogni 12 mesi, secondo una percentuale annua costante, per raggiungere lo 0% al 1° gennaio 2005	1° gennaio 2005

La media massima giornaliera su 8 ore viene individuata esaminando le medie mobili su 8 ore, calcolate in base a dati orari e aggiornate ogni ora. Ogni media su 8 ore così calcolata è assegnata al giorno nel quale finisce. In pratica, il



primo periodo di 8 ore per ogni singolo giorno sarà quello compreso tra le ore 17.00 del giorno precedente e le ore 01.00 del giorno stesso; l'ultimo periodo di 8 ore per ogni giorno sarà quello compreso tra le ore 16.00 e le ore 24.00 del giorno stesso.

Decreto Legislativo 21 maggio 2004, n. 183

Limiti media 1 h	Soglia di informazione ⁽¹⁾ media 1 h	Soglia di allarme ⁽²⁾ media 1 h
O ₃ ozono (µg/m ³)	180	240

1) soglia di informazione: livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata per alcuni gruppi particolarmente sensibili della popolazione e raggiunto il quale devono essere adottate le misure previste dall'articolo 5 del D.Lgs. 183 del 21/5/04

2) soglia di allarme: livello oltre il quale vi è un rischio per la salute umana in caso di esposizione di breve durata e raggiunto il quale devono essere adottate le misure previste dall'articolo 5 del D.Lgs. 183 del 21/5/04

Nuovi limiti a partire dal 2010

Limiti media mobile 8h (obiettivo da raggiungere 2010)	Valore bersaglio ⁽³⁾ media mobile 8h	Valore bersaglio ⁽³⁾ Numero giorni di superamenti limite media mobile 8h
O ₃ ozono (µg/m ³)	120	25

3) Valore Bersaglio: livello fissato al fine di evitare a lungo termine effetti nocivi sulla salute umana e sull'ambiente nel suo complesso, da conseguirsi per quanto possibile entro un dato periodo di tempo.
Valore a cui tendere e da rispettare. Tale valore non deve essere superato per più di 25 giorni per anno civile come media su 3 anni; i limiti entreranno in vigore nel 2010. La prima verifica sul conseguimento dei valori bersaglio verrà effettuata nel 2013.

Applicazione del modello di dispersione

L'utilizzo dei modelli di diffusione rappresenta uno degli strumenti fondamentali per la predisposizione del Piano, in quanto, mediante la loro utilizzazione, risulta possibile stimare l'evoluzione dell'inquinamento atmosferico in una data area al variare delle condizioni iniziali, ovvero della localizzazione e tipologia delle sorgenti emissive.

Mediante l'utilizzo dei modelli si può, ad esempio, analizzare l'efficacia dei diversi scenari di riduzione, modifica, rilocalizzazione delle emissioni, tenendo conto delle complesse interrelazioni tra i diversi fenomeni che avvengono in atmosfera, comparando poi i risultati ottenuti con i costi stimabili per i diversi scenari di intervento.

Esistono numerosi modelli previsionali che si differenziano, oltre che per i presupposti teorici e per la struttura più o meno sofisticata, anche per gli ambiti in cui possono essere applicati. In generale, i modelli matematici, relativi alla dispersione di inquinanti in atmosfera, si possono dividere in due grandi categorie:

— i modelli **statistici**, per lo più utilizzati in fase di descrizione e gestione dei dati misurati dalle reti di monitoraggio della qualità dell'aria, si basano sulle serie storiche di dati misurati. Lo studio statistico dei dati permette di verificare relazioni tra grandezze relative sia agli inquinanti che alla meteorologia, risultando quindi di grande aiuto nell'interpretazione dei fenomeni che governano la diffusione degli inquinanti e nell'analisi dei dati stessi;

— i modelli **deterministici** cercano di seguire il fenomeno del trasporto (dovuto ai vortici) dei gas in atmosfera mediante trattazione teorica dei fenomeni connessi alla diffusione atmosferica. L'approccio teorico al problema ha portato alla predisposizione dei seguenti tipi di modelli: modelli Euleriani, modelli Lagrangiani e modelli cinematici (Gaussiani e Analitici).

La previsione e la stima dei livelli di concentrazione al suolo di inquinanti da sorgenti di emissione è stata effettuata attraverso l'utilizzo di specifica modellistica diffusionale.

I modelli diffusionali rappresentano, in maniera più o meno semplificata, la diffusione di sostanze in atmosfera in relazione alle caratteristiche delle emissioni (quantità di inquinante emesso, temperatura, velocità, etc.) e alle condizioni meteorologiche. Per mezzo di questi strumenti di analisi è possibile, partendo da una conoscenza delle emissioni e delle condizioni meteorologiche, simulare il fenomeno della diffusione dell'inquinante con buona approssimazione. I dati ottenuti da queste simulazioni possono quindi venire utilizzati per valutare il campo di concentrazione della sostanza oggetto di studio all'interno del dominio di calcolo.

Il modello di dispersione utilizzato è WINDIMULA. Questo modello, sviluppato da ENEA, è inserito nei rapporti ISTISAN 90/32 (modella per la progettazione e valutazione di una rete di rilevamento per il controllo della qualità dell'aria) e ISTISAN 93/96 (modelli ad integrazione delle reti per la gestione della qualità dell'aria), in quanto rispondente ai requisiti per la valutazione delle dispersioni di inquinanti in atmosfera in regioni limitate (caratterizzate da scale spaziali di alcune decine di chilometri) e in condizioni atmosferiche sufficientemente omogenee stazionarie. DIMULA è un modello gaussiano multisorgente che consente di effettuare simulazioni in versione short_term e in versione climatologica.

I modelli gaussiani si basano su una soluzione analitica esatta dell'equazione di trasporto e diffusione in atmosfera ricavata sotto particolari ipotesi semplificative. La forma della soluzione è di tipo gaussiano, ed è controllata da una serie di parametri che riguardano sia l'altezza effettiva del rilascio per sorgenti calde, calcolata come somma dell'altezza del camino più il sovrarzo termico dei fumi, che la dispersione laterale e verticale del pennacchio calcolata

utilizzando formulazioni che variano al variare della stabilità atmosferica, descritta utilizzando le sei classi di stabilità introdotte da Pasquill-Turner.

Il codice consente di effettuare due tipi di simulazioni:

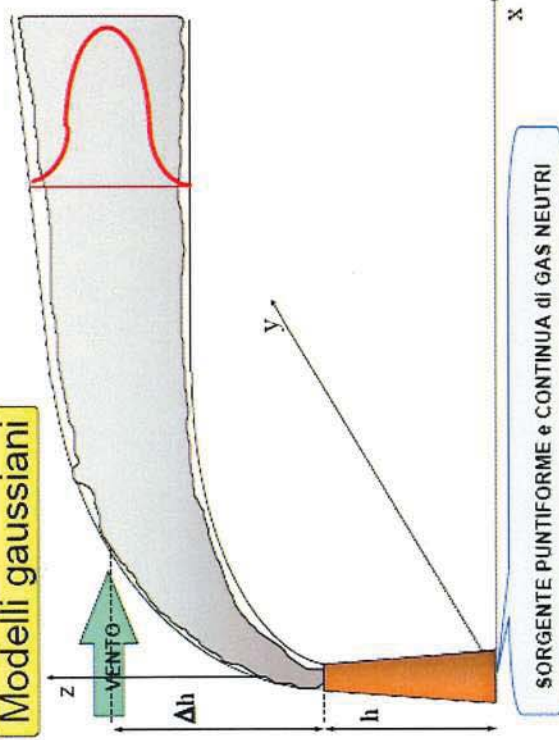
- "short-term": fornisce concentrazioni medie orarie o giornaliere, consentendo di individuare la peggiore condizione possibile;
- "long-term": tratta gli effetti dei rilasci prolungati nel tempo, al variare delle caratteristiche atmosferiche e meteorologiche, e fornisce le condizioni medie nell'intervallo di tempo considerato, generalmente un anno.

La versione short_term del modello permette di calcolare la distribuzione spaziale sul territorio delle concentrazioni al suolo dell'inquinante considerato sul breve periodo. L'input meteorologico e' rappresentato in questo caso da un valore istantaneo di direzione e intensità del vento. Le ipotesi alla base di questo modulo sono la stazionarietà nel tempo delle condizioni meteorologiche e la continuità delle emissioni in esame. E' possibile considerare i risultati come concentrazioni orarie.

Il modulo Short Term oltre a calcolare in ogni punto la concentrazione totale media prodotta dalle sorgenti in esame valuta anche la concentrazione totale massima prodotta in ogni punto di calcolo

La versione climatologica del modello permette di calcolare la distribuzione spaziale sul territorio delle concentrazioni dell'inquinante considerato mediate su lunghi periodi, in modo da poter considerare la variazione temporale delle grandezze meteorologiche. L'input meteorologico e' rappresentato in questo caso da funzioni chiamate Joint Frequency Functions: queste funzioni riportano, tramite frequenze di accadimento, l'aggregazione dei dati di velocità e direzione del vento per ogni classe di stabilità'. Il salvataggio delle elaborazioni per ogni situazione meteo consente l'utilizzo del modulo di postelaborazione per valutare, anche nel caso di calcoli climatologici, il rispetto dei limiti di legge espressi in percentili.

Modelli gaussiani



Caratteristica dei modelli del tipo gaussiano

Dati di input

Al fine di verificare la rispondenza ai limiti di legge, ci si è posti nella condizione peggiore per quanto riguarda la ricaduta al suolo. In dettaglio la velocità di efflusso dei fumi allo sbocco è stata calcolata dall'area e dalla portata, la

temperatura dei fumi è stata impostata secondo il range più basso. Per quanto riguarda le sorgenti sono stati impostati i valori massimi di portata di emissione e la massima concentrazione. Sono state effettuate due differenti simulazioni per ciascun inquinante considerato, al fine di verificare l'inquinamento prodotto dallo stabilimento sia in macroscala che nell'immediato intorno.

Considerando l'analisi effettuata sono state distinte le seguenti simulazioni:

1 ipotesi

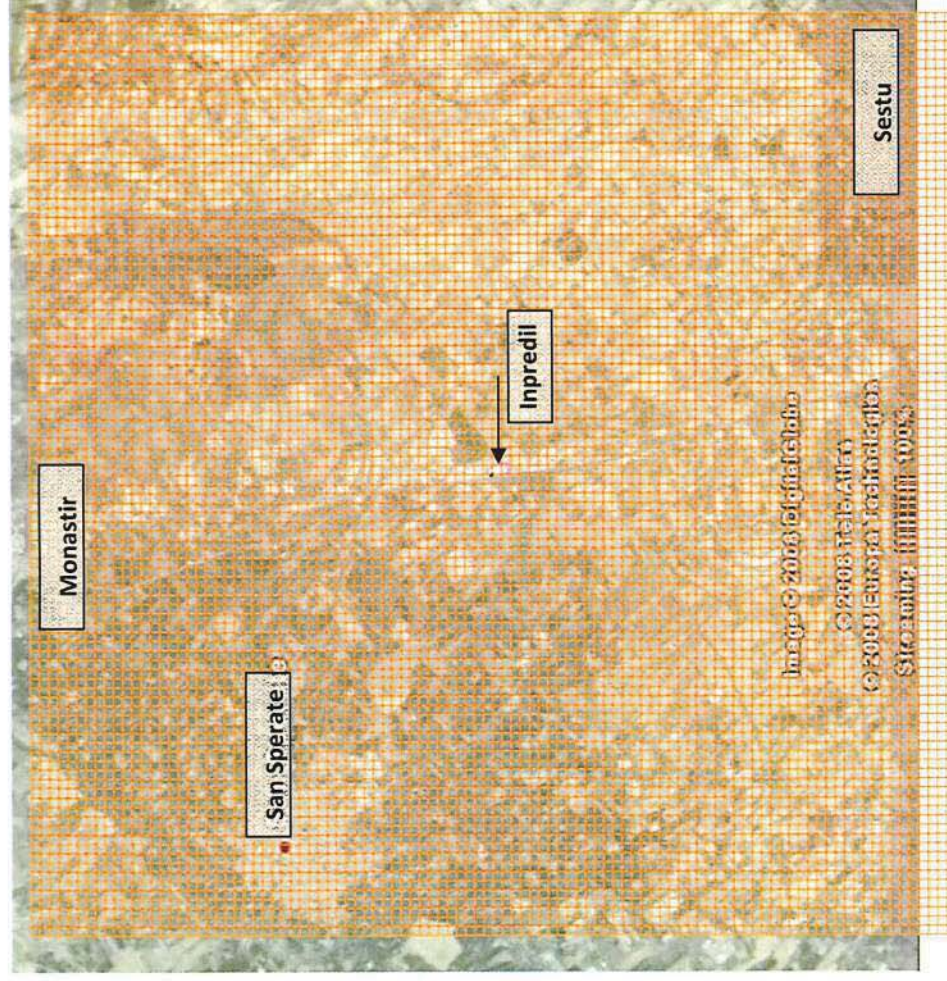
- Velocità dei fumi allo sbocco calcolata dall'area e dalla portata massima
- Temperatura dei fumi impostata secondo il range minore
- Direzione del vento caratterizzata dalle direzioni predominanti proprie della zona in esame. Come dato di velocità del vento è stato impostato un dato medio al fine di non considerare situazioni poco significative.

Dati meteorologici utilizzati

Ai fini della presente attività di stima modellistica degli effetti inquinanti sono stati presi in considerazione dati provenienti da diverse centraline di rilevamento, prossime all'impianto della Inpredil S.p.A. al fine di verificare le effettive condizioni meteo climatiche. Per un approfondimento circa i dati utilizzati si rimanda alla specifica relazione tecnica, contestualmente allegata (all. D.5).

Si è proceduto pertanto alla costruzione di scenari meteo-climatici locali che fossero rappresentativi delle condizioni maggiormente presenti nell'area. In tal senso la modellazione effettuata è di tipo short term, non potendo disporre di dati orari specifici su un periodo sufficientemente lungo (un anno solare) ai fini di una modellazione di tipo long term. Per quanto riguarda i parametri anemometrici sono state considerate le rose dei venti elaborate secondo gli studi relativi al periodo 1951- 1991 dell'Aeronautica Militare, considerando la direzione di prevalenza nonché le differenti caratteristiche in termini di velocità in relazione alle diverse direzioni.

Il reticolo individuato per il calcolo delle ricadute al suolo degli inquinanti, occupa un'area rettangolare di 10 Km x 10Km con maglie quadrate di lato pari a 100m. In figura seguente è rappresentata l'area oggetto dello studio a cui è stato sovrapposto il reticolo di calcolo in esame.



Reticolo utilizzato per la modellazione. Griglia di 100 punti con passo pari a 100 m.

2 ipotesi

- Velocità dei fumi allo sbocco calcolata dall'area e dalla portata massima
- Temperatura dei fumi impostata secondo il range minore
- Situazione di calma di vento. Velocità del vento impostata pari a 0.5 m/s. Come direzione del vento predominante è stata impostata quella maggiormente significativa per i recettori immediatamente prossimi (direzione SSO). E' da rilevare il fatto che detta condizione si realizza con percentuale minore rispetto a tutte le altre possibili.*

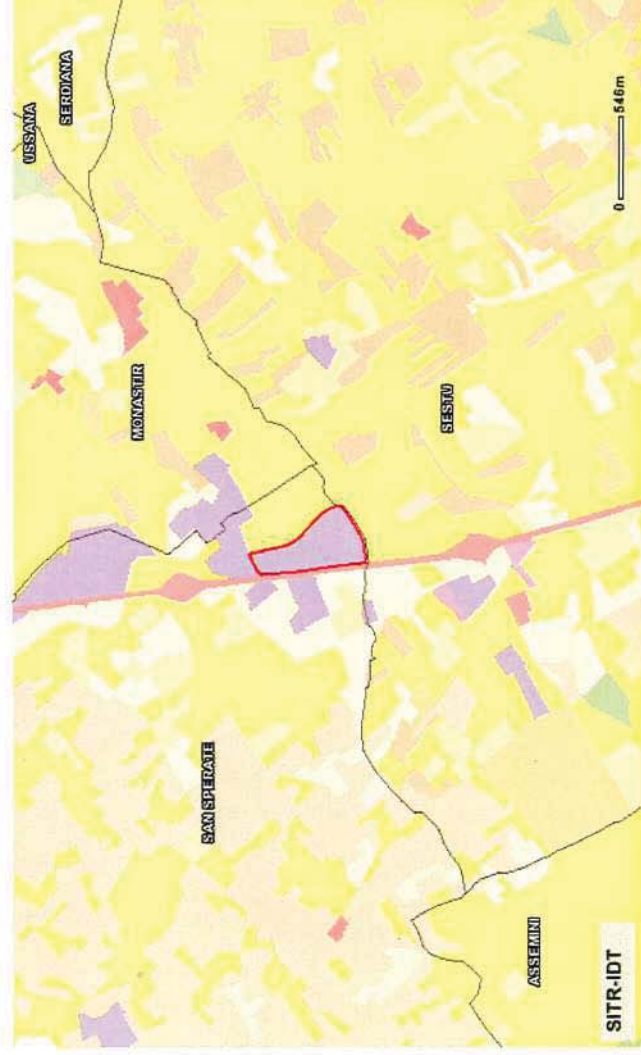
* Come richiesto dall'organo di controllo preposto: condizione di calma di vento con direzione verso i recettori immediatamente prossimi (SSO).

Il reticolo individuato per il calcolo delle ricadute al suolo degli inquinanti, occupa un'area rettangolare di 2 Km x 2 Km con maglie quadrate di lato pari a 10 m. In figura seguente è rappresentata l'area oggetto dello studio a cui è stato sovrapposto il reticolo di calcolo in esame.



Con la linea rossa è stato identificato il perimetro dello stabilimento

Si evidenzia come a nord-est dello stabilimento sia presente un'area a caratterizzata dalla presenza di attività artigianali/commerciali. Nella figura sotto riportata, è evidenziato l'uso dei suoli (fonte Regione Sardegna), al fine di caratterizzare l'intorno dello stabilimento.



Con la campitura viola sono evidenziati gli insediamenti industriali/artigianali/commerciali e spazi annessi

Per il calcolo delle emissioni al suolo determinate dalle emissioni dai camini della Inpretil S.p.A. (stabilimento di San Sperate) sono state valutate i principali inquinanti caratteristici del funzionamento dell'insediamento industriale.



- SO₂
- NO_x
- Polveri totali
- Metalli (Vanadio, Nichel e Cromo)
- Fenoli
- Aldeidi
- Acido cloridrico



Fenoli, Aldeidi Acido Cloridrico

Secondo lo studio effettuato per verificare la nuova proposta impiantistica della Inpredil S.p.A., che prevede la parziale sostituzione dell'olio combustibile denso B.T.Z. che alimenta i due forni di cottura, con Pet Coke le concentrazioni di aldeidi e acido cloridrico, sono ritenute minime e senz'altro non rilevanti ai fini del possibile inquinamento. In base allo studio effettuato non è stata rilevata presenza di fenoli.

Forno	Concentrazione in mg/Nm ³	
	aldeidi	Acido cloridrico
E1	0.1	6.1
E2	0.1	6.1

Metalli pesanti

Per quanto riguarda la presenza di Vanadio, Nichel e Cromo, sono stati analizzati i due differenti combustibili e sono state trovate le seguenti quantità:

Metallo	Pet Coke	Olio BTZ
Vanadio	47 mg/Kg	34 mg/Kg
Nichel	10 mg/kg	22.9 mg/Kg
Cromo	< 1 mg/kg	< 1 mg/Kg

In base a calcoli teorici sulle quantità di combustibile impiegato nella situazione attuale e nella situazione in proposta, dalle quantità di metalli presenti nei differenti combustibili si può ipotizzare che le quantità di metalli nelle emissioni possano essere le seguenti:

Consumo combustibile totale per i due forni in Kg/giorno:

Situazione attuale		Situazione proposta	
Pet Coke	Olio BTZ	Pet Coke	Olio BTZ
/	14.000 Kg/giorno	17.700 Kg/giorno	3.400 Kg/giorno

Quantità all'emissione in g/ora

Metallo	Situazione attuale		Situazione proposta	
	Pet Coke	Olio BTZ	Pet Coke	Olio BTZ
Vanadio	/	19.8 g/h	34.66 g/h	4.82 g/h
Nichel	/	12.8 g/h	7.38 g/h	3.24 g/h
Cromo	/	0.5 g/h	< 0.1 g/h	< 0.1 g/h

Riferendosi alla portata teorica dei camini può essere ricavato il valore di concentrazione totale (comprensivo dell'apporto dei due camini) per entrambe le situazioni per ciascun inquinante.

Portata camini situazione attuale: 66.400 Nm³/h (ossigeno riferimento 18%)

Portata camini situazione proposta: 56.708 Nm³/h (ossigeno riferimento 18%)



Metallo	Situazione attuale	Situazione proposta
Vanadio	0.29 mg/Nm ³	0.7 mg/Nm ³
Nichel	0.19 mg/Nm ³	0.2 mg/Nm ³
Cromo	0.007 mg/Nm ³	< 0.1 mg/Nm ³

Dai risultati dei valori sopra riportati si può senz'altro concludere che la situazione proposta non comporta una situazione di rilievo per la deposizione di metalli pesanti al suolo. Tuttavia considerato che i metalli pesanti costituiscono una percentuale del PTS , a seguito della valutazione della deposizione al suolo del particolato, si è valutato quale percentuale di questo possa essere costituita da metalli.

Particolato Totale Sospeso (PTS)

Le polveri totali sospese (particolato) sono costituite da un miscuglio di particelle carboniose, fibre, silice, metalli, particelle liquide, che a loro volta possono essere costituite da inquinanti allo stato liquido o sciolti in acqua (NOx, SOx). Pertanto i metalli pesanti riportati sopra costituiranno parte del PTS.

Per l'ipotesi in progetto non è stata possibile prevedere quantitativamente l'emissione sulla base si soli calcolo teorici. Allo stato attuale possiamo identificare le seguenti emissioni di polveri:

codice camino	Quota sbocco	diametro	Concentrazione inquinante mg/Nm ³	
			PTS	
E1	13.8	1.42	11.5	
E2	13.8	1.42	11.5	
E3	12.5	1.38	<1	
E4	12.5	1.38	<1	
E5	12.5	1.38	<1	
E6	12.5	1.38	<1	
E7	12.0	1.30	33.8	
E8	12.0	1.30	33.8	
E9	17.83	0.28	32	
E10	17.83	0.28	32	
E11	17.83	0.28	32	
E12	17.83	0.28	32	

Per la simulazione effettuata sono stati utilizzati i seguenti dati:

codice camino	Emissione PTS (mg/s)	Portata fumi Nm ³ /h	Temperatura fumi K	Velocità fumi m/s
E1- E2	106	33.200	396	6.16
E3,E4,F5,E6	17	61.364	306	12.0
E7, E8	228	24.283	366	5.40
E9, E10, E11, E12	30.20	3.397	419	16.6

I valori sopra riportati sono da intendersi per ciascun camino della stessa tipologia

Ossidi di Azoto e ossidi di Zolfo

E' stata oggetto di attenta analisi l'emissione di NOx e SOx in quanto in prima analisi, non si è potuto escludere, considerate le concentrazioni nei fumi, una possibile ricaduta al suolo significativa.



Le sorgenti emissive dello stabilimento Inpredil considerate nel presente studio sono costituite dai seguenti 6 camini:

Aspetto emissivo alla situazione attuale

codice camino	Quota sbocco	diametro	Concentrazione inquinante mg/Nm ³	
			SO ₂	NO ₂
E1	13.8	1.42	< 5	113
E2	13.8	1.42	< 5	113
E9	17.83	0.28	528	48
E10	17.83	0.28	528	48
E11	17.83	0.28	528	48
E12	17.83	0.28	528	48

Aspetto emissivo alla capacità produttiva situazione in progetto

codice camino	Quota sbocco	diametro	Concentrazione inquinante mg/Nm ³	
			SO ₂	NO ₂
E1	13.8	1.42	91	4.75
E2	13.8	1.42	91	4.75
E9	17.83	0.28	528	48
E10	17.83	0.28	528	48
E11	17.83	0.28	528	48
E12	17.83	0.28	528	48

Come si nota dal confronto tra le due tabelle sopra, le differenze in termini di concentrazione sono relative solamente ai camini E1 e E2. Possiamo identificare un contributo positivo nell'utilizzo del Pet coke per quanto riguarda la concentrazione dell'inquinante No₂, mentre un contributo negativo per quanto riguarda SO₂.

Con l'utilizzo del Pet coke avremo per ciascun camino E1 e E2 una diminuzione di NO₂ pari circa il 96% mentre per quanto riguarda SO₂ una maggiorazione di circa 18 volte la concentrazione attuale.

In termini generali, considerando il funzionamento simultaneo di soli due tra i camini E9, E10, E1, E12, possiamo valutare il decremento di NO₂ pari a circa il 68% mentre un incremento per SO₂ pari a circa il 16%.

Per la simulazione della soluzione proposta sono stati utilizzati i dati riportati nella tabella seguente:

codice camino	Emissione SO ₂ (mg/s)	Emissione NO ₂ (mg/s)	Portata fumi Nm ³ /h	Temperatura fumi K	Velocità fumi m/s
E1	716.73	37.41	28354	393	5.26
E2	716.73	37.41	28354	393	5.26
E9	440.0	40.0	3000	423	15.0
E10	440.0	40.0	3000	423	15.0
E11	440.0	40.0	3000	423	15.0
E12	440.0	40.0	3000	423	15.0



Si precisa che i generatori di aria calda (E9-12) vengono messi in funzione per massimo 2-3 mesi l'anno e solo due contemporaneamente.

A fini cautelativi pertanto, i livelli di inquinante per le emissioni dei camini riscontrati a seguito della elaborazione, è da ritenersi sovrastimata rispetto al valore di concentrazione medio annuo che risulta essere caratterizzato in prevalenza dalle emissioni dei camini dei forni di cottura. Pertanto i parametri impostati per la simulazione sono da ritenersi altamente conservativi.

Non è stato, invece, possibile, ricostruire una distribuzione reale di dati meteo giornalieri, per la quale occorre la disponibilità di dati orari relativo ad un anno storico. Non è stato possibile, quindi, calcolare i percentili delle concentrazioni medie giornaliere. A questo problema si è ovviato considerando i valori di picco orari anche per effettuare confronti con i valori limite delle medie giornaliere



Risultati della modellazione e confronto con gli Standard di Qualità Ambientali (SQA)

1^a ipotesi di simulazione

Per ogni parametro di qualità dell'aria il confronto è svolto, con approccio conservativo, utilizzando i valori massimi di concentrazione calcolati dal modello nel reticolo di calcolo.

Al fine di assicurare la possibilità di un confronto con i rispettivi limiti di soglia e con gli standard di qualità ambientale, sono stati ricavati per ciascun inquinante gli opportuni valori medi ottenendo le seguenti informazioni :

PTS (concentrazioni relativi alla situazione attuale)		- concentrazione media su 24 ore. (limiti riferiti al PM10)
<i>*alla cartografia in allegato è stato riportato anche il valore massimo orario</i>		
SO ₂	- concentrazione media oraria massima;	
	- concentrazione media su 24 ore.	
NO ₂	- concentrazione media oraria massima;	
	- concentrazione media annuale (calcolata sulla media su 24 ore).	

Il valore ricavato per la concentrazione annuale dell'inquinante NO₂ è da intendersi altamente cautelativo in quanto risulta essere pari alla concentrazione media sulle 24 ore alla massima capacità produttiva. Non disponendo di parametri meteo climatici orari relativi ad un anno storico, i valori medi calcolati sulle 24 ore e sull'anno sono stati, in via conservativa, calcolati sulla base delle concentrazioni calcolate su base oraria (simulati in condizioni peggiori).

Bisogna considerare che i camini contrassegnati con le lettere E9, E10, E11,e E12 sono in funzione per circa 20-30 giorni all'anno. In tal senso per avere un riferimento sul valore da considerare sull'intero anno per l'inquinante SO₂ è stata fatta una simulazione con i soli camini dei forni in funzione (E1 e E2) Tali concentrazioni sono state elaborate dal modello a partire dai descritti dati di emissione inserite in un'area di raggio pari ad circa 5 km intorno allo stabilimento Inpredil (e comprendente il centro abitato di San Sperate, Monastir e la periferia di Sestu) secondo un reticolato cartesiano generante 10000 punti recettori.

Le curve di isoconcentrazione sono state ricavate per interpolazione grafica dei valori calcolati dal modello in corrispondenza dei nodi del reticolo di calcolo e sono state contrassegnate nelle mappe dal proprio valore di concentrazione.

Le informazioni desunte da ciascuna modellazione riguardano pertanto il valore e l'ubicazione del punto di massima concentrazione dell'inquinante al suolo.

Emerge a seguito delle simulazioni come la forma della "piuma" evidenzia l'azione dei venti forti provenienti dal quadrante Occidentale. I venti deboli provocano una leggera dispersione trasversale, mentre i venti forti creano una vera e propria "piuma" con asse nella direzione del vento NO-SE.

La presente relazione è finalizzata all'identificazione e quantificazione degli effetti delle emissioni in aria dello stabilimento nell'ambiente circostante, sia nell'assetto emissivo storico che in quello alla capacità produttiva.



In accordo con le Linee Guida APAT, e le linee guida della Regione Sardegna tale finalità può essere ricondotta alla verifica basata sul confronto tra:

- il contributo aggiuntivo delle sorgenti emissive dello stabilimento Inpredil al livello di inquinamento nell'area geografica interessata (CA Inpredil);
- il livello finale d'inquinamento nell'area (LF),
- il corrispondente standard di qualità dell'aria (SQA).

In particolare i criteri sono i seguenti:

a) CA Inpredil << SQA

b) LF < SQA

dove

$$CA \text{ Inpredil} + CA \text{ ALTRE-FONTI} = LF$$

con CA ALTRE-FONTI il contributo aggiuntivo al livello finale d'inquinamento dell'area dovuto ad altre fonti emissive quali traffico, altre industrie, riscaldamento domestico, etc.

Non essendo stati disponibili dati meteo relativi ad un anno storico su base oraria e giornaliera, per gli inquinati considerati il confronto con gli SQA relativi alle medie giornaliere è stato effettuato conservativamente considerando i valori massimi orari calcolati.

La tabella seguente mostra il confronto tra le concentrazioni calcolate dal modello di simulazione applicato e gli Standard di Qualità dell'Aria (SQA).

PM10	Periodo medio	Valore limite	Massima concentrazione calcolata (mcg/m3)	Note
1. Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	50 mcg/m3 PM10 da non superare più di 7 volte l'anno	8.57*	Pari al 17% del limite

*valore relativo alle polveri totali disperse

Valore massimo orario rilevato in simulazione: 23.9 mcg/m3 (PTS)

Per quanto riguarda la ricaduta al suolo di metalli pesanti, questa può essere valutata come una percentuale della quantità delle polveri totali. La percentuali di metalli all'emissione è la seguente:

Polveri totali	vanadio	Nichel	Cromo
218.6 mg/Nm ³	0.7 mg/Nm ³	0.2 mg/Nm ³	<0.1 mg/Nm ³
	0.31% sul totale PTS	0.1% sul totale PTS	0.05% sul totale PTS



	PTS	vanadio	Nichel	Cromo
Ricaduta al suolo polveri totali 24 ore	8.57	0.02*	0.008*	0.004*

*indicativa

Dai valori sopra riportati si evidenzia che il requisito richiesto è senza dubbio rispettato considerati i valori minimi previsti. Pertanto per quanto riguarda le polveri e i metalli pesanti **CAInpredil << SQA**

SO ₂	Periodo medio	Valore limite	Massima concentrazione calcolata (mcg/m3)	Note
1. Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	350 mcg/m3 da non superare più di 24 volte per anno civile	119	Pari al 34% del limite
2. Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	125 mcg/m3 da non superare più di 3 volte per anno civile	48	Pari al 38% del limite
3. Valore limite per la protezione degli ecosistemi	anno civile e inverno (1° ottobre 31 marzo)	20 mcg/m3	11*	Valore giornaliero massimo Camini E1 e E2

*valore altamente sovrastimato

Il valore massimo orario calcolato è identificato ad una distanza dagli impianti pari a circa 110 metri, a partire da un chilometro troviamo valori massimi intorno a 40 mcg/m3. In prossimità della periferia di Sestu (circa 2500 metri dall'impianto) i valori risultano essere pari a 10 mcg/m3 (circa il 3 % di SQA).

Analogamente il valore massimo sulle 24 ore risulta essere a circa 110 metri dallo stabilimento; in prossimità dell'abitato di Sestu non si rilevano dati di inquinamento (a 1300 m. risulta essere inferiore a 4 mcg/m3)

NO ₂	Periodo medio	Valore limite	Massima concentrazione calcolata (mcg/m3)	Note
1. Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 mcg/m3 NO2 da non superare più di 18 volte per anno civile	9.4	Pari al 5% del limite
2. Valore limite annuale per la protezione della salute umana	anno civile	40 mcg/m3 NO2	4.2*	Pari al 10% del limite
3. Valore limite annuale per la protezione della vegetazione	anno civile	30 mcg/m3 NOx	4.2*	Pari al 15% del limite



*Per l'inquinante NO2 il valore annuale è altamente sovrastimato in quanto si riferisce al valore massimo giornaliero con tutti i camini in funzione (massimo 30 giorni per anno)

Il valore massimo orario calcolato è identificato ad una distanza dagli impianti pari a circa 110 metri, a partire da un chilometro troviamo valori massimi intorno a 2.70 mcg/m3. In prossimità della periferia di Sestu (circa 2500 metri dall'impianto) i valori risultano essere pari a 0.90 mcg/m3 (circa il 0.5 % di SQA).

Il soddisfacimento del criterio

CALnpredil << SQA

può essere valutato direttamente esaminando i risultati delle simulazioni e le tabelle sopra.

Si riporta inoltre nella tabella seguente il confronto tra la situazione in essere e la situazione proposta con l'utilizzo del Pet coke a parziale sostituzione dell'olio BTZ.

	Situazione attuale		Situazione proposta	
	Portata inquinante		Portata inquinante	
	NO2	SO2	NO2	SO2
E1, E2	1042	46.11	37.41	716.63
E9, E10,E11, E12	45.29	489.23	40	440
I valori sono da intendersi per ciascun camino				

La deposizione al suolo degli inquinanti oltre che dalla portata dipende dalla temperatura dei fumi, tuttavia può indicativamente ritenersi che la situazione in progetto sia migliorativa per quanto riguarda l'inquinamento da NO2 mentre peggiorativa per quanto riguarda l'inquinamento da SO2 (in entrambe le situazioni comunque l'inquinamento prodotto dallo stabilimento della Inpredil risulta essere significativamente al disotto dei valori limiti imposti per legge).

Come richiesto dall'ARPAS sono state effettuate delle simulazioni aggiuntive, variando la quota dei camini E1 e E2 al fine di verificare la ricaduta al suolo degli inquinanti. Sono stati oggetti di valutazione gli inquinanti SO2 e NO2; tuttavia le considerazioni che si possono fare valgono anche per la dispersione del particolato. Viene presentata di seguito una tabella riepilogativa che evidenzia come il variare dell'altezza dei due camini influisca sul valore massimo di ricaduta al suolo.

Ipotesi 1: camini E1 e E2 quota sbocco 13.80 metri (situazione in essere)

Ipotesi 2: camini E1 e E2 quota sbocco 18.00 metri

Ipotesi 3: camini E1 e E2 quota sbocco 25.00 metri

NO2	Ipotesi 1	Ipotesi 2	Ipotesi 3
Valore massimo concentrazione oraria	9.44 mcg/m3	9.33 mcg/m3	9.24 mcg/m3
Valore delle concentrazioni annuali	4.27 mcg/m3	4.10 mcg/m3	4.08 mcg/m3



SO2	Ipotesi 1	Ipotesi 2	Ipotesi 3
Valore massimo concentrazione oraria	119 mcg/m3	115 mcg/m3	111 mcg/m3
Valore delle concentrazioni giornaliere	48.9 mcg/m3	47.8 mcg/m3	47.2 mcg/m3

Come si evince dai risultati riportati in tabella l'innalzamento della quota di sbocca dei camini E1e E2 influisce in maniera positiva per la ricaduta degli inquinanti. Tuttavia è da rilevare che i valori riscontrati per la situazione 1 non sono da ritenersi preoccupanti in quanto i valori possono ritenersi piuttosto bassi e inoltre l'innalzamento dei camini (considerata la quota comunque bassa) porterebbe ad una riduzione poco significativa.



2ª ipotesi di simulazione

Per ogni parametro di qualità dell'aria il confronto è svolto, con approccio conservativo, utilizzando i valori massimi di concentrazione calcolati dal modello nel reticolo di calcolo.

Al fine di assicurare la possibilità di un confronto con i rispettivi limiti di soglia e con gli standard di qualità ambientale, sono stati ricavati per ciascun inquinante gli opportuni valori medi ottenendo le seguenti informazioni :

PTS (concentrazioni relativi alla situazione attuale)	- concentrazione media su 24 ore. (limiti riferiti al PM10)
SO ₂	- concentrazione media oraria massima;
	- concentrazione media su 24 ore.
NO ₂	- concentrazione media oraria massima;
	- concentrazione media annuale (calcolata sulla media su 24 ore).

Per la seconda ipotesi di simulazione (condizione di calma di vento) sono state riportate le carte relative ai soli valori riferiti all'ora e alle 24 ore in quanto la condizione presupposta non è certamente da intendersi relativa ad un intero anno (condizioni di calma di vento con direzione dei venti verso i recettori a nord-est dello stabilimento della Inpredil riscontrabile con una percentuale bassissima).

La tabella seguente mostra il confronto tra le concentrazioni calcolate dal modello di simulazione applicato e gli Standard di Qualità dell'Aria (SQA).

PM10	Periodo medio	Valore limite	Massima concentrazione calcolata (mcg/m3)	Note
Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	50 mcg/m3 PM10 da non superare più di 7 volte l'anno	10.1*	Pari al 20% del limite

* Valore relativo alle polveri totali disperse

SO ₂	Periodo medio	Valore limite	Massima concentrazione calcolata (mcg/m3)	Note
Valore limite giornaliero per la protezione della salute umana	24 ore	125 mcg/m3 da non superare più di 3 volte per anno civile	65.3	Pari al 38% del limite

NO ₂	Periodo medio	Valore limite	Massima concentrazione calcolata (mcg/m3)	Note
Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	200 mcg/m3 NO2 da non superare più di 18 volte per anno civile	5.59	Pari al 2.8% del limite



Il soddisfacimento del criterio

CAInpredil << SQA

può essere valutato direttamente esaminando i risultati delle simulazioni e le tabelle sopra.

Conclusioni

Considerate le indagini ambientali effettuate dalla Regione Sardegna attraverso i dati resi disponibili dalle centraline ubicate nel medio campidano e l'andamento delle emissioni dello stabilimento a seguito delle simulazioni effettuate con il software WinDimula (immettendo dati di secondo presupposti a carattere conservativo), si ritiene che i livelli immissione siano soddisfacenti gli Standard di Qualità Ambientale.

In allegato le mappe di isoconcentrazione.



MAPPE ISOCONCENTRAZIONE IPOTESI 1 -VENTI CON DIREZIONE PREDOMINANTE-

QUOTA CAMINO E1, E2 METRI 13.80

INPRDIL S.p.A.

Curve di isocentrasione al suolo NO₂

Assetto alla massima capacità produttiva
periodo di mediazione 1 ora

Valori di riferimento per gli Standard di qualità dell'aria

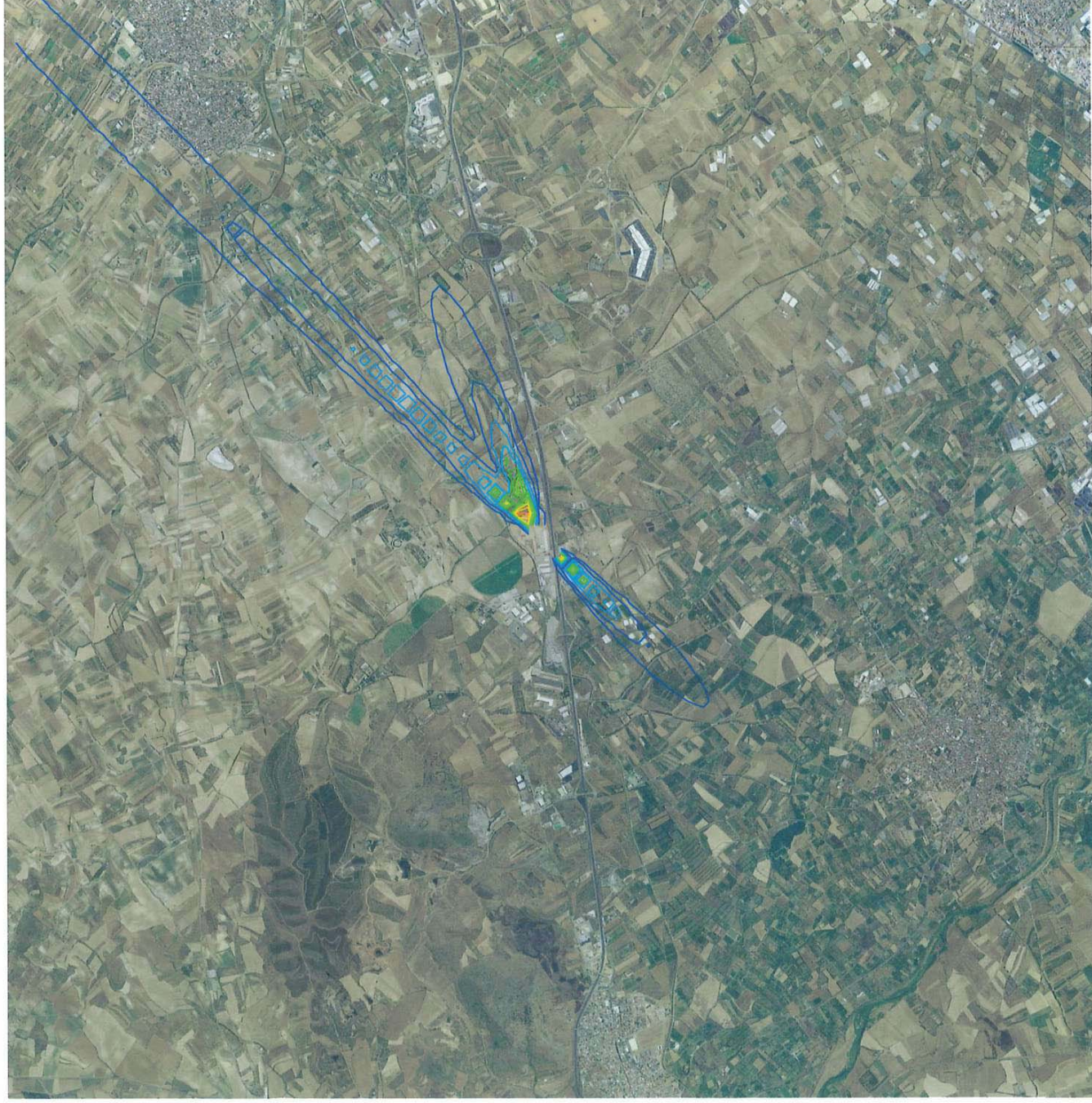
Valore limite orario per la salute umana
220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valori espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

0.90
1.81
2.71
3.62
4.52
5.42
6.33
7.23
8.14
9.04

Situazione simulata:

condizioni di vento predominante



INPRDIL S.p.A.

Curve di isocentrasione al suolo NO₂

Assetto alla massima capacità produttiva
periodo di mediazione 1 giorno

Valori di riferimento per gli Standard di qualità dell'aria

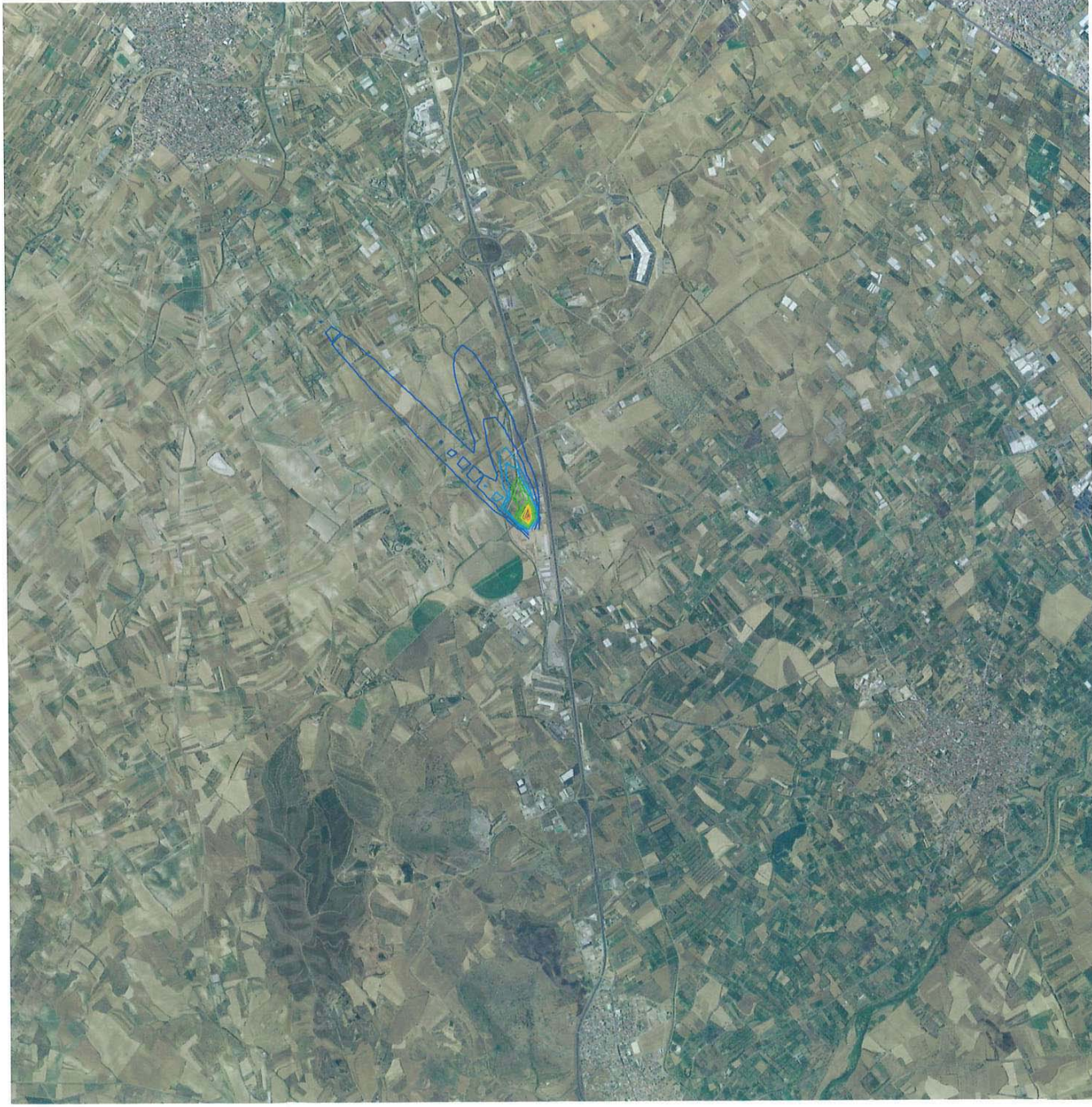
Valore limite annuale per la salute umana
44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

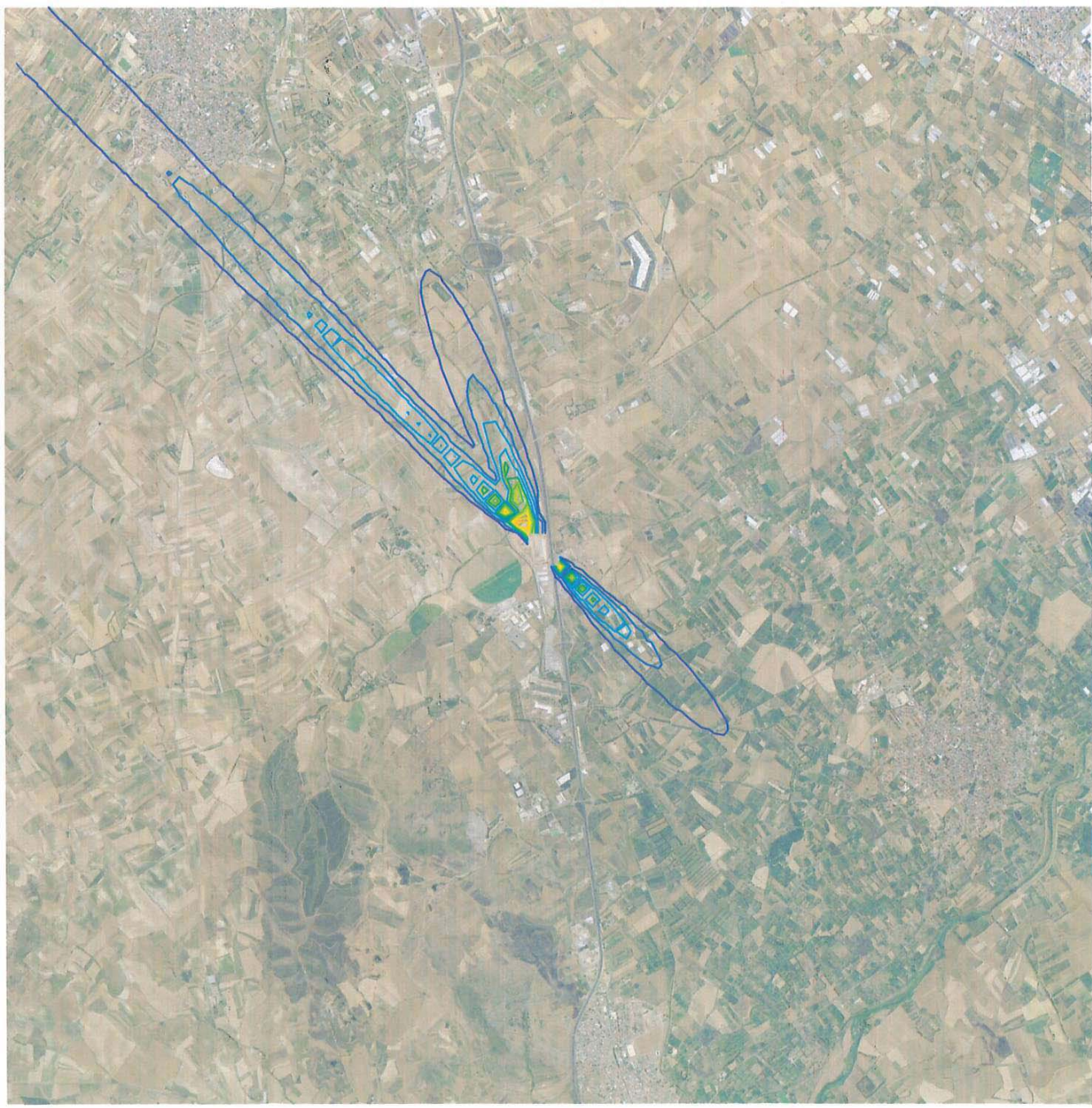
Valori espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

3.89
3.50
3.11
2.72
2.33
1.94
1.55
1.17
0.78
0.39

Situazione simulata:

condizioni di vento predominante





INPRDIL S.p.A.
Curve di isocencentrazione al suolo SO₂
Aspetto alla massima capacità produttiva
periodo di mediazione 1 ora

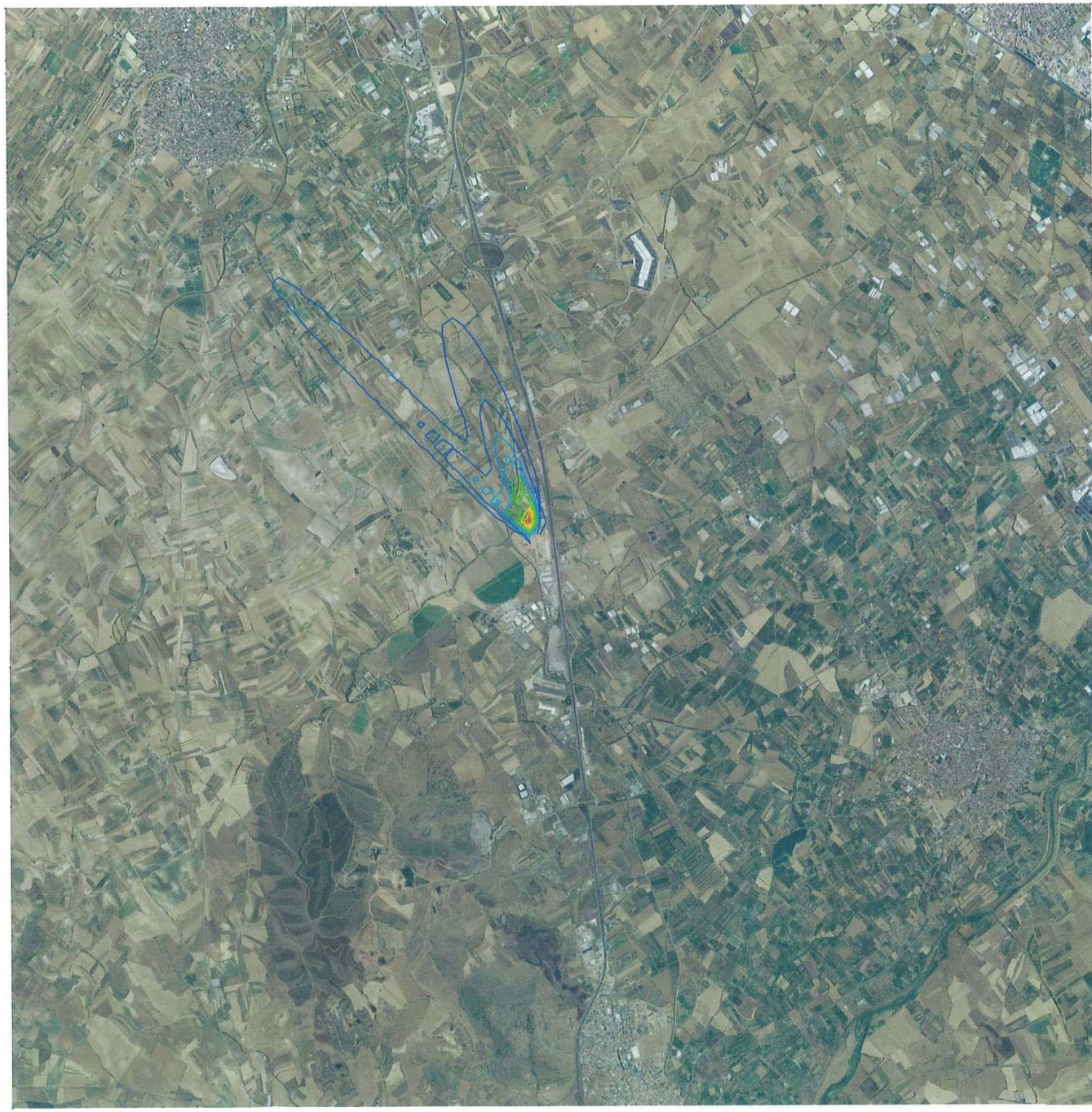
Valori di riferimento per gli Standard di qualità dell'aria

Valore limite orario per la salute umana
350 µg/m³

Valori espressi in µg/m³

11
22
32
43
54
65
76
86
97
108

Situazione simulata:
condizioni di vento predominante



INPRDIL S.p.A.

Curve di isocencentrazione al suolo SO₂

Aspetto alla massima capacità produttiva
periodo di mediazione 1 giorno

Valori di riferimento per gli Standard di qualità dell'aria

Valore limite giornaliero per la salute umana
120 µg/m³

Valori espressi in µg/m³

44.5
40.0
35.6
31.1
26.7
22.2
17.8
13.3
8.9
4.4

Situazione simulata:

condizioni di vento predominante



INPRDIL S.p.A.

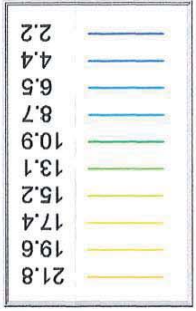
Curve di isoconzentrazione al suolo PTS

Assetto alla massima capacità produttiva
periodo di mediazione 1 ora

Valori di riferimento per gli Standard di qualità dell'aria
per le particelle PM10

Valore limite orario per la salute umana
50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valori espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Situazione simulata:
condizioni di vento predominante

INPRDIL S.p.A.

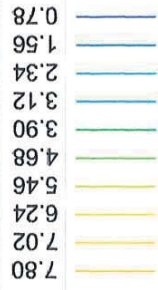
Curve di isoconzentrazione al suolo PTS

Assetto alla massima capacità produttiva
periodo di mediazione 1 giorno

Valori di riferimento per gli Standard di qualità dell'aria
per le particelle PM10

Valore limite annuale per la salute umana
50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valori espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Situazione simulata:
condizioni di vento predominante





MAPPE ISOCONCENTRAZIONE IPOTESI 1 -VENTI CON DIREZIONE PREDOMINANTE-

QUOTA CAMINO E1, E2 METRI 15.00

INPRDIL S.p.A.
Curve di isoc concentrazione al suolo NO2
Aspetto alla massima capacità produttiva
periodo di mediazione 1 ora

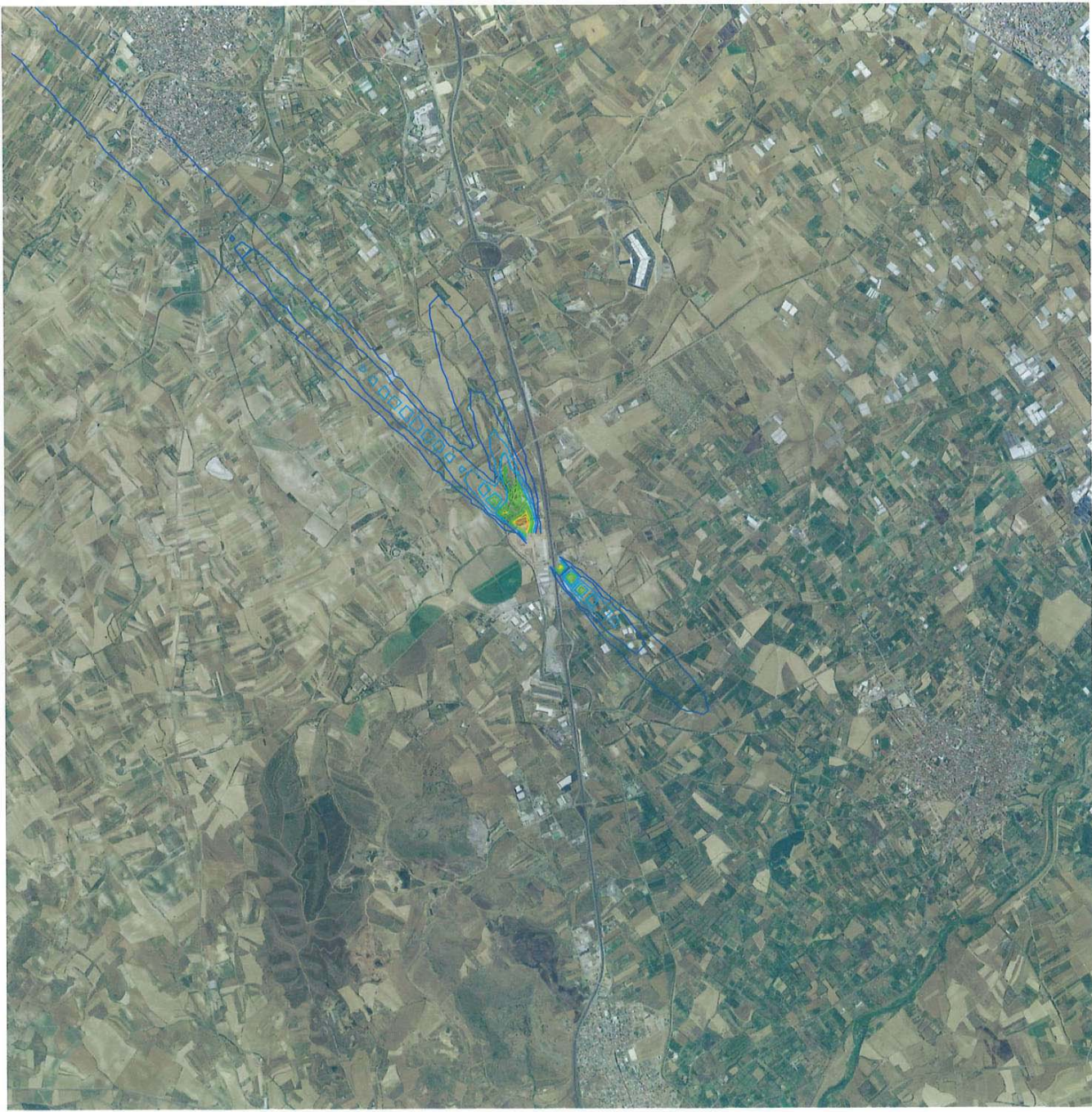
Valori di riferimento per gli Standard di qualità dell'aria

Valore limite orario per la salute umana
220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valori espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

8.94
8.05
7.15
6.26
5.36
4.47
3.58
2.68
1.79
0.89

Situazione simulata:
condizioni di vento predominante
Altezza camino E1, E2 18 metri



INPRDIL S.p.A.

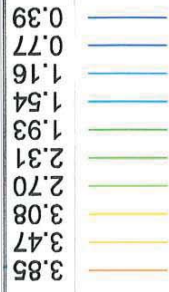
Curve di isoconzentrazione al suolo NO₂

Assetto alla massima capacità produttiva
periodo di mediazione 1 giorno

Valori di riferimento per gli Standard di qualità dell'aria

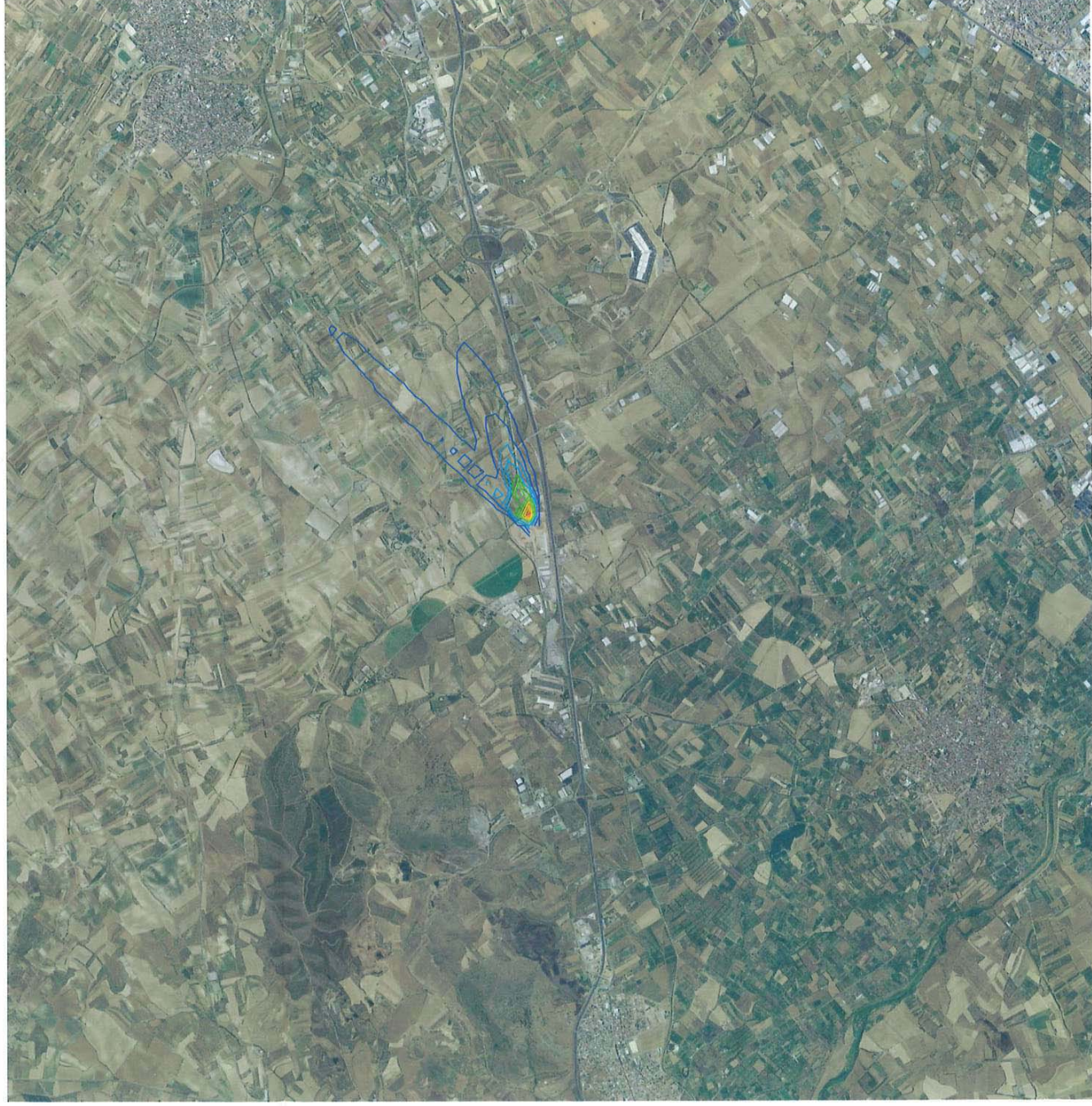
Valore limite annuale per la salute umana
44 µg/m³

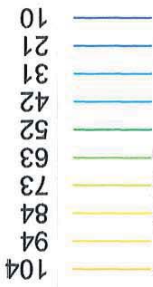
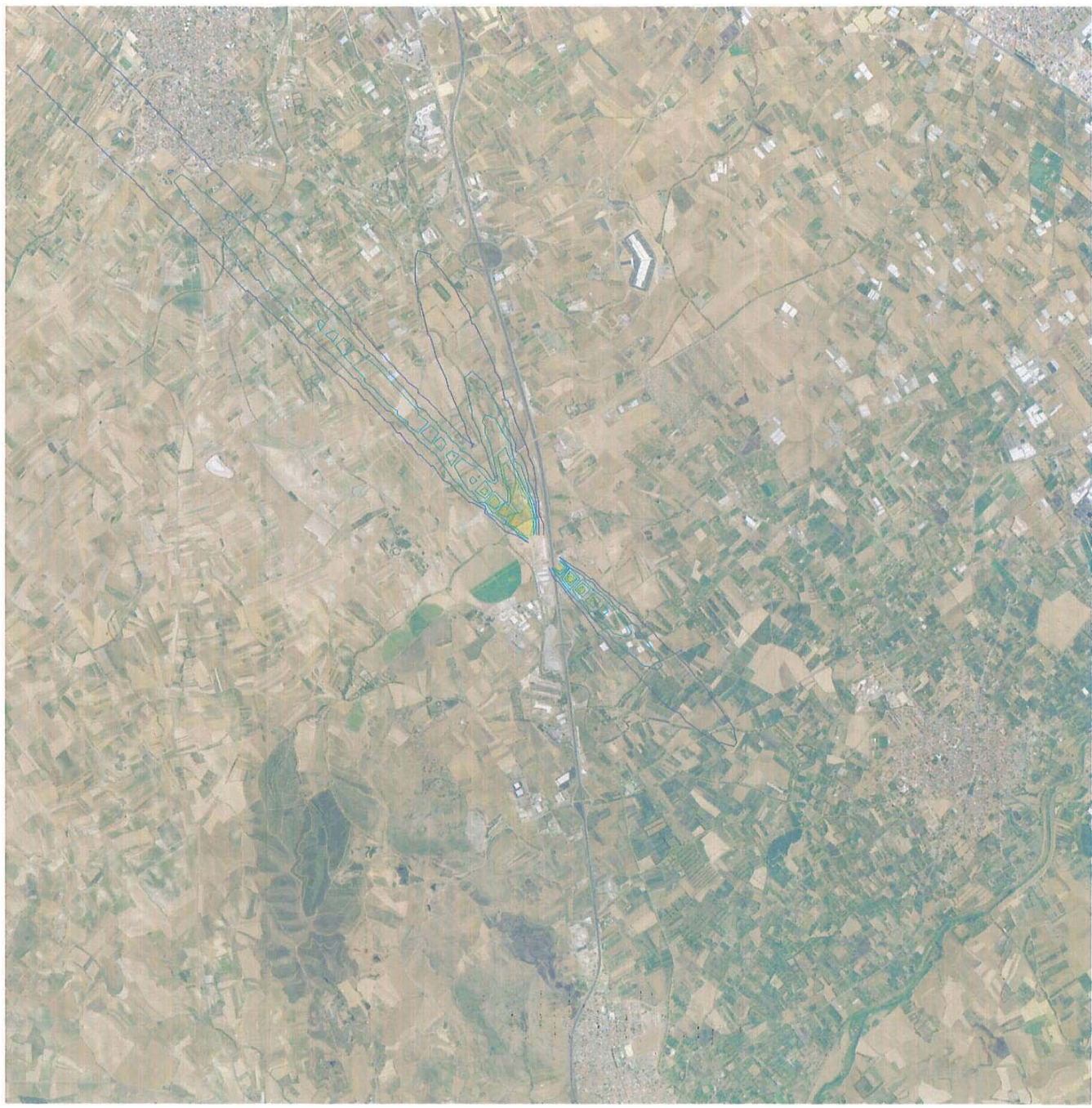
Valori espressi in µg/m³



Situazione simulata:

condizioni di vento predominante
altezza camino E1, E2 18 metri





Valori espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore limite orario per la salute umana
350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valori di riferimento per gli Standard di qualità dell'aria

Curve di isocconcentrazione al suolo SO₂
Aspetto alla massima capacità produttiva
periodo di mediazione 1 ora

INPRDIL S.p.A.

Situazione simulata:
condizioni di vento predominante
Altezza camino E1, E2 18 metri



INPRDIL S.p.A.

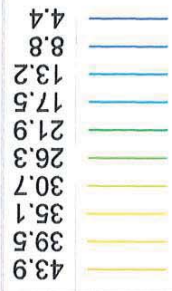
Curve di isocconcentrazione al suolo SO₂

Aspetto alla massima capacità produttiva
periodo di mediazione 1 giorno

Valori di riferimento per gli Standard di qualità dell'aria

Valore limite giornaliero per la salute umana
120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valori espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$



Situazione simulata:

condizioni di vento predominante
Altezza camino E1, E2 18 metri



**MAPPE ISOCONCENTRAZIONE IPOTESI 1 -VENTI CON DIREZIONE PREDOMINANTE-
QUOTA CAMINO E1, E2 METRI 25.00**

INPRDIL S.p.A.

Curve di isoconzentrazione al suolo NO₂

Assetto alla massima capacità produttiva
periodo di mediazione 1 ora

Valori di riferimento per gli Standard di qualità dell'aria

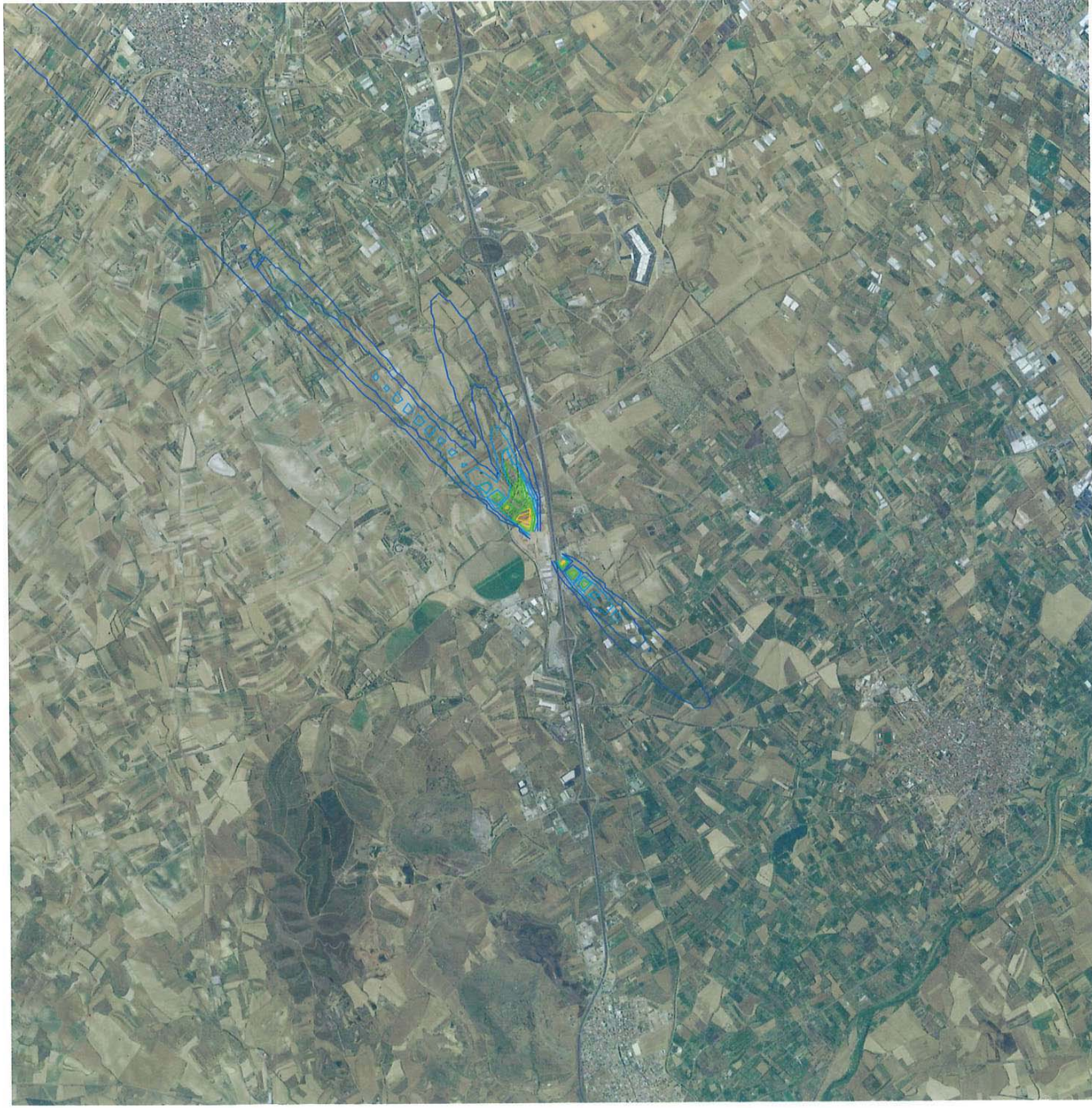
Valore limite orario per la salute umana

220 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valori espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

0.88
1.75
2.63
3.51
4.38
5.26
6.13
7.01
7.89
8.76

Situazione simulata:
condizioni di vento predominante
Altezza camino E1, E2 25 metri



INPRDIL S.p.A.

Curve di isoconzentrazione al suolo NO₂

Assetto alla massima capacità produttiva
periodo di mediazione 1 giorno

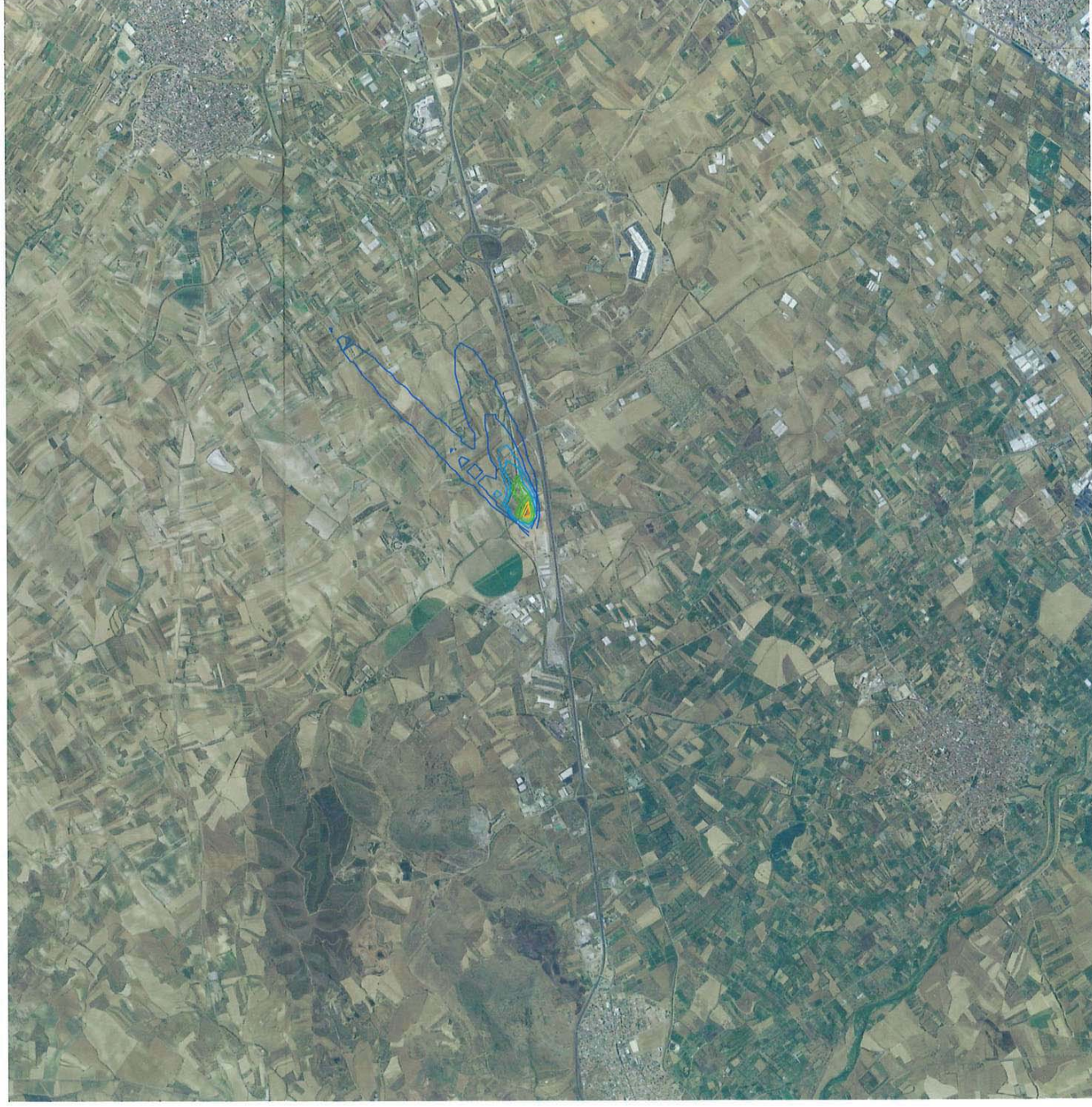
Valori di riferimento per gli Standard di qualità dell'aria

Valore limite annuale per la salute umana
44 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valori espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

3.80
3.42
3.04
2.66
2.28
1.90
1.52
1.14
0.76
0.38

Situazione simulata:
condizioni di vento predominante
Altezza cammino E1, E2 25 metri



INPRDIL S.p.A.

Curve di isocentrasione al suolo SO₂

Assetto alla massima capacità produttiva
periodo di mediazione 1 ora

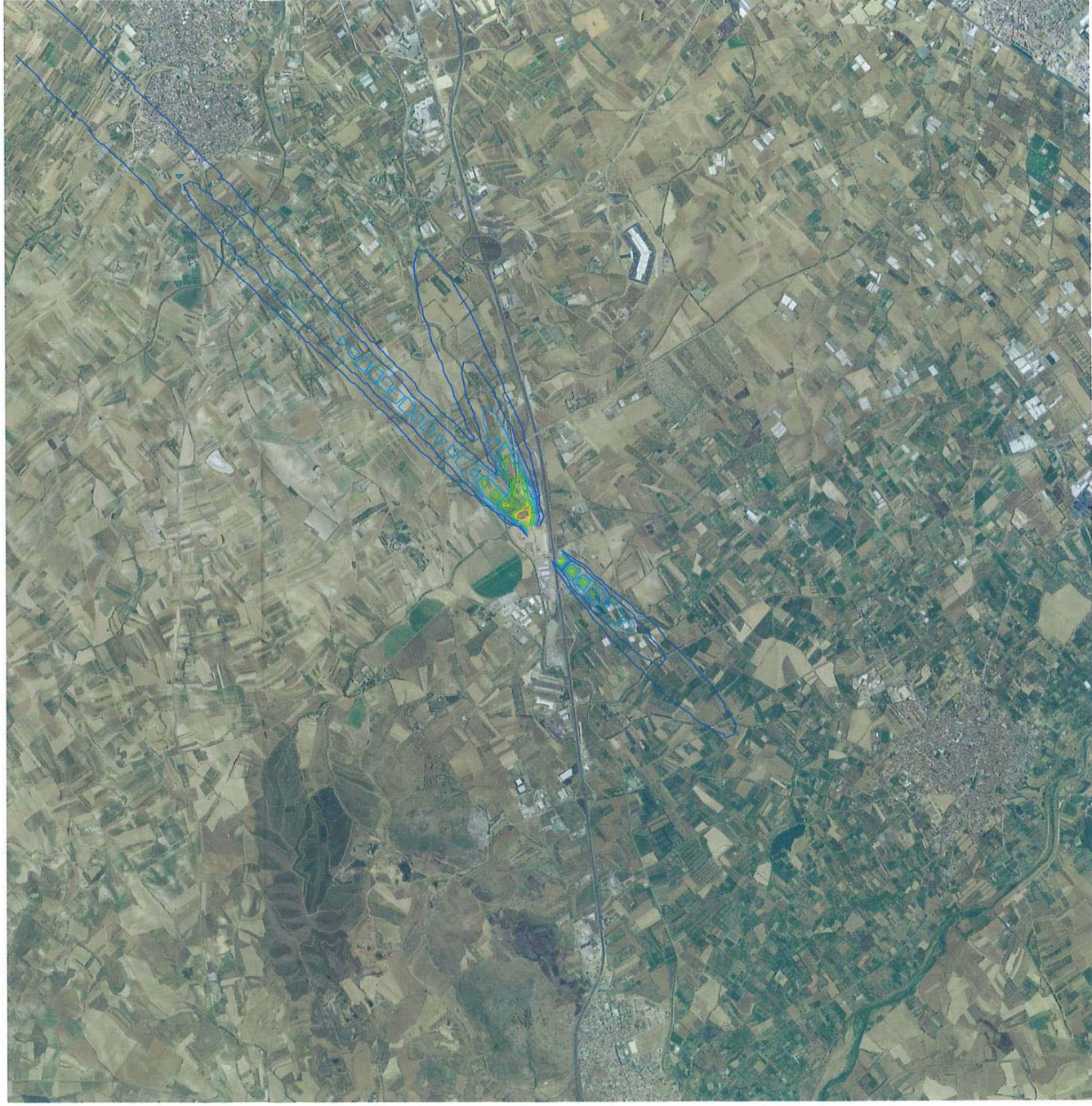
Valori di riferimento per gli Standard di qualità dell'aria

Valore limite orario per la salute umana
350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valori espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

101
90
80
70
60
50
40
30
20
10

Situazione simulata:
condizioni di vento predominante
Altezza camino E1, E2 25 metri



INPRDIL S.p.A.

Curve di isoconzentrazione al suolo SO₂

Assetto alla massima capacità produttiva
periodo di mediazione 1 giorno

Valori di riferimento per gli Standard di qualità dell'aria

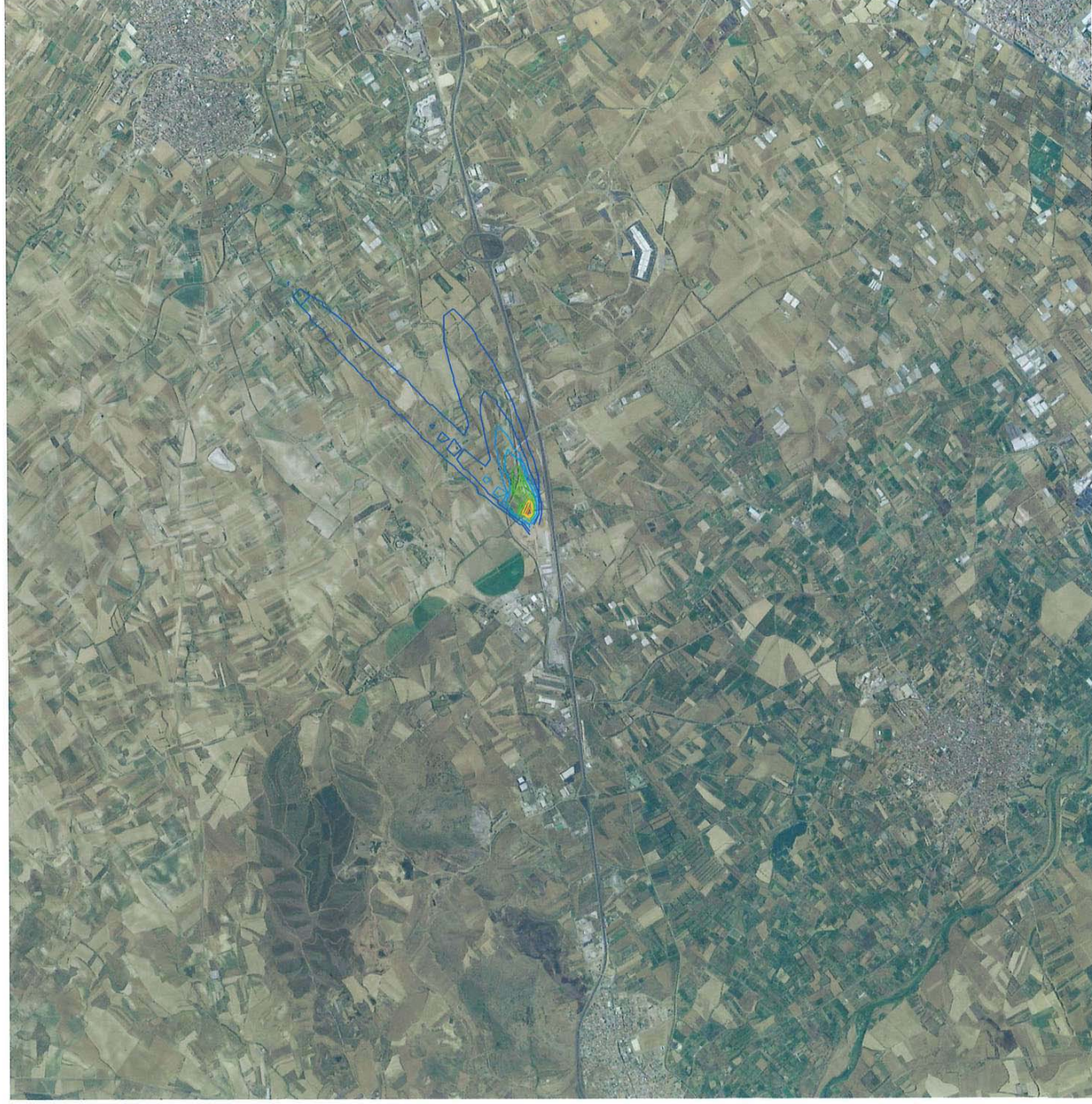
Valore limite giornaliero per la salute umana
120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valori espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

4.3	—
8.6	—
12.9	—
17.2	—
21.4	—
25.7	—
30.0	—
34.3	—
38.6	—
42.9	—

Situazione simulata:

condizioni di vento predominante
altezza camino E1, E2 25 metri





MAPPE ISOCONCENTRAZIONE IPOTESI 2 -SITUAZIONE CON CALMA DI VENTO-

INPRDIL S.p.A.

Curve di isoconzentrazione al suolo NO₂

Assesto alla massima capacità produttiva
periodo di mediazione 1 giorno

Valori di riferimento per gli Standard di qualità dell'aria

Valore limite orario per la salute umana
 $200 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Valori espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

0.54
1.04
1.55
2.05
2.56
3.06
3.57
4.07
4.58
5.08

Situazione simulata con calma di vento



INPRDIL S.p.A.

Curve di isoconzentrazione al suolo SO₂

Aspetto alla massima capacità produttiva
periodo di mediazione 1 giorno

Valori di riferimento per gli Standard di qualità dell'aria

Valore limite orario per la salute umana
350 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valore limite giornaliero per la salute umana
125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valori espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

59.4	—
53.5	—
47.6	—
41.7	—
35.8	—
29.9	—
24.0	—
18.1	—
12.2	—
6.3	—

Situazione simulata con calma di vento



INPRDIL S.p.A.

Curve di isoconzentrazione al suolo di Polveri
Assetto alla massima capacità produttiva
periodo di mediazione 1 giorno

Valori di riferimento per gli Standard di qualità dell'aria
per le particelle PM10

Valore limite giornaliero per la salute umana
50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Valori espressi in $\mu\text{g}/\text{m}^3$

1.05	—
1.95	—
2.86	—
3.76	—
4.67	—
5.57	—
6.47	—
7.38	—
8.28	—
9.19	—

Situazione simulata con calma di vento

