

Saras SpA



Raffineria
Sede legale

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



Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio
e del Mare - ex Direzione Salvaguardia Ambientale

E.prot exDSA - 2009 - 0027880 del 19/10/2009

Spett.le
Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
Direzione Generale per la Salvaguardia Ambientale
Divisione VI
Rischio Industriale - Prevenzione e Controllo Integrati dell'Inquinamento
Via Cristoforo Colombo, 44 - 00147 Roma (RM)
c.a. dott. Giuseppe LO PRESTI

e p.c.

Spett.le
ISPRA
Servizio Interdipartimentale per l'Indirizzo
il Coordinamento e il Controllo delle Attività Ispettive
Via Vitaliano Brancati, 47 - 00144 Roma (RM)
c.a. ing. Alfredo PINI

Spett.le
ARPAS
Direzione Tecnico-Scientifica
Via Palabanda, 9 - 09100 Cagliari (CA)
c.a. dott. Antonio Nicolò CORRAINE

Spett.le
ARPAS
Dipartimento di Cagliari
Viale Ciusa, 6 - 09100 Cagliari (CA)
c.a. dott. Massimo CAPPAI

000222



Sarroch, 8 ottobre 2009

Oggetto: Modifiche non sostanziali dell'Autorizzazione Integrata Ambientale

Riferimento: DSA-DEC-2009-000230 del 24.03.2009 - Autorizzazione Integrata Ambientale dell'impianto complesso "Raffineria e Impianto di Gassificazione a Ciclo Combinato (IGCC) della società Saras S.p.A sito in Sarroch (CA).

Comunicazione SARAS del 15 giugno 2009 prot. 159

Verbale riunione ISPRA - SARAS del 28.09.2009 punto 7.

Con riferimento all'oggetto il sottoscritto Guido Grosso, gestore dell'impianto complesso "Raffineria e Impianto di Gassificazione a Ciclo Combinato (IGCC)" della società Saras S.p.A, comunica che gli interventi di recupero energetico eseguiti nei mesi di maggio-giugno 2009, effettuati durante la manutenzione programmata dell'impianto di cracking catalitico (FCC-CO boiler), hanno portato ad una sensibile riduzione della temperatura dei fumi in uscita dal camino.

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

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

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



Per mantenere la stessa capacità di dispersione precedente alla riduzione della temperatura dei fumi, si è reso necessario innalzare il punto di emissione di 14 metri, che ha portato l'altezza del camino da 45 metri a 59 metri.

Lo studio delle ricadute delle emissioni mediante modellazione (riportato in allegato alla presente) ha confermato che l'effetto combinato delle modifiche geometriche ed emissive apportate al camino riducono la concentrazione al suolo della SO_2 , utilizzata come tracciante, sia con i dati presentati nel caso di studio della domanda AIA sia con le emissioni assegnate dal decreto AIA.

Si allega fotocopia della ricevuta del versamento di 2.000 €, come indicato nell'allegato III del Decreto interministeriale del 24 aprile del 2008.

Restando a disposizione per qualsivoglia chiarimento in merito, porgiamo

Cordiali saluti

SARAS SpA
Il Direttore di Raffineria
Ing. Guido Grosso



SARTEC
SARAS RICERCHE E TECNOLOGIE

STUDIO IMPATTO ATMOSFERICO PER LE MODIFICHE ALLA UNITÀ FCC-COBoiler

Indice

Introduzione	5
1 Dati di Qualità dell'Aria	6
2 Scenario Meteorologico	12
3 Dati di Emissione	13
4 Simulazioni	16
4.1 Prima Simulazione	16
4.2 Seconda Simulazione	18
4.3 Terza Simulazione	20
4.4 Quarta Simulazione	22
4.5 Considerazioni sulle Simulazioni	24
5 Studio emissione Unità FCC-COBoiler al variare della Temperatura	27
6 Conclusioni	30
Bibliografia	31

Indice delle figure

Figura 1.1- Ubicazione centraline di monitoraggio ambientale dell'ARPAS.....	6
Figura 1.2 – Rappresentazione elaborazioni statistiche dei dati di deposizione della qualità dell'aria per le seguenti centraline ARPAS: a) CENSA9, b) CENSA0, c) CENSA1, d) CENSA2.....	10
Figura 2.1 – Rosa dei venti anno 2007: a) generata con i criteri di aggregazione temporale conformi alle modalità standard di trattamento dei dati anemologici , b) elaborata dal modello tramite il file meteo.....	12
Figura 4.1.1– Mappa rappresentativa delle ricadute al suolo - media annuale di SO ₂	16
Figura 4.1.2 – Grafico delle concentrazioni di SO ₂ (media annuale) alle centraline dell'ARPAS.....	17
Figura 4.2.1 – Mappa rappresentativa delle ricadute al suolo - media annuale di SO ₂	18
Figura 4.2.2 – Grafico delle concentrazioni di SO ₂ (media annuale) alle centraline dell'ARPAS.....	19
Figura 4.3.1 – Mappa rappresentativa delle ricadute al suolo - media annuale di SO ₂	20
Figura 4.3.2 – Grafico delle concentrazioni di SO ₂ (media annuale) alle centraline dell'ARPAS.....	21
Figura 4.4.1 – Mappa rappresentativa delle ricadute al suolo - media annuale di SO ₂	22
Figura 4.4.2 – Grafico delle coincentrazioni di SO ₂ (media annuale) alle centraline dell'ARPAS.....	23
Figura 4.5.1 – Confronto grafico tra la 1ª (COBoiler old) e 2ª (COBoiler new) simulazione rispetto ai valori medi annui di SO ₂ rilevati alle centraline dell'ARPAS, con riferimento al valore limite per la protezione degli ecosistemi.	24
Figura 4.5.2 – Confronto grafico tra la 3ª (COBoiler old) e 4ª (COBoiler new) simulazione rispetto ai valori medi annui di SO ₂ rilevati alle centraline dell'ARPAS, con riferimento al valore limite per la protezione degli ecosistemi.	25
Figura 4.5.3 – Mappa con le rose dei venti rilevate dalle centraline CENSA1 (Sarroch-ARPAS), CENAS6 (Assemini-ARPAS), STZCAG (Porto di Cagliari-APAT), CENVS1 (Villasor-ARPAS), CENVC1 (Villacidro-ARPAS), CENNM1 (Nuraminis-ARPAS) per l'anno 2007.....	26
Figura 5.1– Rappresentazione grafica dei valori medi annui di SO ₂ alle centraline dell'ARPAS con la singola emissione del COBoiler (new e old) per differenti valori di temperatura dei fumi.....	27
Figura 5.2– Rappresentazione grafica dei valori medi annui di SO ₂ alle centraline dell'ARPAS con la singola emissione del COBoiler old e COBoiler new.....	29

Indice delle tabelle

Tabella 1.1-Limiti di qualità dell'aria per SO ₂	11
Tabella 3.1 – Massima Capacità Produttiva anno 2009 – Assetto Domanda AIA . In tabella sono evidenziati i dati relativi al COBoiler con la vecchia struttura (COBoiler old) e la nuova struttura (COBoiler new).....	14
Tabella 3.2– Massima Capacità Produttiva anno 2009 - Assetto Decreto AIA 6700 t/y di SO ₂ . In tabella sono evidenziati i dati relativi al COBoiler con la vecchia struttura (COBoiler old) e la nuova struttura (COBoiler new).	14
Tabella 3.3 – Emissioni di SO ₂ della Polimeri Europa (anno storico 2004)	15
Tabella 4.1.1 – Tabella delle concentrazioni di SO ₂ (media annuale) alle centraline dell'ARPAS.	17
Tabella 4.2.1 – Tabella delle concentrazioni di SO ₂ (media annuale) alle centraline dell'ARPAS.	19
Tabella 4.3.1 – Tabella delle concentrazioni di SO ₂ (media annuale) alle centraline dell'ARPAS.	21
Tabella 4.4.1 – Tabella delle concentrazioni di SO ₂ (media annuale) alle centraline dell'ARPAS.	23
Tabella 4.5.1 – Confronto tra i valori medi annui di SO ₂ rilevati alle centraline dell'ARPAS e quelli risultanti dalla 1ª (COBoiler old) e 2ª (COBoiler new) simulazione e loro differenza percentuale.	24
Tabella 4.5.2 – Confronto tra i valori medi annui di SO ₂ rilevati alle centraline dell'ARPAS e quelli risultanti dalla 3ª (COBoiler old) e 4ª (COBoiler new) simulazione e loro differenza percentuale.	25
Tabella 5.1 – Tabella dei valori di SO ₂ alle centraline dell'ARPAS con la singola emissione dell'Unità FCC-COBoiler (new e old) al variare della temperatura e velocità di uscita dei fumi.....	27

Introduzione

Il presente documento ha come obiettivo quello di esporre lo studio delle ricadute delle emissioni relative alle modifiche apportate alla Unità FCC – COBoiler della Raffineria SARAS SpA nell'anno 2009 (recupero energetico e innalzamento del punto di emissione).

A tale scopo sono state eseguite delle simulazioni, effettuate con riferimento alla SO₂ che rappresenta il "tracciante" delle emissioni della Raffinerie, utilizzando il modello di dispersione degli inquinanti in atmosfera ISC/AERMOD, modello gaussiano stazionario. Lo scenario meteorologico è relativo all'anno 2007.

Il lavoro è strutturato in modo da rendere evidente la possibile variazione della qualità dell'aria nel sito in studio, monitorata da quattro centraline della rete dell'ARPAS.

1 Dati di Qualità dell'Aria

I dati sono stati registrati dalle centraline dell'ARPAS la cui posizione è indicata in Figura 1.1 con le sigle CENSA9, CENSA0, CENSA1, CENSA2. Essi sono stati utilizzati per la calibrazione del modello di simulazione e per lo studio della variazione della qualità dell'aria nella zona in studio dovuta alle modifiche strutturali dell'Unità FCC-COBoiler.

La calibrazione del modello è stata eseguita mediante il confronto dei dati simulati dal modello in corrispondenza delle posizioni delle centraline di monitoraggio dell'ARPAS con i dati di concentrazione misurati nelle stesse.

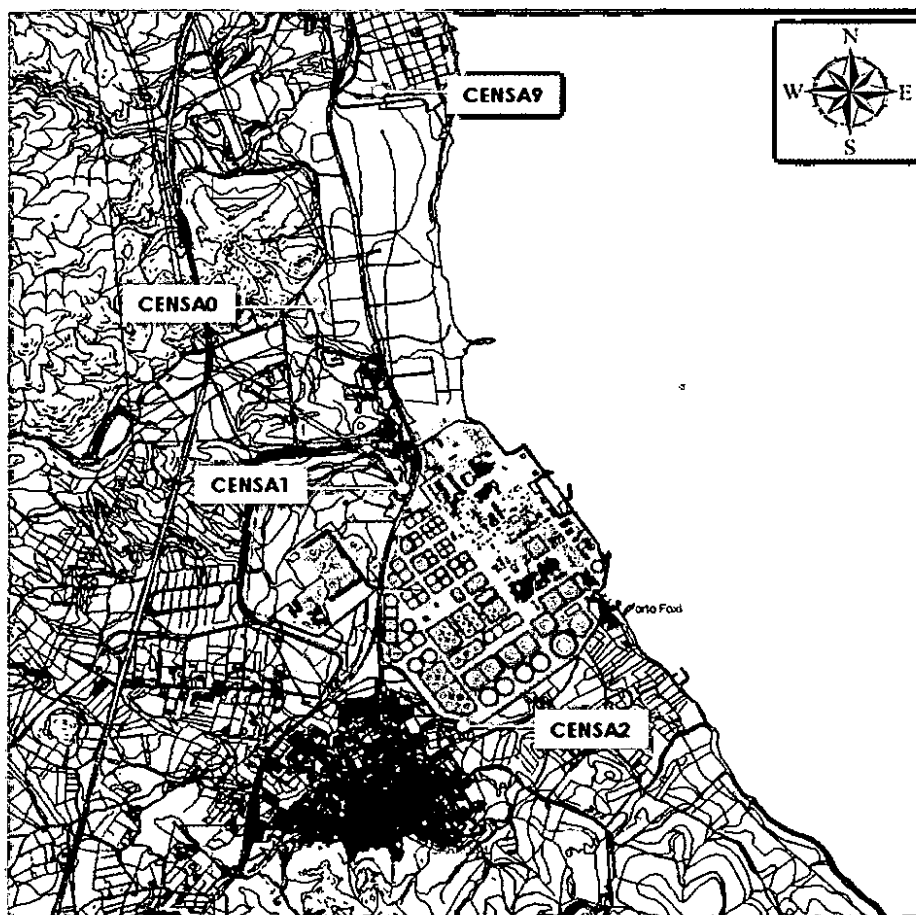


Figura 1.1- Ubicazione centraline di monitoraggio ambientale dell'ARPAS.

Come parametro statistico di riferimento per la calibrazione del modello di simulazione è stato considerato il valore medio aritmetico annuo per l'anno 2007 del biossido di zolfo.

La variazione della qualità dell'aria nella zona di Sarroch [1] è stata studiata prendendo in esame l'andamento della concentrazione al suolo del biossido di zolfo. A tale scopo si considerano i valori della colonna "Media Aritmetica" delle tabelle riportate nelle Figura 1.2 - a) b) c) d).

ANALISI DEI DATI DI DEPOSIZIONE DEL MONITORAGGIO DELLA QUALITA DELL'ARIA

Rappresentazione Elaborazioni Statistiche EoI per CENSA9 - 2007

Valori limite per la protezione della Salute Umana : S02

☒ Limite di legge ☐ Soglia di allarme

BASE CALCOLO	N.Dati	50 ^o	90 ^o	95 ^o	98 ^o	99,2 ^o	99,7 ^o	99,8 ^o	100 ^o	Media Aritmetica
1	8349	1,76	8,22	12,9	21,09	30,52	39,58	43,37	136,35	3,63
3	2904	1,78	8,07	12,64	18,57	24,74	29,13	34,78	69,06	3,48
6	362	5,32	14,59	17,89	23,55	29,8	33,92	33,92	42,06	6,97
74	363	2,81	7,54	9,23	11,78	14,46	16,07	16,07	16,25	3,64

Valori limite per la protezione degli Ecosistemi : S02

☒ Limite di legge ☐ Soglia di allarme

BASE CALCOLO	N.Dati	50 ^o	90 ^o	95 ^o	98 ^o	99,2 ^o	99,7 ^o	99,8 ^o	100 ^o	Media Aritmetica
1	8349	1,76	8,22	12,9	21,09	30,52	39,58	43,37	136,35	3,63
3	2904	1,78	8,07	12,64	18,57	24,74	29,13	34,78	69,06	3,48
6	362	5,32	14,59	17,89	23,55	29,8	33,92	33,92	42,06	6,97
74	363	2,81	7,54	9,23	11,78	14,46	16,07	16,07	16,25	3,64

I criteri di aggregazione temporali dei dati grezzi sono definiti dalle Decisioni della Commissione sull'Exchange of Information e vengono affrontati in dettaglio nel documento "Guidance on the Annexes of Decision 97/101/EC on Exchange of Information as revised by Decision 2007/782/EC".

ANALISI DEI DATI DI DEPOSIZIONE DEL MONITORAGGIO DELLA QUALITA DELL'ARIA

Rappresentazione Elaborazioni Statistiche EoI per CENSA0 - 2007

Valori limite per la protezione della Salute Umana : SO2

☐ Limite di legge ☐ Soglia di allarme

BASE CALCOLO	N.Dati	50°	90°	95°	98°	99,2°	99,7°	99,8°	100°	Media Aritmetica
1	8127	2,56	17,52	28,38	46,28	73,31	116,23	159,65	857,94	7,5
3	2826	2,61	17,28	26,7	41,27	60,79	111,16	125,77	389,4	7,17
8	351	10,3	28,35	39,04	55,32	174,48	273,55	273,55	288,1	15,91
24	353	5,13	13,65	18,48	24,09	38,13	120,61	120,61	145,48	7,53

Valori limite per la protezione degli Ecosistemi : SO2

☐ Limite di legge ☐ Soglia di allarme

BASE CALCOLO	N.Dati	50°	90°	95°	98°	99,2°	99,7°	99,8°	100°	Media Aritmetica
1	8127	2,56	17,52	28,38	46,28	73,31	116,23	159,65	857,94	7,5
3	2826	2,61	17,28	26,7	41,27	60,79	111,16	125,77	389,4	7,17
8	351	10,3	28,35	39,04	55,32	174,48	273,55	273,55	288,1	15,91
24	353	5,13	13,65	18,48	24,09	38,13	120,61	120,61	145,48	7,53

I criteri di aggregazione temporali dei dati grezzi sono definiti dalle Decisioni della Commissione sull'Exchange of Information e vengono affrontati in dettaglio nel documento "Guidance on the Annexes of Decision 97/101/EC on Exchange of Information as revised by Decision 2001/782/EC".

ANALISI DEI DATI DI DEPOSIZIONE DEL MONITORAGGIO DELLA QUALITA DELL'ARIA

Rappresentazione Elaborazioni Statistiche EoI per CENSA1 - 2007

Valori limite per la protezione della Salute Umana : SO2

☒ Limite di legge ☐ Soglia di allarme

BASE CALCOLO	N.Dati	50°	90°	95°	98°	99.2°	99.7°	99.8°	100°	Media Aritmetica
1	8343	1,34	7,98	14,11	26,31	40,07	70,13	80,05	309,77	3,7
3	2903	1,37	8,31	14,31	23,51	37,89	53,43	66,15	113,11	3,54
8	360	5,44	18,24	25,92	35,04	40,81	48,35	48,35	52,88	8,13
24	361	2,55	8,04	10,88	15,24	17,33	17,71	17,71	20,33	3,71

Valori limite per la protezione degli Ecosistemi : SO2

☒ Limite di legge ☐ Soglia di allarme

BASE CALCOLO	N.Dati	50°	90°	95°	98°	99.2°	99.7°	99.8°	100°	Media Aritmetica
1	8343	1,34	7,98	14,11	26,31	40,07	70,13	80,05	309,77	3,7
3	2903	1,37	8,31	14,31	23,51	37,89	53,43	66,15	113,11	3,54
8	360	5,44	18,24	25,92	35,04	40,81	48,35	48,35	52,88	8,13
24	361	2,55	8,04	10,88	15,24	17,33	17,71	17,71	20,33	3,71

I criteri di aggregazione temporali dei dati grezzi sono definiti dalle Decisioni della Commissione sull'Exchange of Information e vengono affrontati in dettaglio nel documento "Guidance on the Annexes of Decision 97/10/EC on Exchange of Information as revised by Decision 2001/752/EC".

ANALISI DEI DATI DI DEPOSIZIONE DEL MONITORAGGIO DELLA QUALITÀ DELL'ARIA

Rappresentazione Elaborazioni Statistiche EoI per CENSA2 - 2007

Valori limite per la protezione della Salute Umana : SO2

☒ Limite di legge

☐ Soglia di allarme

BASE CALCOLO	N.Dati	50 ^o	90 ^o	95 ^o	98 ^o	99,7 ^o	99,8 ^o	100 ^o	Media Aritmetica
1	8342	3,05	18,95	39,26	132,46	230,09	321,02	397,38	1366,24
3	2901	3,03	19,89	44,59	115,04	189,8	274,39	296,75	564,3
8	359	8,04	84,55	127,29	195,01	237,02	267,52	267,52	272,48
24	363	4,32	32,11	52,93	87,04	120,56	133,44	133,44	133,59

Valori limite per la protezione degli Ecosistemi : SO2

☒ Limite di legge

☐ Soglia di allarme

BASE CALCOLO	N.Dati	50 ^o	90 ^o	95 ^o	98 ^o	99,7 ^o	99,8 ^o	100 ^o	Media Aritmetica
1	8342	3,05	18,95	39,26	132,46	230,09	321,02	397,38	1366,24
3	2901	3,03	19,89	44,59	115,04	189,8	274,39	296,75	564,3
8	359	8,04	84,55	127,29	195,01	237,02	267,52	267,52	272,48
24	363	4,32	32,11	52,93	87,04	120,56	133,44	133,44	133,59

I criteri di aggregazione temporali dei dati grezzi sono definiti dalle Decisioni della Commissione sull'Exchange of Information e vengono affrontati in dettaglio nel documento "Guidance on the Annexes of Decision 97/101/EC on Exchange of Information as revised by Decision 2001/782/EC".

a)

Figura 1.2 – Rappresentazione elaborazioni statistiche dei dati di deposizione della qualità dell'aria, relative alla SO₂, per le seguenti centraline ARPAS: a) CENSA9, b) CENSA0, c) CENSA1, d) CENSA2.

In esse, oltre ai valori delle medie aritmetiche, si riportano di seguito i valori dei parametri statistici elaborati su diverse basi temporali:

1. Valore Medio Aritmetico
2. Media Mobile Massima sulle otto ore
3. Media Massima su tre ore consecutive
4. 50° percentile
5. 90° percentile
6. 95° percentile
7. 98° percentile
8. 99.2° percentile
9. 99.7° percentile
10. 99.8° percentile
11. 100° percentile

Come si può osservare sono stati presi in considerazione, sia le elaborazioni previste dalla normativa sull'Exchange of Information, sia i parametri statistici relativi agli episodi di superamento dei valori limite previsti dalla normativa vigente in riferimento alla protezione della salute umana e alla protezione degli ecosistemi. In particolare ci si è concentrati sui parametri richiesti dal Decreto Ministeriale N. 60 del 02/04/2002.

I criteri di aggregazione temporali dei dati grezzi sono definiti dalle Decisioni della Commissione sull'Exchange of Information e vengono affrontati in dettaglio nel documento "Guidance on the Annexes of Decision 97/101/EC on Exchange of Information as revised by Decision 2001/752/EC".

Per ciascuna centralina i valori dei parametri statistici sono stati riportati in due distinte tabelle. Nella prima si evidenziano, con diversa colorazione, i valori dei parametri che superano i Valori Limite e i Margini di Tolleranza per la protezione della salute umana indicati nella legge di riferimento, nella seconda si evidenziano i valori dei parametri che superano i Valori Limite e i Margini di Tolleranza per la protezione degli ecosistemi.

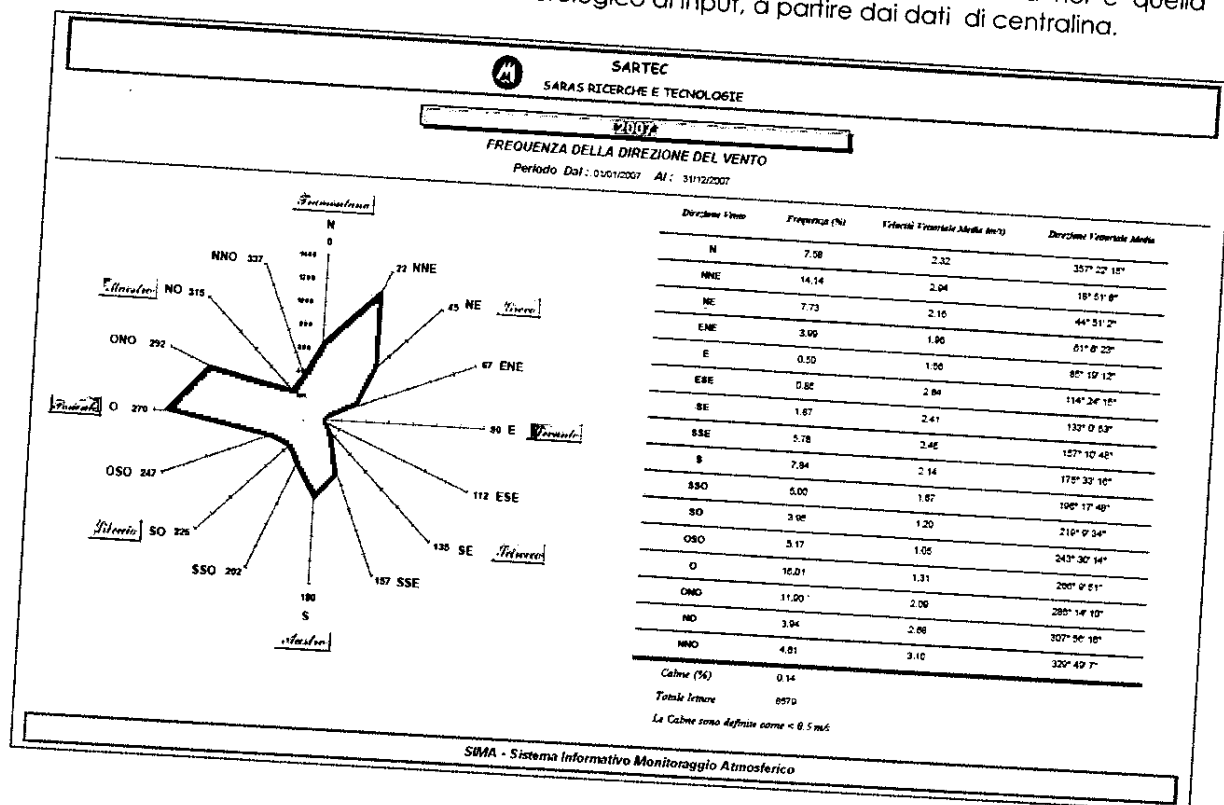
Dall'analisi dei parametri riportati nelle tabelle di Figura 1.2 - a) b) c) d) e ricordando i valori limite di qualità dell'aria per l'SO₂ riportati nella tabella 1.1 non si evidenzia alcun superamento per l'anno 2007.

Descrizione	Periodo di Mediazione	Parametro Statistico	Valore Limite
Valore limite orario per la protezione della salute umana	1 ora	99.7° percentile delle concentrazioni medie orarie di un anno	350 µg/m ³
Valore limite di 24 ore per la protezione della salute umana	24 ore	99.2° percentile delle concentrazioni medie giornaliere di un anno	125 µg/m ³
Valore limite annuale per la protezione degli ecosistemi	1 anno	Concentrazione media annua	20 µg/m ³

Tabella 1.1-Limiti di qualità dell'aria per SO₂.

2 Scenario Meteorologico

Il file meteorologico necessario al modello, rappresentativo della zona in studio, è stato realizzato utilizzando i dati orari di superficie forniti dalla centralina meteo dell'ARPAS CENSA1 relativi all'anno 2007 (Figura 1.1). In figura 2.1 a) e b) vengono mostrate rispettivamente la rosa dei venti e i parametri statistici (direzione vento, frequenza, etc.) delle grandezze anemologiche elaborate da noi e quella elaborata dal modello tramite il file meteorologico di input, a partire dai dati di centralina.



a)

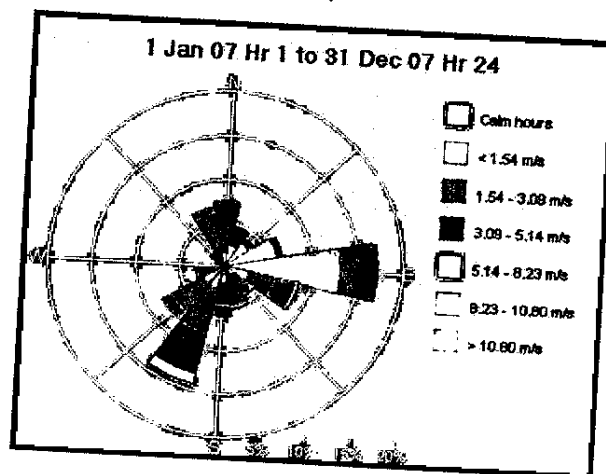


Figura 2.1 - Rosa dei venti anno 2007: a) generata con i criteri di aggregazione temporale conformi alle modalità standard di trattamento dei dati anemologici, b) elaborata dal modello tramite il file meteo.

Il loro confronto permette di effettuare una verifica di congruità dei dati anemologici. Le rose dei venti e le statistiche dei parametri anemologici in Figura 2.1 a) e b) sono state realizzate utilizzando i criteri di aggregazione temporale dei dati relativi alle velocità e direzione del vento conformi alla modalità standard di trattamento dei dati anemologici.

Nella rosa dei venti in Figura 2.1 a) viene mostrata la provenienza dei venti mentre in quella elaborata dal modello in Figura 2.1 b) viene indicata la direzione verso cui spira il vento.

Dal confronto dei dati si evince che le due rose dei venti sono congruenti.

3 Dati di Emissione

Lo scenario emissivo utilizzato dal modello è costituito dai dati di emissione delle sorgenti della Raffineria Saras e della Polimeri Europa poiché rappresentano le sorgenti principali del sito in studio. Si è deciso di studiare la dispersione aeriforme degli inquinanti considerando la sola dispersione dell'ossido di zolfo (SO_2). Le sorgenti emissive considerate nel presente lavoro sono sorgenti puntuali.

I dati utilizzati per le simulazioni sono relativi alle emissioni di ossido di zolfo dai camini riferite alle due seguenti configurazioni:

1. Massima Capacità Produttiva 2009 (Tabella 3.1) Assetto Domanda AIA (Autorizzazione Integrata Ambientale) [2], con il contributo della Polimeri Europa per l'anno storico 2004 (Tabella 3.3) [1].
2. Massima Capacità Produttiva 2009 (Tabella 3.2) Assetto Decreto AIA 6700 t/y di SO_2 , con il contributo della Polimeri Europa per l'anno storico 2004 (Tabella 3.3).

Per ogni scenario emissivo si prendono in considerazione le emissioni di due strutture differenti della Unità FCC-Boiler. In particolare la configurazione precedente alle modifiche effettuate nell'anno 2009 (COBoiler old) e quella successiva alle modifiche (COBoiler new). In sintesi:

- vecchia configurazione (COBoiler old): $h = 45 \text{ m}$, $d = 4.8 \text{ m}$, $T = 350 \text{ }^\circ\text{C}$ e $v = 13.19 \text{ m/s}$
- nuova configurazione (COBoiler new): $h = 59 \text{ m}$, $d = 5 \text{ m}$, $T = 300 \text{ }^\circ\text{C}$ e $v = 11.18 \text{ m/s}$

ANNO 2009 MASSIMA CAPACITA'									
	Coordiante Gauss-Boaga		Altezza Camino	Quota Camino	Sezione Camino	Fumi			SO ₂ (ty)
	X (m)	Y (m)				Nm ³ /h	T (°C)	v (m/s)	
t2	1501626	4325842	55	58	7.54	117080	345	9.76	1183
rt2 - f1a	1501506	4325802	49	52	4.15	28694	390	4.66	99
rt2 - f1b	1501496	4325792	49	52	4.15	28694	435	4.98	99
vacuum f1a	1501660	4325790	50	53	4.91	37147	309	4.48	42
vacuum f1b	1501650	4325790	58	61	8.55	33076	360	2.49	46
fcc k1f3	1501676	4325752	49	52	5.31	31575	261	3.23	36
ccr-alky	1501816	4325822	85	88	12.57	167031	229	6.79	188
vsb - f102c	1501526	4325782	68	71	5.73	29468	269	2.84	144
vsb - f102b	1501516	4325772	49	52	4.15	12629	300	1.77	62
u300	1501566	4325702	50	53	0.79	8079	342	6.40	9
u400	1501576	4325692	42	43	0.79	6411	199	3.90	7
u500	1501546	4325732	36	39	1.77	5512	242	1.63	6
u700	1501536	4325752	40	43	2.01	8075	234	2.07	9
MHC1 (F101-F251)	1501656	4325482	60	66	4.15	38751	171	4.22	44
MHC2 F201	1501700	4325490	43	50	2.49	11233	160	1.99	13
COBoiler old	1501656	4325782	45	48	18.1	376542	350	13.19	745
COBoiler new	1501656	4325782	59	62	19.6	376542	300	11.18	745
u800	1501810	4325500	43	50	2.49	16849	160	2.98	19
inc z3	1501546	4325872	70	73	2.54	28396	295	150.00	1019
inc z4	1501456	4325922	70	73	2.54	17011	313	3.99	614
camino centralizzato	1501636	4325712	120	123	14.52	324226	217	11.13	3212
IGCC	1501941	4325486	120	123	58.88	4513061	150	25.50	1434

Tabella 3.1 - Massima Capacità Produttiva anno 2009 - Assetto Domanda AIA . In tabella sono evidenziati i dati relativi al COBoiler con la vecchia struttura (COBoiler old) e la nuova struttura (COBoiler new).

ANNO 2009 MASSIMA CAPACITA'									
	Coordiante Gauss-Boaga		Altezza Camino	Quota Camino	Sezione Camino	Fumi			SO ₂ (ty)
	X (m)	Y (m)				Nm ³ /h	T (°C)	v (m/s)	
t2	1501626	4325842	55	58	7.54	117080	345	9.76	775
rt2 - f1a	1501506	4325802	49	52	4.15	28694	390	4.66	73
rt2 - f1b	1501496	4325792	49	52	4.15	28694	435	4.98	73
vacuum f1a	1501660	4325790	50	53	4.91	37147	309	4.48	42
vacuum f1b	1501650	4325790	58	61	8.55	33076	360	2.49	43
fcc k1f3	1501676	4325752	49	52	5.31	31575	261	3.23	36
ccr-alky	1501816	4325822	85	88	12.57	167031	229	6.79	188
vsb - f102c	1501526	4325782	68	71	5.73	29468	269	2.84	101
vsb - f102b	1501516	4325772	49	52	4.15	12629	300	1.77	43
u300	1501566	4325702	50	53	0.79	8079	342	6.40	9
u400	1501576	4325692	42	43	0.79	6411	199	3.90	7
u500	1501546	4325732	36	39	1.77	5512	242	1.63	6
u700	1501536	4325752	40	43	2.01	8075	234	2.07	9
MHC1 (F101-F251)	1501656	4325482	60	66	4.15	38751	171	4.22	44
MHC2 F201	1501700	4325490	43	50	2.49	11233	160	1.99	13
COBoiler old	1501656	4325782	45	48	18.1	376542	350	13.19	745
COBoiler new	1501656	4325782	59	62	19.6	376542	300	11.18	745
u800	1501810	4325500	43	50	2.49	16849	160	2.98	19
inc z3	1501546	4325872	70	73	2.54	28396	295	150.00	1019
inc z4	1501456	4325922	70	73	2.54	17011	313	3.99	614
camino centralizzato	1501636	4325712	120	123	14.52	324226	217	11.13	2862
IGCC	1501941	4325486	120	123	58.88	4513061	150	25.50	1434

Tabella 3.2- Massima Capacità Produttiva anno 2009 - Assetto Decreto AIA 6700 t/y di SO₂. In tabella sono videnziati i dati relativi al COBoiler con la vecchia struttura (COBoiler old) e la nuova struttura (COBoiler new).

Anno Storico 2004								
	Coordinate Gauss-Boaga		Altezza Camino	Quota Camino	Sezione Camino	Fumi		SO ₂ (t/y)
	X(m)	Y(m)				Nm ³ /h	mg/Nm ³	
E2	1501074	4327114	40	12	1.33	17833	201	31.400
E3	1501069	4327170	40	13	2.01	17833	201	31.400
E7	1500902	4327350	75	14	4.52	56125	201	98.823
E9	1501044	4327417	95	12	7.06	25916	324	73.556
E11	1501052	4327508	140	13	8.04	172347	848	1280.276

Tabella 3.3 – Emissioni di SO₂ della Polimeri Europa (anno storico 2004).

I dati che caratterizzano le sorgenti emissive considerate sono di due tipi:

- Parametri camini: caratteristiche geometriche quali diametro, altezza e caratteristiche geografiche quali le coordinate Gauss-Boaga e la quota.
- Dati emissivi : emission rate, portata, temperatura e velocità di uscita dei fumi.

L'ambiente di simulazione è stato realizzato considerando l'effetto del "building donwash" e l'effetto "channeling" dovuto alla presenza di strutture verticali quali edifici a geometria cilindrica (camini, serbatoi) e a geometria lineare (uffici, e case di civile abitazione). I dati relativi alla geometria delle strutture verticali sono stati processati prelevandoli dalla planimetria vettoriale della Saras e dalla planimetria vettoriale della città di Sarroch.

4 Simulazioni

Lo studio della variazione della qualità dell'area di Sarroch dovuta alle modifiche geometriche ed emissive apportate alla Unità FCC-COBoiler nell'anno 2009 viene condotto attraverso il confronto dei valori simulati dal modello relativamente a diverse simulazioni. Per ciascuna delle simulazioni si eseguirà il confronto tra il dato rilevato e il dato simulato al fine di validare il modo di impiego del modello di simulazione. In particolare, nei grafici utilizzati per il confronto dei dati, viene riportato l'intervallo di confidenza dei dati registrati nelle centraline dell'ARPAS relativo ad un livello di confidenza del 95%.

4.1 Prima Simulazione

La prima simulazione è stata eseguita con le seguenti condizioni:

- **Scenario Emissivo:** Massima Capacità Produttiva 2009 (Tabella 3.1), Assetto Domanda AIA (Autorizzazione Integrata Ambientale) con il contributo aggiuntivo della Polimeri Europa per l'anno storico 2004 (Tabella 3.3).
- **COBoiler non modificato (COBoiler old):** altezza 45 m (h), diametro 4.8 m (d), temperatura 350 °C (T) e velocità di uscita dei fumi pari a 13.19 m/s (v).

In Figura 4.1.1 viene mostrata la distribuzione del valore della media annuale delle ricadute al suolo delle emissioni di SO₂.

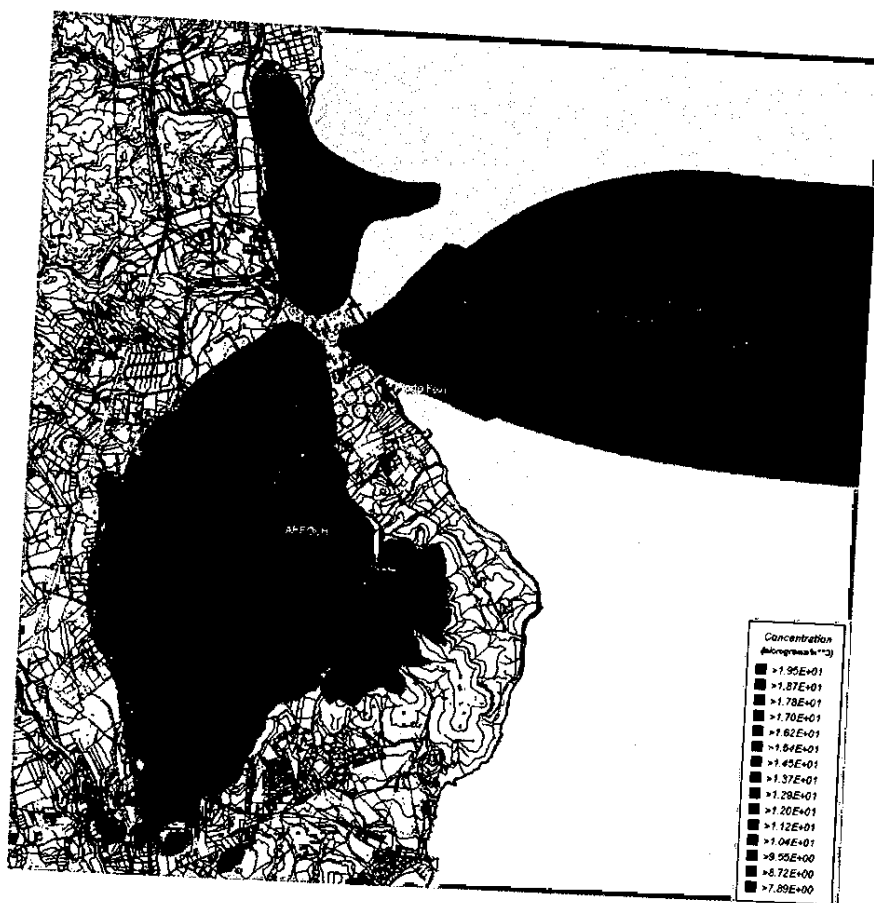


Figura 4.1.1- Mappa rappresentativa delle ricadute al suolo - media annuale di SO₂.

Media Annuale SO ₂ - SARAS e POLIMERI		
CENTRALINA	Valore Rilevato 2007 (µg/m ³)	Valore Simulato (µg/m ³)
CENSA9	3.63	8.05
CENSA0	7.50	5.18
CENSA1	3.70	4.83
CENSA2	12.04	13.90

Tabella 4.1.1 – Tabella delle concentrazioni di SO₂ (media annuale) alle centraline dell'ARPAS.

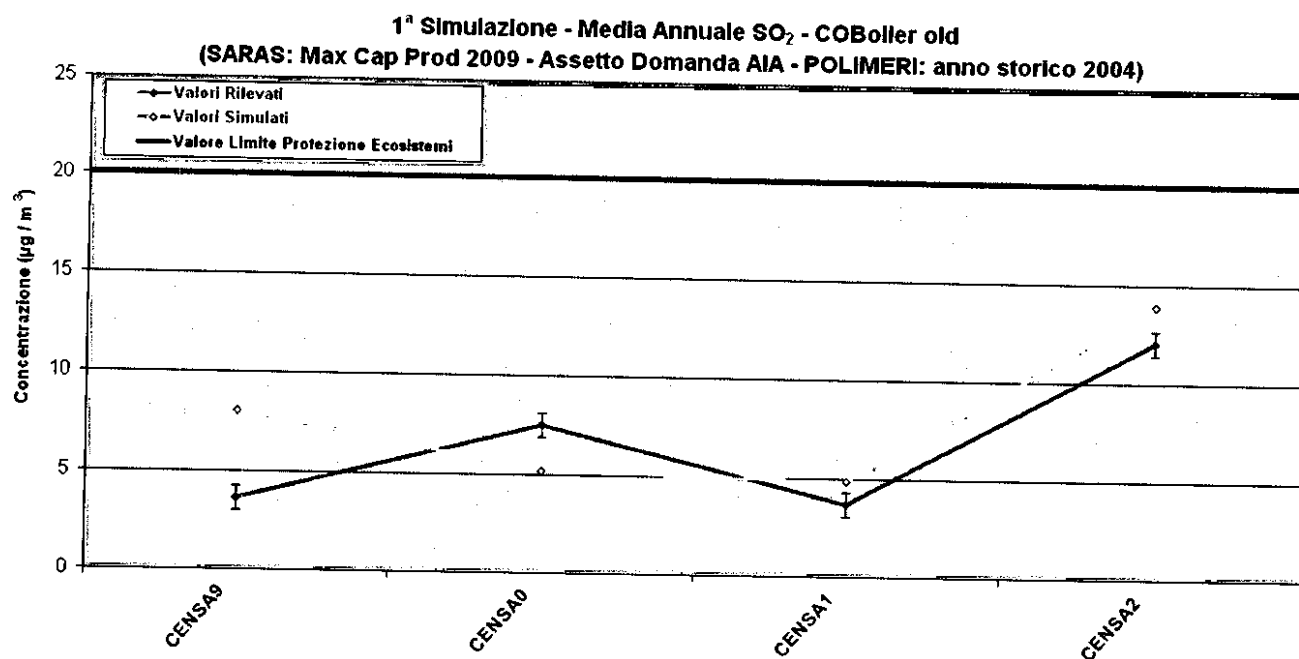


Figura 4.1.2 – Grafico delle concentrazioni di SO₂ (media annuale) alle centraline dell'ARPAS.

4.2 Seconda Simulazione

La seconda simulazione è stata eseguita con le seguenti condizioni:

- **Scenario Emissivo:** Massima Capacità Produttiva 2009 (Tabella 3.1), Assetto Domanda AIA (Autorizzazione Integrata Ambientale) con il contributo aggiuntivo della Polimeri Europa per l'anno storico 2004 (Tabella 3.3).
- **COBoiler modificato (COBoiler new):** altezza 59 m (h), diametro 5 m (d), temperatura 300 °C (T) e velocità di uscita dei fumi pari a 11,18 m/s (v).

In Figura 4.2.1 viene mostrata la distribuzione del valore della media annuale delle ricadute al suolo delle emissioni di SO₂.

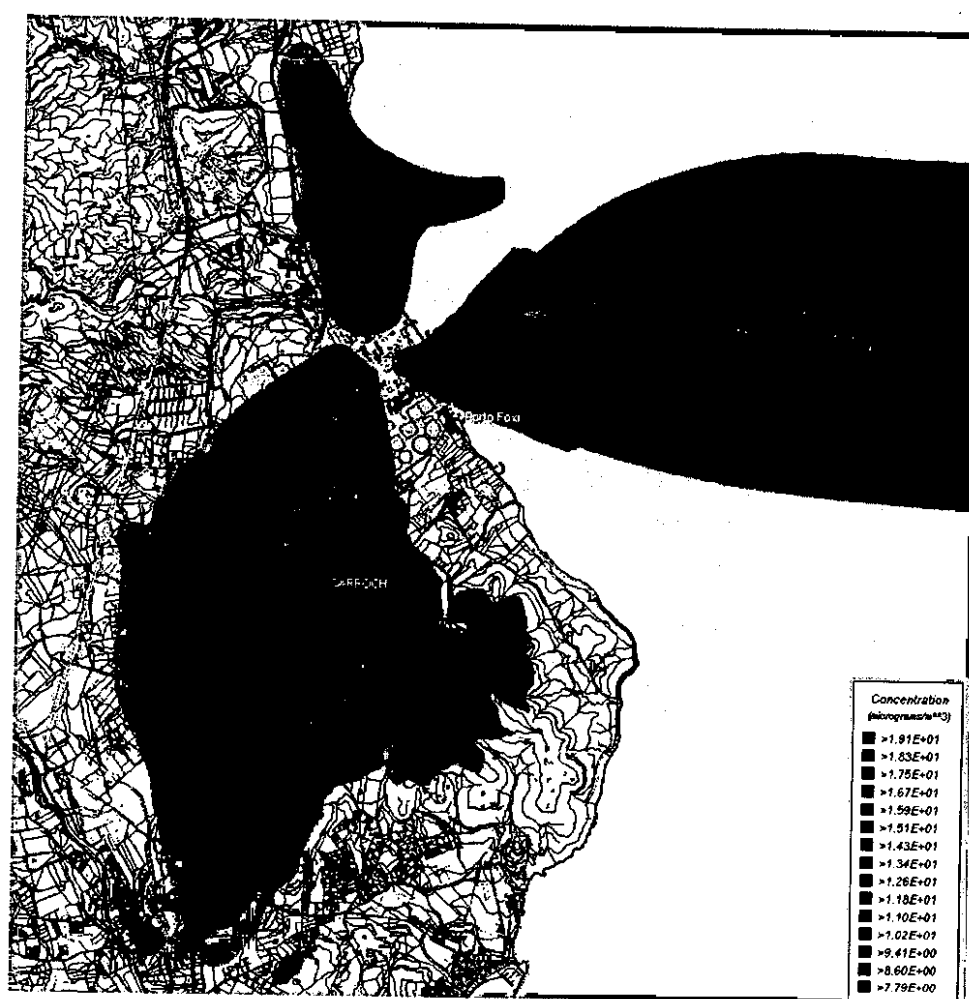


Figura 4.2.1 – Mappa rappresentativa delle ricadute al suolo - media annuale di SO₂.

Media Annuale SO ₂ - SARAS e POLIMERI		
CENTRALINA	Valore Rilevato 2007 (µg/m ³)	Valore Simulato (µg/m ³)
CENSA9	3.63	8.03
CENSA0	7.50	5.20
CENSA1	3.70	4.83
CENSA2	12.04	13.68

Tabella 4.2.1 - Tabella delle concentrazioni di SO₂ (media annuale) alle centraline dell'ARPAS.

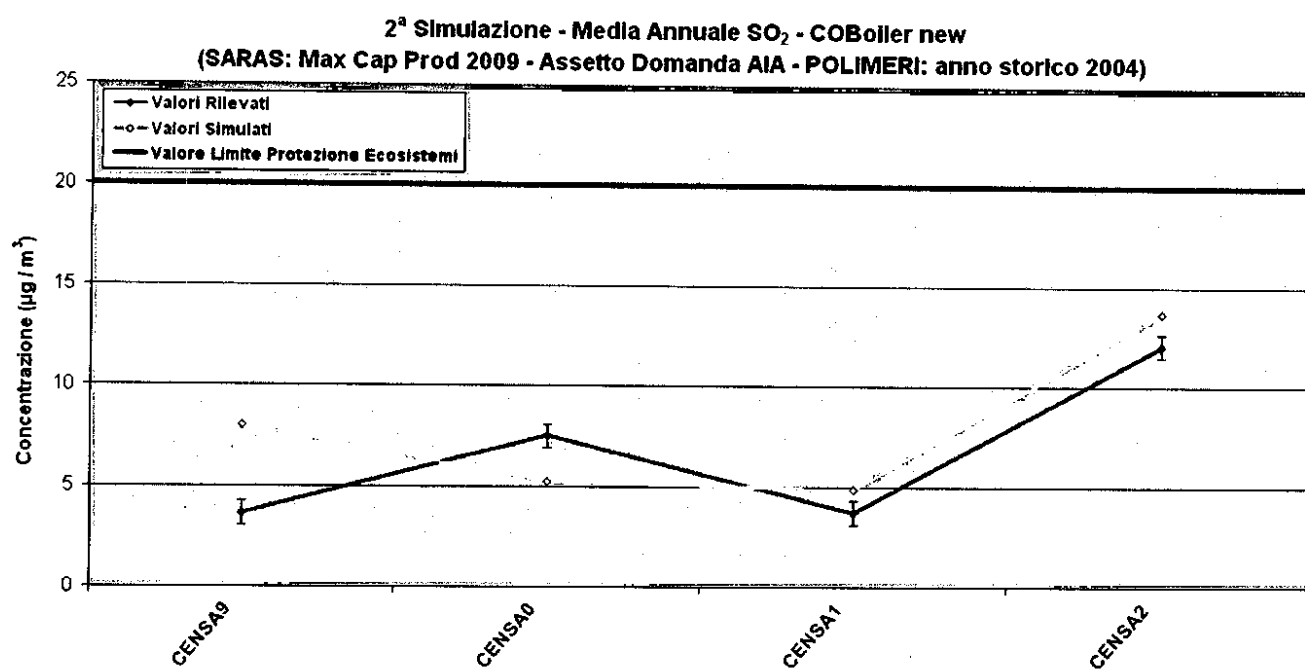


Figura 4.2.2 - Grafico delle concentrazioni di SO₂ (media annuale) alle centraline dell'ARPAS.

4.3 Terza Simulazione

La terza simulazione è stata eseguita con le seguenti condizioni:

- **Scenario Emissivo:** Massima Capacità Produttiva 2009 (Tabella 3.2) Assetto Decreto AIA 6700 t/y di SO₂, con il contributo aggiuntivo della Polimeri Europa per l'anno storico 2004 (Tabella 3.3).
- **COBoiler non modificato (COBoiler old):** altezza 45 m (h), diametro 4.8 m (d), temperatura 350 °C (T) e velocità di uscita dei fumi pari a 13.19 m/s (v).

In Figura 4.3.1 viene mostrata la distribuzione del valore della media annuale delle ricadute al suolo delle emissioni di SO₂.



Figura 4.3.1 – Mappa rappresentativa delle ricadute al suolo - media annuale di SO₂.

Media Annuale SO ₂ - SARAS e POLIMERI		
CENTRALINA	Valore Rilevato 2007 (µg/m ³)	Valore Simulato (µg/m ³)
CENSA9	3.63	7.52
CENSA0	7.50	4.93
CENSA1	3.70	4.54
CENSA2	12.04	12.67

Tabella 4.3.1 - Tabella delle concentrazioni di SO₂ (media annuale) alle centraline dell'ARPAS.

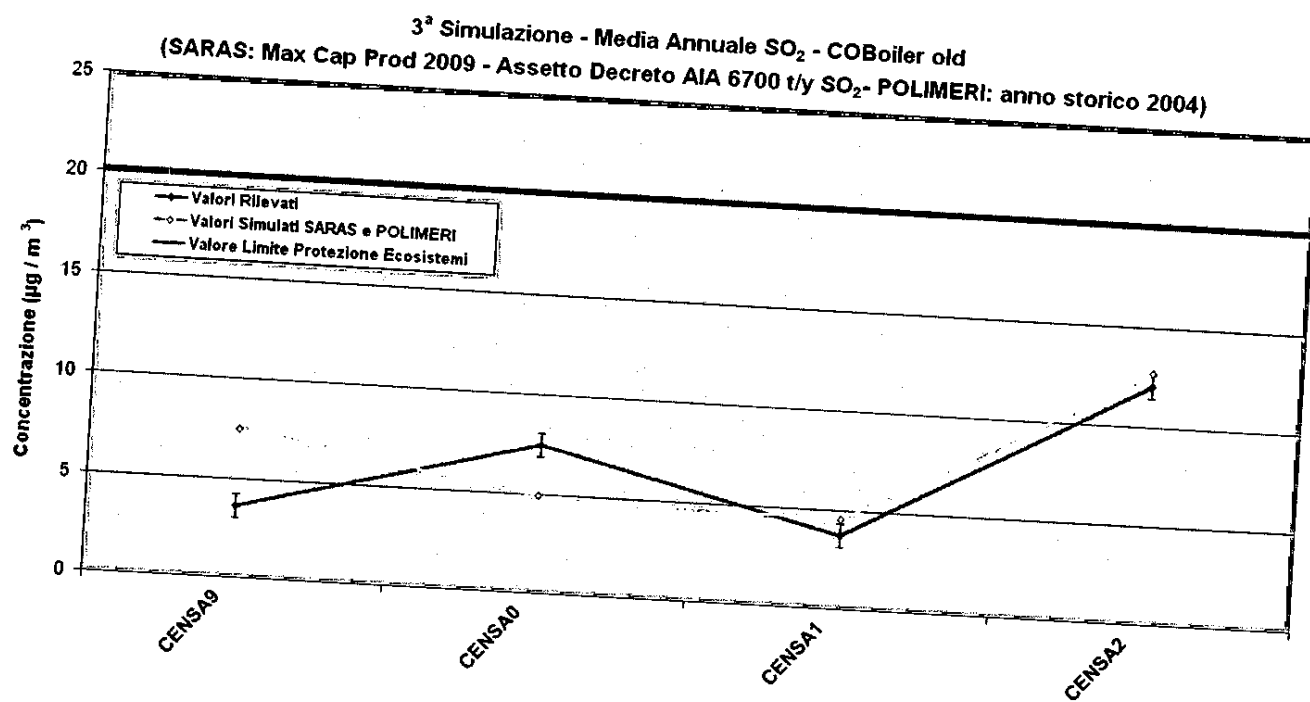


Figura 4.3.2 - Grafico delle concentrazioni di SO₂ (media annuale) alle centraline dell'ARPAS.

4.4 Quarta Simulazione

La quarta simulazione è stata eseguita con le seguenti condizioni:

- **Scenario Emissivo:** Massima Capacità Produttiva 2009 (Tabella 3.2) Assetto Decreto AIA 6700 t/y di SO₂, con il contributo aggiuntivo della Polimeri Europa per l'anno storico 2004 (Tabella 3.3).
- **COBoiler modificato (COBoiler new):** altezza 59 m (h), diametro 5 m (d), temperatura 300 °C (T) e velocità di uscita dei fumi pari a 11.18 m/s (v).

In Figura 4.4.1 viene mostrata la distribuzione del valore della media annuale delle ricadute al suolo delle emissioni di SO₂.



Figura 4.4.1 – Mappa rappresentativa delle ricadute al suolo - media annuale di SO₂.

Media Annuale SO ₂ - SARAS e POLIMERI		
CENTRALINA	Valore Rilevato 2007 (µg/m ³)	Valore Simulato (µg/m ³)
CENSA9	3.63	7.49
CENSA0	7.50	4.94
CENSA1	3.70	4.54
CENSA2	12.04	12.46

Tabella 4.4.1 – Tabella delle concentrazioni di SO₂ (media annuale) alle centraline dell'ARPAS.

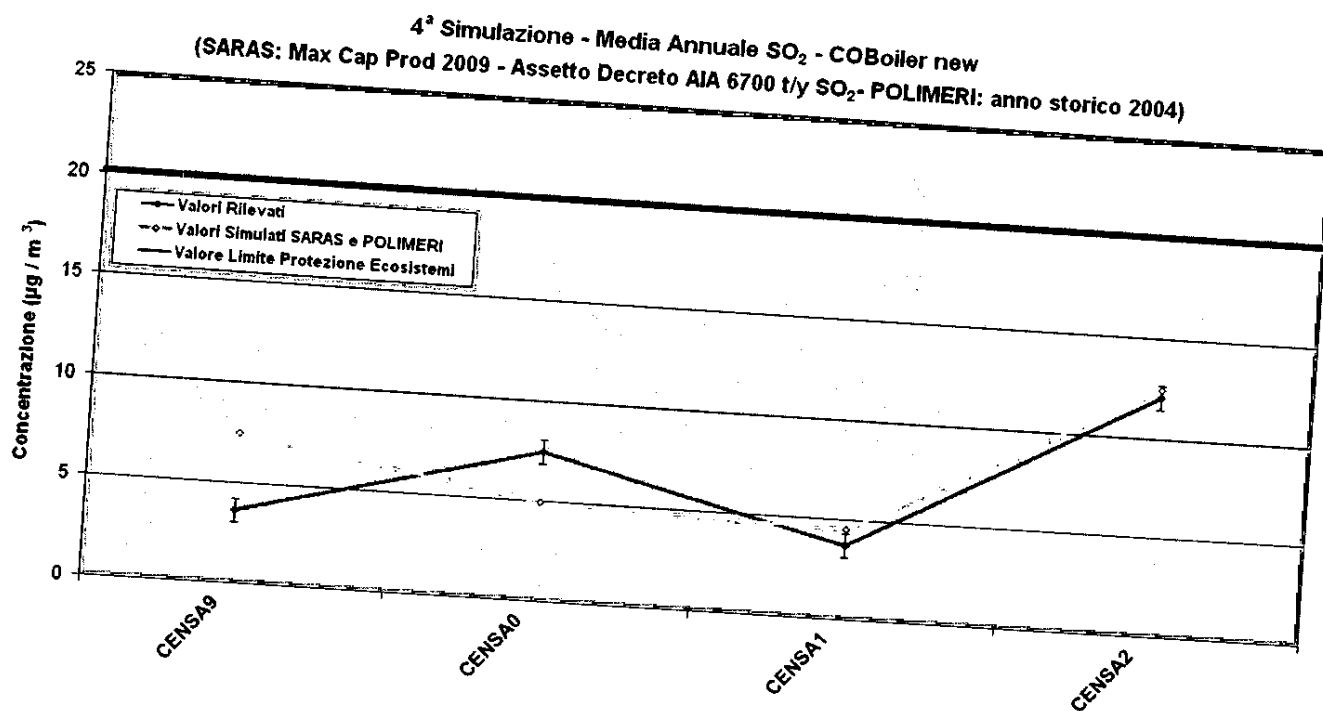


Figura 4.4.2 – Grafico delle concentrazioni di SO₂ (media annuale) alle centraline dell'ARPAS.

4.5 Considerazioni sulle Simulazioni

Dal confronto tra la prima e la seconda simulazione (Figura 4.5.1) è possibile osservare le variazioni di concentrazione alle centraline dell'ARPAS dovute alle modifiche apportate alla Unità FCC-COBoiler. In dettaglio in tabella 4.5.1 si osservano le seguenti differenze percentuali di concentrazione di SO₂:

CENTRALINA	Valori rilevati SO ₂ (µg/m ³)	1 SIMULAZIONE (µg/m ³)	2 SIMULAZIONE (µg/m ³)	DIFFERENZA PERCENTUALE 1 e 2 SIMULAZIONE
CENSA9	3.63	8.05	8.03	
CENSA0	7.50	5.18	5.20	0,2 %
CENSA1	3.70	4.83	4.83	0,4 %
CENSA2	12.04	13.90	13.68	0,0 %
				1.5 %

Tabella 4.5.1 - Confronto tra i valori medi annui di SO₂ rilevati alle centraline dell'ARPAS e quelli risultanti dalla 1ª (COBoiler old) e 2ª (COBoiler new) simulazione e loro differenza percentuale.

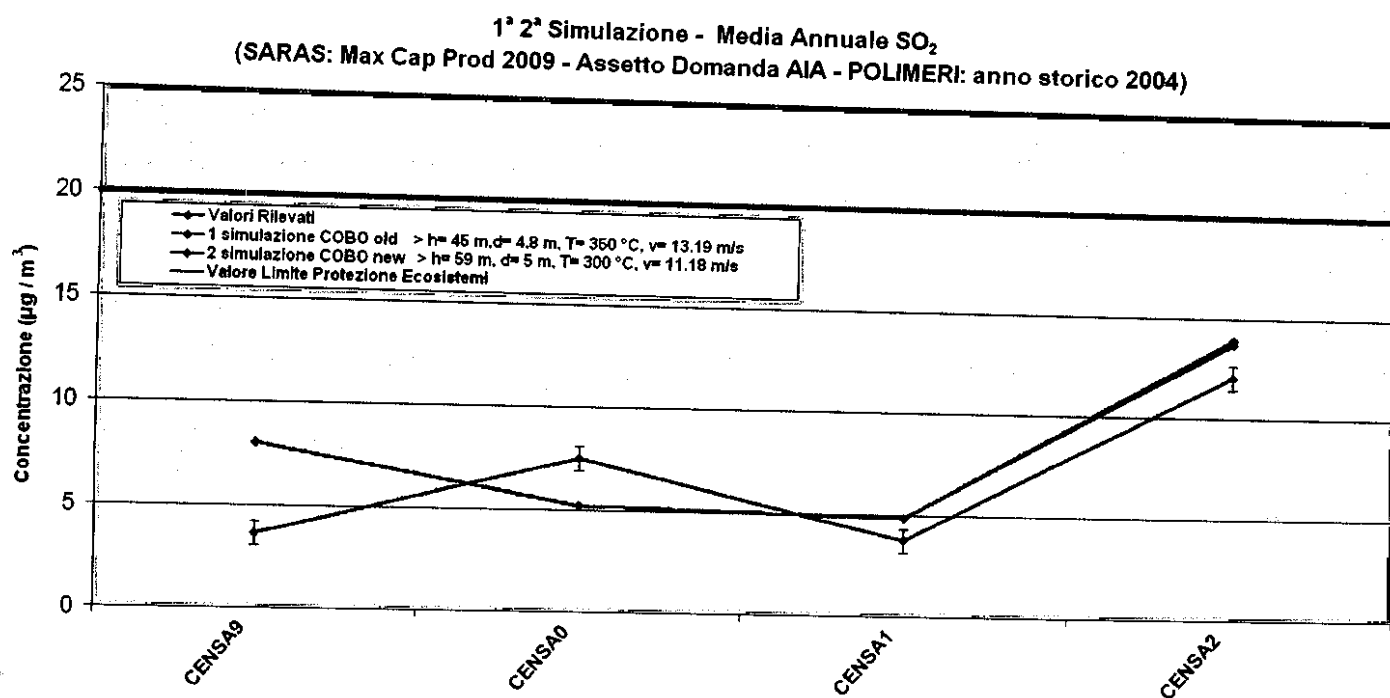


Figura 4.5.1 - Confronto grafico tra la 1ª (COBoiler old) e 2ª (COBoiler new) simulazione rispetto ai valori medi annui di SO₂ rilevati alle centraline dell'ARPAS, con riferimento al valore limite per la protezione degli ecosistemi.

Dal confronto tra la terza e la quarta simulazione otteniamo i seguenti risultati:

CENTRALINA	Valori rilevati SO ₂ (µg/m ³)	3 SIMULAZIONE (µg/m ³)	4 SIMULAZIONE (µg/m ³)	DIFFERENZA PERCENTUALE 3 e 4 SIMULAZIONE
CENSA9	3.63	7.52	7.49	0,4 %
CENSA0	7.50	4.93	4.94	0,2%
CENSA1	3.70	4.54	4.54	0,0 %
CENSA2	12.04	12.67	12.46	1.6 %

Tabella 4.5.2 – Confronto tra i valori medi annui di SO₂ rilevati alle centraline dell'ARPAS e quelli risultanti dalla 3ª (COBoiler old) e 4ª (COBoiler new) simulazione e loro differenza percentuale.

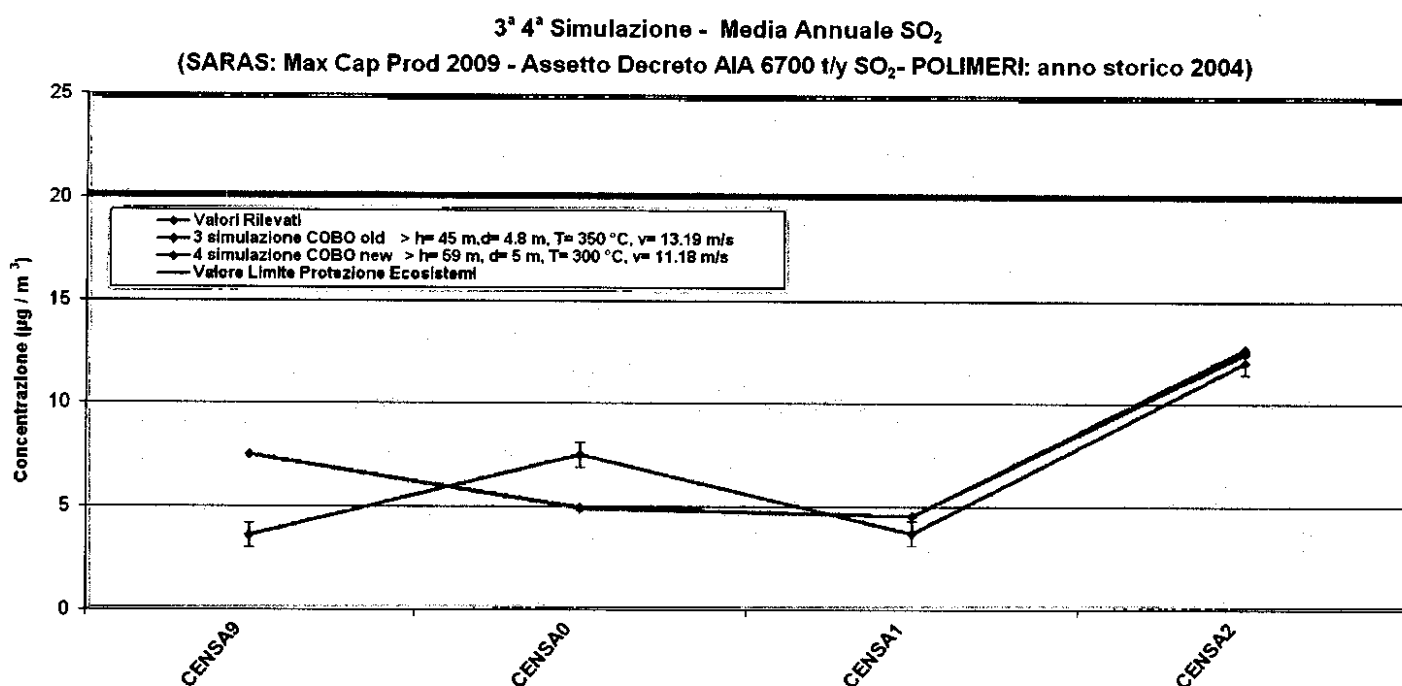


Figura 4.5.2 – Confronto grafico tra la 3ª (COBoiler old) e 4ª (COBoiler new) simulazione rispetto ai valori medi annui di SO₂ rilevati alle centraline dell'ARPAS, con riferimento al valore limite per la protezione degli ecosistemi.

Dai risultati ottenuti non ci sono evidenti ed efficaci variazioni della concentrazione di SO₂ alle centraline di monitoraggio della qualità dell'aria se non alla centralina CENSA2 in cui si osserva tra la prima e la seconda simulazione una diminuzione pari all'1.5 %, mentre tra la terza e la quarta simulazione vi è una diminuzione pari all'1.6 %.

In tutte le simulazioni si trova che alla centralina CENSA9 vi è un notevole scostamento dei valori misurati da quelli rilevati, ciò è causato con molta probabilità a quanto segue [1]:

1. vicinanza del dominio in studio ad una zona costiera;
2. presenza di orografia complessa;
3. scenario meteorologico complesso (riferimento alla mappa riassuntiva della rosa dei venti della Provincia di Cagliari per l'anno 2007, Figura 4.5.3).

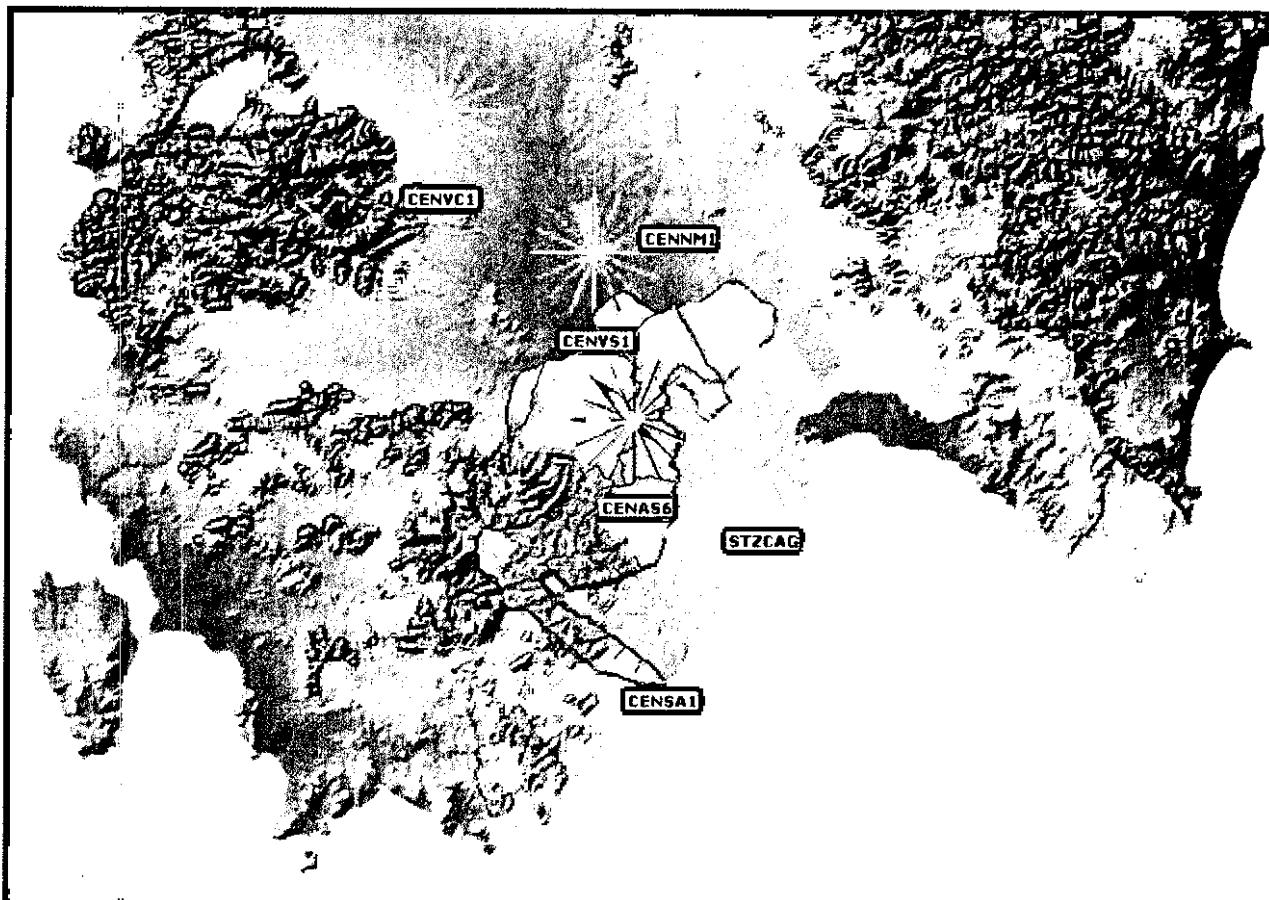


Figura 4.5.3 – Mappa con le rose dei venti rilevate dalle centraline CENSA1 (Sarroch-ARPAS), CENAS6 (Assemini-ARPAS), STZCAG (Porto di Cagliari-APAT), CENV51 (Villasor-ARPAS), CENVC1 (Villacidro-ARPAS), CENNM1 (Nuraminis-ARPAS) per l'anno 2007.

Nella mappa di figura 4.5.3 si può chiaramente osservare che nella centralina meteo CENSA1 la rosa dei venti è nettamente differente dalle altre centraline presenti nel dominio mostrato.

Il valore elevato di concentrazione simulato alla centralina CENSA9 (Figura 1.1) è probabilmente dovuto anche alla presenza delle brezze che ripuliscono l'aria in corrispondenza della centralina, pertanto il modello segnala alte concentrazioni mentre la centralina in realtà misura basse concentrazioni, oppure come detto in precedenza il modello si trova a simulare una condizione meteo climatica complessa (microclima dovuto alla presenza di insediamenti industriali, vicinanza alla costa, orografia complessa, effetto channeling e building downwash) che possono creare punti di criticità nel modello.

5 Studio emissione Unità FCC-COBoiler al variare della Temperatura

Al fine di avere un maggiore e più chiaro dettaglio delle differenze nella dispersione degli inquinanti aeriformi causate dalle modifiche apportate alla Unità FCC-COBoiler, sono state eseguite delle ulteriori simulazioni utilizzando la singola sorgente emissiva rappresentata dal COBoiler (new e old) in riferimento alla massima capacità produttiva anno 2009 Assetto Decreto AIA 6700 t/y di SO₂ (Tabella 3.2) per differenti valori di temperatura di uscita dei fumi. I risultati sono riassunti in tabella 5.1:

CENTRALINA	Valore Rilevato 2007 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	COBoiler					
		OLD			NEW		
		T= 300 °C v = 12.13 m/s	T= 350 °C v = 13.19 m/s	T= 400 °C v = 14.24 m/s	T= 300 °C v = 11.18 m/s	T= 350 °C v = 12.15 m/s	T= 400 °C v = 13.13 m/s
		Valore Simulato ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore Simulato ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore Simulato ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore Simulato ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore Simulato ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Valore Simulato ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
CENSA9	3.63	0.43	0.39	0.35	0.35	0.32	0.29
CENSA0	7.50	0.12	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
CENSA1	3.70	0.19	0.16	0.15	0.16	0.15	0.13
CENSA2	12.04	1.43	1.26	1.13	1.03	0.94	0.85

Tabella 5.1 – Tabella dei valori di SO₂ alle centraline dell'ARPAS con la singola emissione dell'Unità FCC-COBoiler (new e old) al variare della temperatura e velocità di uscita dei fumi.

In Figura 5.1 sono rappresentati graficamente i risultati riportati in Tabella 5.1. Dal grafico si osserva chiaramente che le differenze più sostanziali si hanno alla centralina CENSA2, mediamente sottovento come evidente in figura 2.1 a) e distante 1.3 km dall'Unità FCC-COBoiler. A tale centralina si osserva che all'aumentare della temperatura, da 300 °C a 400 °C, la concentrazione diminuisce del 21 % per il COBoiler old e del 17 % nella configurazione COBoiler new.

Media Annuale SO₂ - COBoiler
(Max Cap Prod 2009 - Assetto Decreto AIA 6700 t/y SO₂)

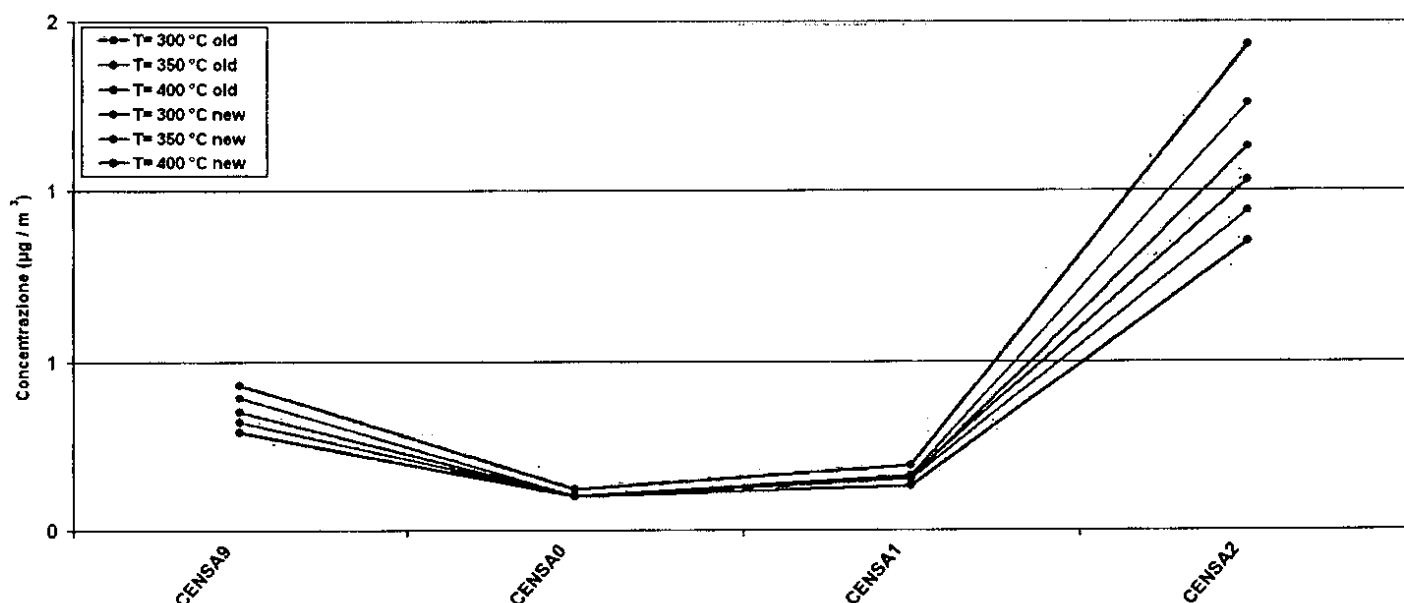


Figura 5.1- Rappresentazione grafica dei valori medi annui di SO₂ alle centraline dell'ARPAS con la singola emissione del COBoiler (new e old) per differenti valori di temperatura dei fumi.

È importante a questo punto definire l'altezza efficace del pennacchio [3] (quota a cui è posto il baricentro del *plume* ad una generica distanza sottovento) esso è definito come la somma tra l'altezza fisica del camino e l'*innalzamento del pennacchio*, che rappresenta la porzione di atmosfera interessata dall'interazione tra i fumi emessi da un camino e l'aria circostante.

Il comportamento del *plume* durante la fase di innalzamento è estremamente complessa. I gas emessi da un camino sono dotati in genere di velocità e di temperatura propria e quindi di una spinta ascensionale di galleggiamento quando vengono improvvisamente a contatto con l'atmosfera circostante. L'aria tende quindi ad infiltrarsi tra i gas del pennacchio diminuendone progressivamente la velocità ascensionale e la temperatura fino a disperderli al proprio interno.

Quello che risulta è che i due fluidi, l'aria del PBL (strato limite terrestre) da una parte e il pennacchio di fumo dall'altra, si scontrino all'uscita del camino ed interagiscano. Per prima cosa è immediato vedere che in tale punto normalmente le velocità medie dei due fluidi sono tra loro perpendicolari. Intuitivamente ci si può aspettare che il moto e lo stato di turbolenza del PBL alterino il moto ascensionale del pennacchio piegandone la direzione fino a renderlo concorde con la velocità delle masse d'aria del PBL. Tale livellamento avverrà ad una quota tanto più elevata quanto maggiore sarà la spinta ascensionale del fumo. Al termine di tale processo, la vita autonoma che il pennacchio aveva all'uscita del camino viene annullata completamente ed il pennacchio resta completamente incorporato entro il PBL ed indistinguibile da esso.

A parità di altezza e diametro del camino possiamo affermare che all'aumentare della temperatura i fumi avranno un notevole galleggiamento dovuto alla forte differenza di temperatura che si stabilisce con l'aria esterna ed una notevole spinta ascensionale dovuta alla quantità di moto iniziale di cui sono dotati, questo inciderà sulla ricaduta al suolo dell'inquinante al recettore di riferimento.

Dal nostro studio si evince che all'aumentare della temperatura e quindi della velocità dei fumi la concentrazione di inquinante disperso al recettore CENSA2, che si trova a distanza fissa, decresce variando anche considerevolmente in funzione di tali parametri (temperatura e velocità dei fumi) del camino.

In Figura 5.2 sono rappresentati graficamente i risultati relativi alle due reali configurazioni del COBoiler:

- vecchia configurazione (COBoiler old): $h = 45$ m, $d = 4.8$ m, $T = 350$ °C e $v = 13.19$ m/s
- nuova configurazione (COBoiler new): $h = 59$ m, $d = 5$ m, $T = 300$ °C e $v = 11.18$ m/s

Media Annuale SO₂ - COBoiler
(Max Cap Prod 2009 - Assetto Decreto AIA 6700 t/y SO₂)

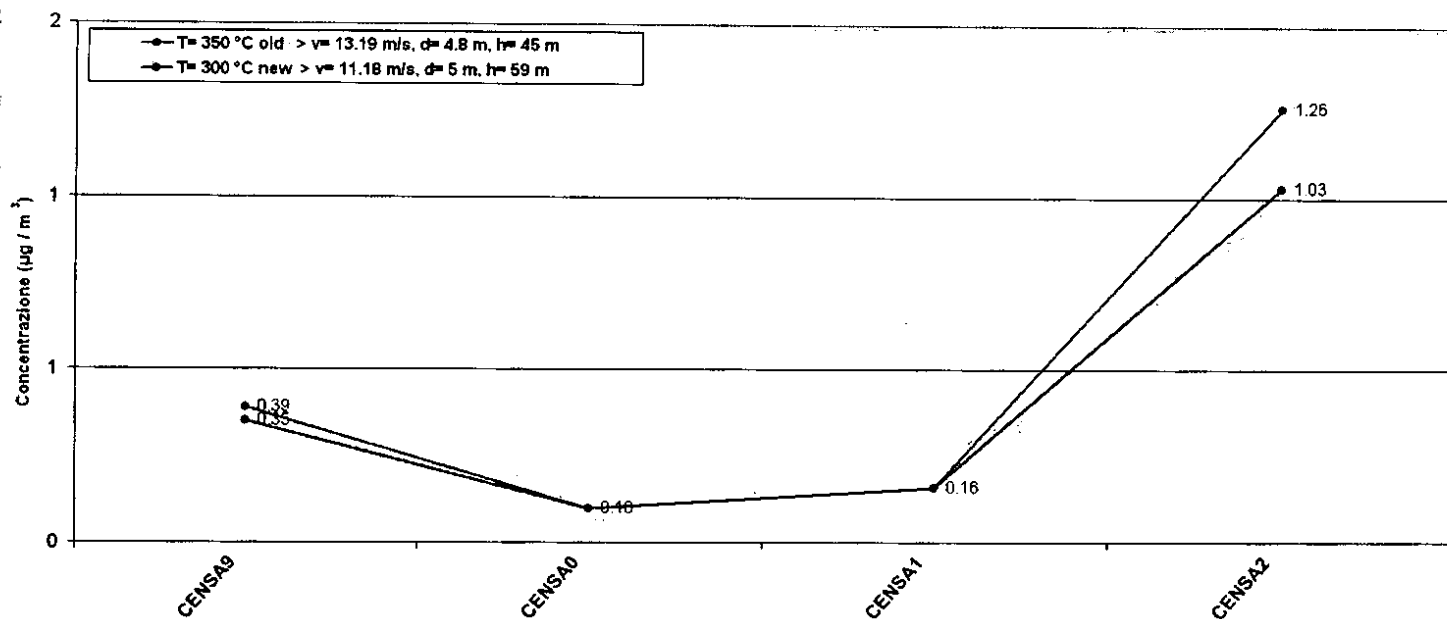


Figura 5.2- Rappresentazione grafica dei valori medi annui di SO₂ alle centraline dell'ARPAS con la singola emissione del COBoiler old e COBoiler new.

Dal grafico di Figura 5.2 si evidenzia alla centralina CENSA2 una diminuzione della concentrazione di SO₂ pari al 18 % nel passare dalla vecchia alla nuova configurazione del COBoiler. La situazione resta invece immutata alle altre centraline.

Ciò sembrerebbe in antitesi con quanto detto in precedenza poiché la diminuzione della temperatura (da 350 °C a 300 °C) e quindi della velocità di uscita dei fumi (da 13.19 m/s a 11.18 m/s) porta ad una riduzione dell'innalzamento del pennacchio, ma tale riduzione è stata compensata dalle modifiche strutturali apportate al camino come l'aumento della sua altezza.

6 Conclusioni

Lo studio della variazione della qualità dell'aria di Sarroch, dovuta alle modifiche geometriche ed emissive apportate alla Unità FCC-COBoiler nell'anno 2009, condotto attraverso il confronto dei valori simulati dal modello relativamente allo scenario emissivo costituito da tutte le sorgenti della Raffineria SARAS e della Polimeri Europa, porta a concludere che non ci sono evidenti ed efficaci variazioni della concentrazione di SO_2 in corrispondenza delle quattro centraline di monitoraggio della qualità dell'aria dell'ARPAS, fatta eccezione per la centralina CENSA2. In corrispondenza della CENSA2, infatti, si osserva una diminuzione percentuale pari all'1.5 % tra la prima e la seconda simulazione ed una diminuzione percentuale pari all'1.6 % tra la terza e la quarta simulazione. È importante osservare che la centralina CENSA2 è situata in una posizione strategica al fine di studiare l'evoluzione delle emissioni della raffineria, essa dista circa 1.3 km dalla raffineria ed è esposta ai venti dominanti della zona in studio.

Dai risultati delle simulazioni condotte per studiare le variazioni nella dispersione degli inquinanti dovute al variare della temperatura di uscita dei fumi emessi solamente dal COBoiler nella vecchia e nella nuova configurazione geometrica ed emissiva, si osserva una diminuzione della concentrazione di SO_2 alla centralina CENSA2 pari al 18 %, passando dalla vecchia alla nuova configurazione, mentre alle altre centraline il valore di concentrazione rimane invariato.

Possiamo quindi affermare che l'effetto combinato delle modifiche geometriche ed emissive apportate al camino è stata la riduzione effettiva della concentrazione al suolo della SO_2 , emessa dal COBoiler, al recettore CENSA2.

Bibliografia

- [1] Integrazione all'Allegato D6 della Scheda D della Domanda di Autorizzazione Integrata Ambientale.
- [2] Domanda di Autorizzazione Integrata Ambientale – Scheda .
- [3] R.Sozzi, La Micrometeorologia e la dispersione degli inquinanti in aria, APAT (CTN-ACE).