

Esecuzione Piano di Monitoraggio Odori per *Impianti Industriali Complessi*

*Relatori: Gian Luca Pittoni, Barbara Sergi
Cagliari 12/12/2018*





ARTICOLAZIONE DEL PIANO DI MONITORAGGIO

Il Piano di Monitoraggio è ripartito in due fasi:

FASE1:

Stima, controllo e analisi dell'impatto olfattivo indotto dai processi produttivi

FASE2:

Realizzazione di un sistema di monitoraggio odori in continuo.



PIANO DI MONITORAGGIO ODORI - FASE 1

Stima, controllo e analisi dell'impatto olfattivo indotto dai processi produttivi

OBIETTIVO

La Saras Ricerche e Tecnologie SrL, presenterà l'implementazione e la esecuzione di un piano di monitoraggio odori finalizzato alla individuazione, analisi, stima e controllo degli impatti olfattivi indotti dai processi produttivi di Impianti industriali complessi.

Il Piano di Monitoraggio degli Odori prevede una metodologia basata su un approccio integrato che, mediante lo studio delle sorgenti emissive, l'individuazione dei composti responsabili dell'odore (traccianti) con tecniche strumentali e sensoriali, unitamente alla modellistica per lo studio della dispersione in atmosfera dei composti odorigeni, permette una valutazione dell'impatto olfattivo sui ricettori sensibili indotto dalle sorgenti emissive interne all'Impianto industriale complesso studiato.



PIANO DI MONITORAGGIO ODORI - FASE 1

➤ Caratterizzazione della turbolenza atmosferica mediante lo studio dei valori delle grandezze anemologiche e dei parametri micrometeorologici forniti dalle comuni centraline delle reti di monitoraggio.

➤ Individuazione delle sorgenti di emissione odorigena del sito industriale in studio

➤ Individuazione dei ricettori sensibili

➤ Individuazione dei punti esterni al sito industriale in studio per la definizione del fondo odorigeno ambientale;

➤ Esecuzione del Piano Analitico-Olfattometrico finalizzato alla determinazione e alla caratterizzazione di composti ad impatto odorigeno emessi dalla Raffineria: Esso si articola nelle seguenti attività:

- ❖ prelievo campioni di aria in prossimità delle sorgenti emissive individuate;
- ❖ prelievo campioni di aria in prossimità dei ricettori sensibili;
- ❖ esecuzione analisi olfattometrica ritardata ed esecuzione analisi chimica sui campioni d'aria prelevati, secondo la norma UNI EN 13725:2004;
- ❖ Individuazione dei composti maggiormente responsabili dell'impatto olfattivo;
- ❖ ricerca correlazioni fra le concentrazioni di odore e le concentrazioni chimiche delle sostanze odorigene presenti nei campioni gassosi;
- ❖ analisi olfattometrica della miscela presente nei punti di immissione, eseguita mediante l'utilizzo di olfattometri portatili e olfattometria dinamica (misurazione della concentrazione di odore presente nei punti di immissione finalizzata alla definizione del fondo ambientale del sito in studio).

➤ Studio della dispersione degli odori in atmosfera mediante l'utilizzo di Modelli Matematici di Simulazione. Esso si articola nelle seguenti attività:

- ❖ scelta del Modello Matematico di Simulazione da utilizzare;
- ❖ definizione del modello concettuale;
- ❖ esecuzione della modellazione della dispersione delle sostanze odorigene emesse dalle sorgenti dell'Impianto industriale in studio;
- ❖ valutazione dell'impatto olfattivo simulato mediante il modello.



INDIVIDUAZIONE DEI RICETTORI SENSIBILI



BACK



INDIVIDUAZIONE DEI PUNTI PER LA DEFINIZIONE DEL FONDO ODORIGENO AMBIENTALE



BACK



CARATTERIZZAZIONE DELLA TURBOLENZA ATMOSFERICA

La caratterizzazione è finalizzata a studiare la capacità dispersiva del sito geografico in cui è situato l'Impianto Industriale, oggetto dei monitoraggi, in funzione dell'ora del giorno e della stagione, ancora prima di conoscere l'emissione odorigena reale delle sorgenti e di adottare un modello di dispersione



STUDIO VARIABILI MICROMETEOROLOGICHE DELLA TURBOLENZA ATMOSFERICA FINALIZZATO ALLA PREVISIONE DELLA DISPERSIONE DELL'ODORE

Lo studio delle grandezze che caratterizzano la Turbolenza Atmosferica del PBL (Planetary Boundary Layer), mette in luce la capacità dispersiva delle emissioni odorigene, di un dato sito geografico, ancor prima di conoscere l'emissione reale e di adottare un modello di dispersione.

La caratterizzazione della turbolenza dello strato limite atmosferico, PBL (Planetary Boundary Layer), per l'analisi della dispersione delle emissioni odorigene nell'area di interesse, avviene mediante lo studio dei parametri micrometeorologici quali:

- **Velocità del vento (v)**
- **Temperatura dell'aria (T)**
- **Radiazione globale (R_g)**
- **Radiazione netta (R_n)**
- **Flusso di calore sensibile (Q_h)**
- **Velocità di attrito (u^*)**
- **Lunghezza di Monin-Obukhov (L)**
- **Altezza di miscelamento (MH)**
- **Velocità di scala convettiva (w^*)**

Sarà quindi possibile, ipotizzando delle emissioni di odore sempre costanti nel tempo, prevedere quali siano le aree, circostanti il sito industriale, su cui l'impatto sarà maggiore.



STUDIO VARIABILI MICROMETEOROLOGICHE DELLA TURBOLENZA ATMOSFERICA FINALIZZATO ALLA PREVISIONE DELLA DISPERSIONE DELL'ODORE

Attraverso il presente studio sarà possibile capire quali siano:

•le ore del giorno

•le stagioni

meno favorevoli alla dispersione degli odori.



Per ciascun parametro sarà calcolata la media aritmetica dei valori di quel parametro alla stessa ora dei giorni appartenenti alla medesima stagione.



I risultati di questo studio sono riportati su grafici in cui si mostrano gli andamenti temporali dei parametri di turbolenza e delle variabili meteorologiche in funzione dell'ora del giorno per le diverse stagioni dell'anno in studio.



STUDIO VARIABILI MICROMETEOROLOGICHE DELLA TURBOLENZA ATMOSFERICA FINALIZZATO ALLA PREVISIONE DELLA DISPERSIONE DELL'ODORE



Centralina Rete Locale
Rappresentativa del sito in studio
(Centralina Mobile)

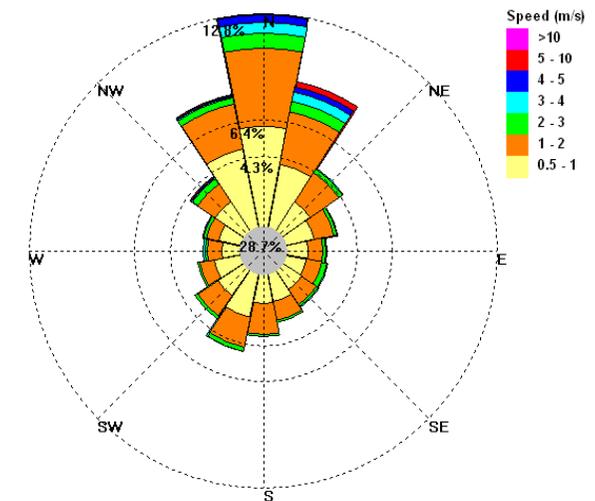
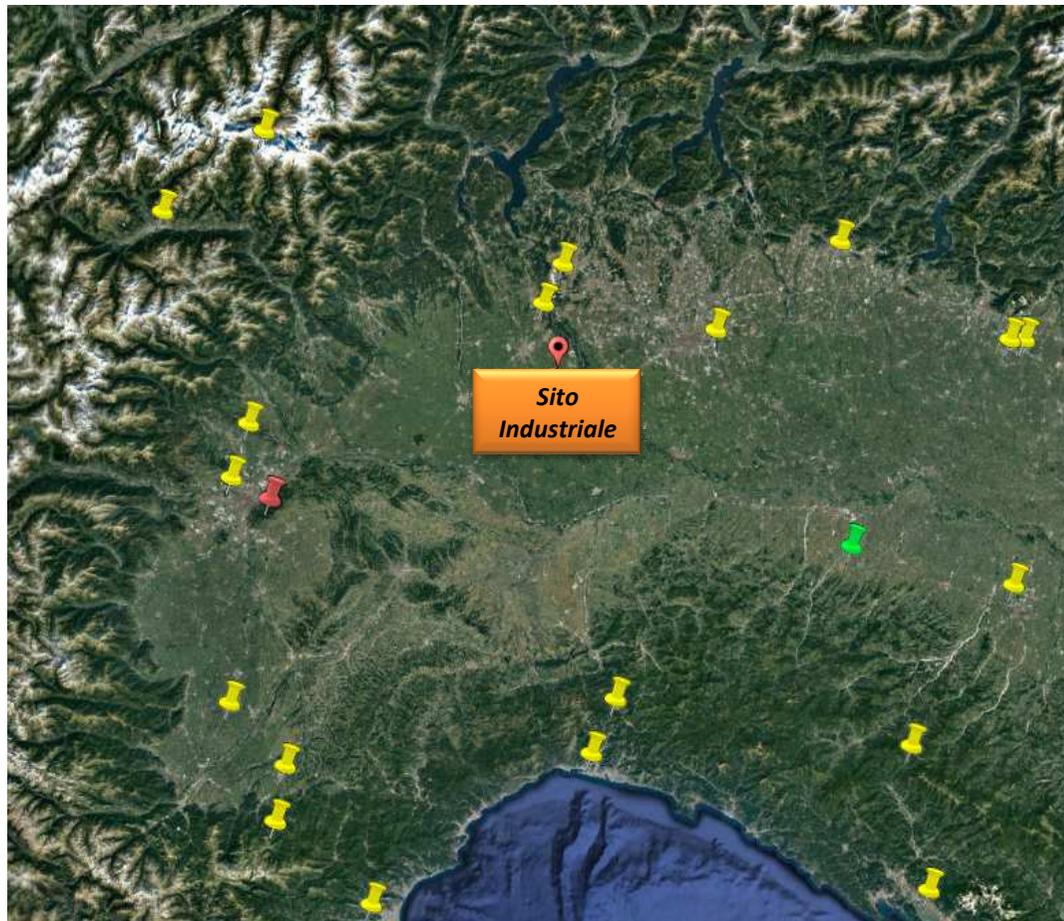


Velocità del vento
Direzione del vento
Temperatura dell'aria
Pressione
Umidità relativa
Radiazione globale
Piovosità



STUDIO VARIABILI MICROMETEOROLOGICHE DELLA TURBOLENZA ATMOSFERICA FINALIZZATO ALLA PREVISIONE DELLA DISPERSIONE DELL'ODORE

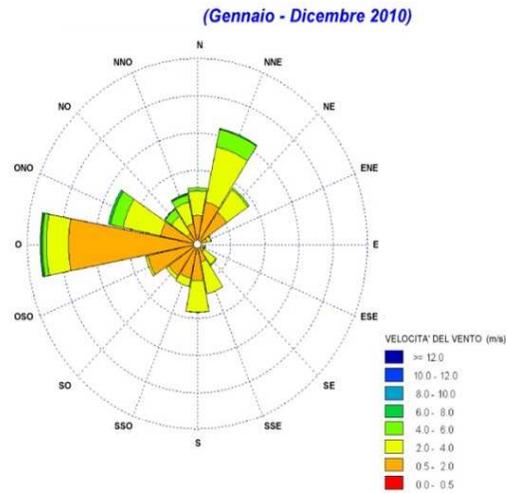
Costruzione file meteorologico per modello di simulazione RAPPRESENTATIVO DEL SITO





STUDIO VARIABILI MICROMETEOROLOGICHE DELLA TURBOLENZA ATMOSFERICA FINALIZZATO ALLA PREVISIONE DELLA DISPERSIONE DELL'ODORE – SCELTA ANNO RAPPRESENTATIVO

Saras Ricerche e Tecnologie S.p.A



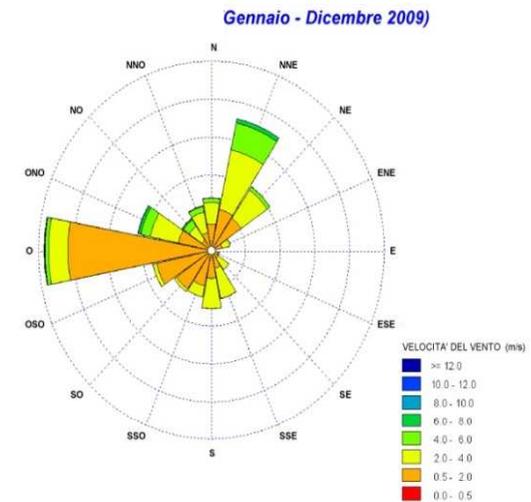
Direzione Vento	Frequenza (%)	Velocità Vettoriale Media (m/s)	Direzione Vettoriale Media
N	5.48	2.11	1° 16' 48"
NNE	13.31	2.61	19° 37' 47"
NE	7.36	2.02	47° 5' 24"
ENE	1.92	1.80	62° 45' 0"
E	0.27	1.54	90° 27' 0"
ESE	1.03	2.59	118° 4' 47"
SE	2.66	2.38	134° 9' 35"
SSE	5.56	2.26	159° 40' 48"
S	7.29	1.95	178° 52' 47"
SSO	4.89	1.45	202° 20' 59"
SO	4.38	1.17	223° 42' 36"
OSO	6.36	1.08	248° 58' 47"
O	18.23	1.55	271° 20' 23"
ONO	11.18	2.51	292° 18' 36"
NO	4.28	2.92	316° 19' 11"
NNO	5.73	2.73	334° 7' 47"
Calma (%)	0.17		
Totale lettura	8666		



Rose dei venti Annuali

1. Settore Provenienza del vento
2. Frequenza Persistenza (%)
3. Velocità vettoriale media (m/s)
4. Direzione Vettoriale Media

Saras Ricerche e Tecnologie S.p.A



Direzione Vento	Frequenza (%)	Velocità Vettoriale Media (m/s)	Direzione Vettoriale Media
N	4.97	2.13	0° 34' 11"
NNE	14.83	2.91	19° 15' 36"
NE	8.00	2.10	46° 57' 36"
ENE	2.55	2.02	62° 1' 12"
E	0.52	1.73	88° 46' 11"
ESE	0.95	2.08	115° 59' 23"
SE	2.47	2.13	135° 31' 12"
SSE	5.29	2.21	159° 48' 0"
S	6.08	1.96	178° 50' 59"
SSO	5.14	1.55	203° 14' 24"
SO	5.01	1.13	223° 49' 11"
OSO	7.05	1.12	248° 48' 36"
O	19.07	1.42	270° 37' 47"
ONO	9.03	2.49	291° 56' 59"
NO	3.90	2.96	317° 0' 0"
NNO	5.05	2.53	335° 3' 36"
Calma (%)	0.36		
Totale lettura	8728		

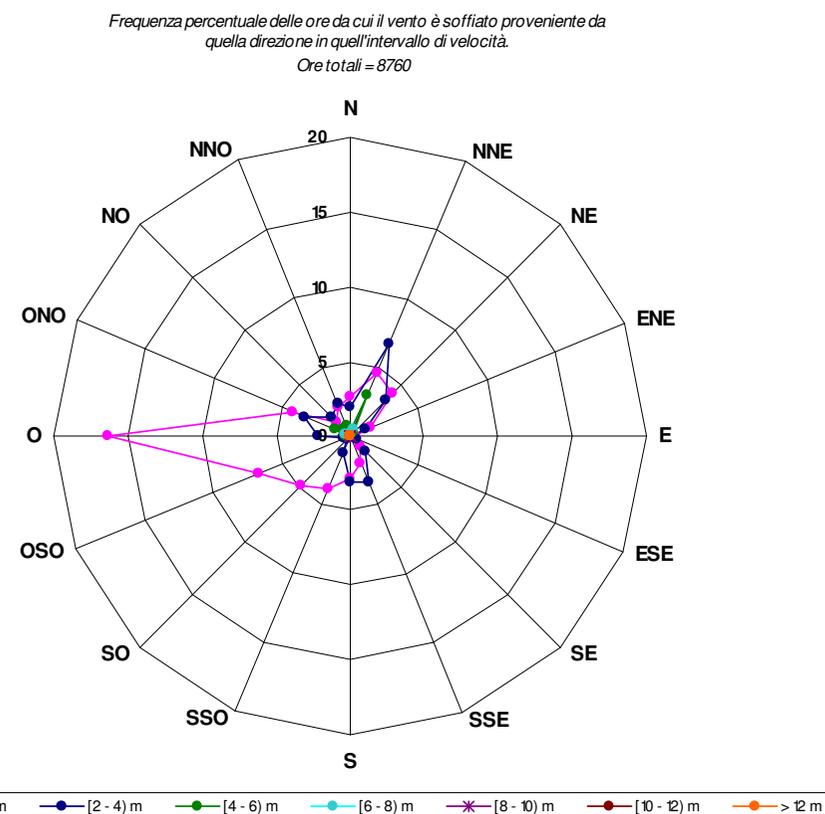
All'interno di ogni settore viene mostrata, con una colorazione diversa, la distribuzione della velocità del vento secondo le classi di velocità. Elevata Frequenza della Persistenza del vento dal Settore Ovest con distribuzione del vento nella classe compresa tra [0.5÷2] m/s.



STUDIO VARIABILI MICROMETEOROLOGICHE DELLA TURBOLENZA ATMOSFERICA FINALIZZATO ALLA PREVISIONE DELLA DISPERSIONE DELL'ODORE

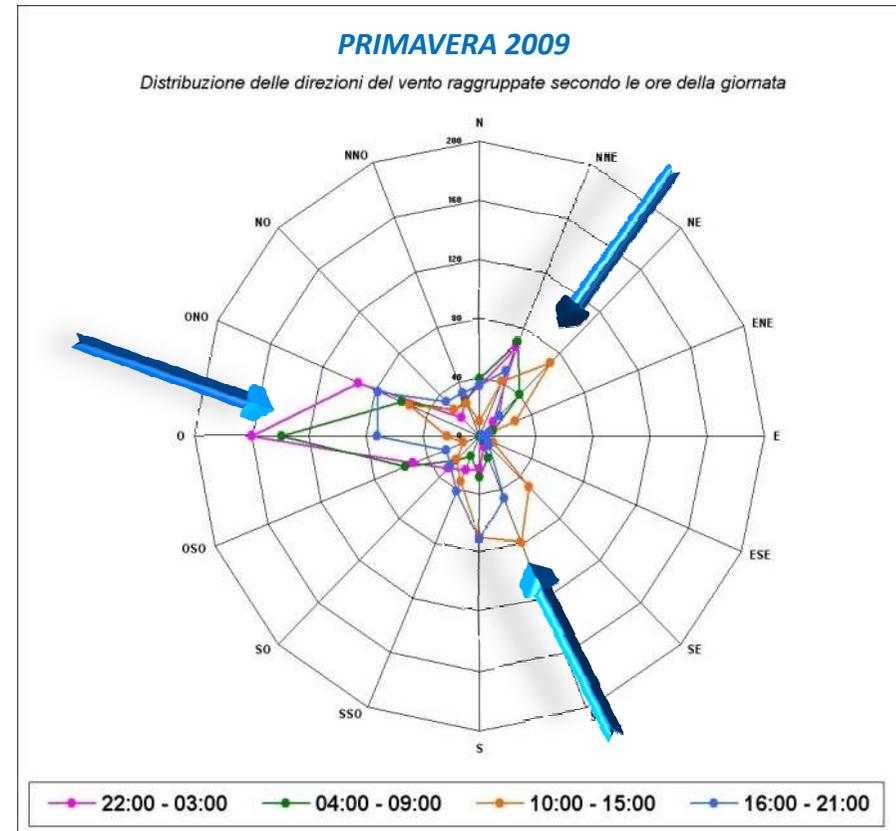
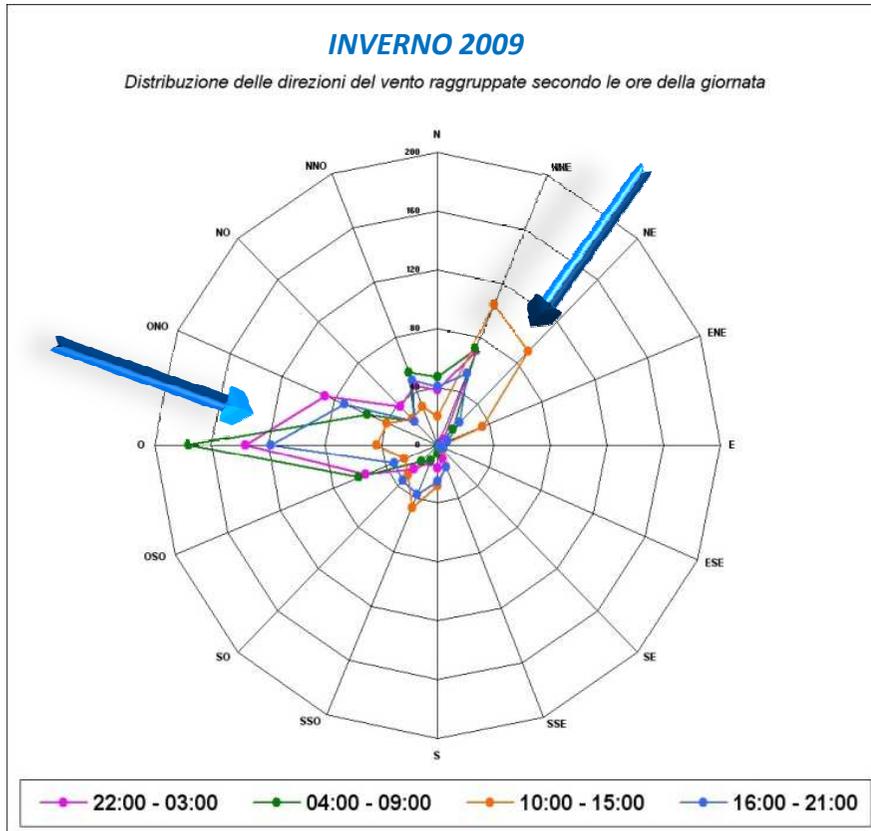
DISTRIBUZIONE DELLE FREQUENZE (%) ANNUALI DELLE CLASSI DI VELOCITA' - ANNO 2009											
SETTORI			classi di velocità (m/s)								
N°	INTERVALLO (gradi)	SIGLA	[0 - 0.5]	[0.5 - 2]	[2 - 4]	[4 - 6]	[6 - 8]	[8 - 10]	[10 - 12]	> 12	TOTALE
1	(348.75, 360] E	N		2.66	1.96	0.31	0.02	0.00	0.00	0.00	4.95
2	(11.25, 38.75]	NNE		4.60	6.72	8.01	0.45	0.00	0.00	0.00	14.78
3	(38.75, 56.25]	NE		4.11	8.46	0.40	0.01	0.00	0.00	0.00	7.98
4	(56.25, 78.75]	ENE		1.44	1.10	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	2.55
5	(78.75, 101.25]	E		0.37	0.15	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53
6	(101.25, 128.75]	ESE		0.48	0.41	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.95
7	(128.75, 146.25]	SE		0.96	1.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.47
8	(146.25, 168.75]	SSE		1.97	8.28	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	5.27
9	(168.75, 191.25]	S		2.91	8.13	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	6.06
10	(191.25, 218.75]	SSO		8.88	1.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.13
11	(218.75, 236.25]	SO		4.66	0.34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.00
12	(236.25, 258.75]	OSO		6.59	0.43	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	7.03
13	(258.75, 281.25]	O		16.32	2.21	0.38	0.02	0.00	0.06	0.01	19.01
14	(281.25, 308.75]	ONO		4.18	8.36	1.13	0.31	0.02	0.00	0.01	9.01
15	(308.75, 326.25]	NO		1.27	1.72	0.73	0.14	0.03	0.00	0.00	8.89
16	(326.25, 348.75]	NNO		2.01	2.28	0.66	0.07	0.01	0.00	0.00	5.03
CALME			0.37								0.37
TOTALE			1.73	58.40	33.31	6.76	1.02	0.07	0.06	0.02	100.00

**Distribuzione Annuale
delle
Classi di Velocità del Vento**





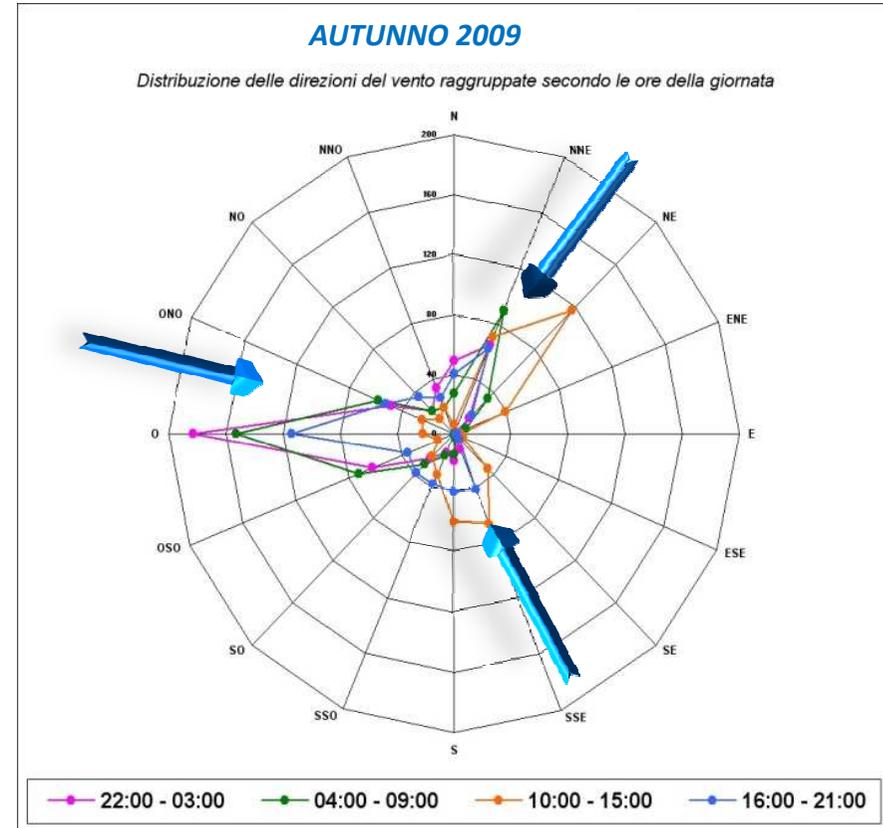
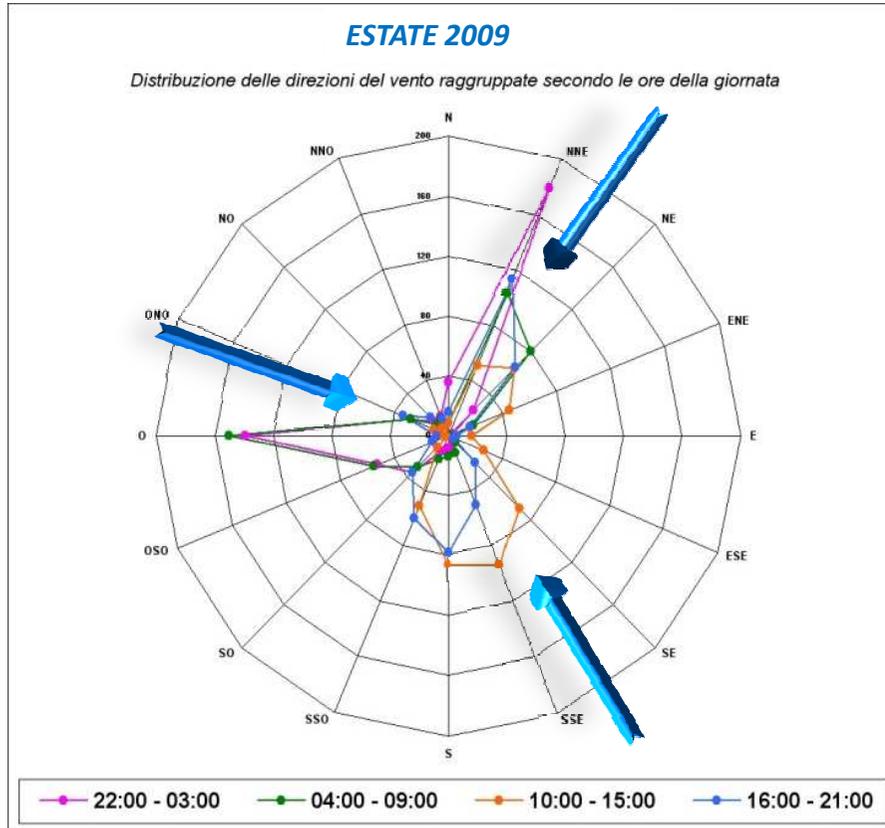
STUDIO VARIABILI MICROMETEOROLOGICHE DELLA TURBOLENZA ATMOSFERICA FINALIZZATO ALLA PREVISIONE DELLA DISPERSIONE DELL'ODORE



*Distribuzioni delle direzioni del vento raggruppate secondo
le ore della giornata*



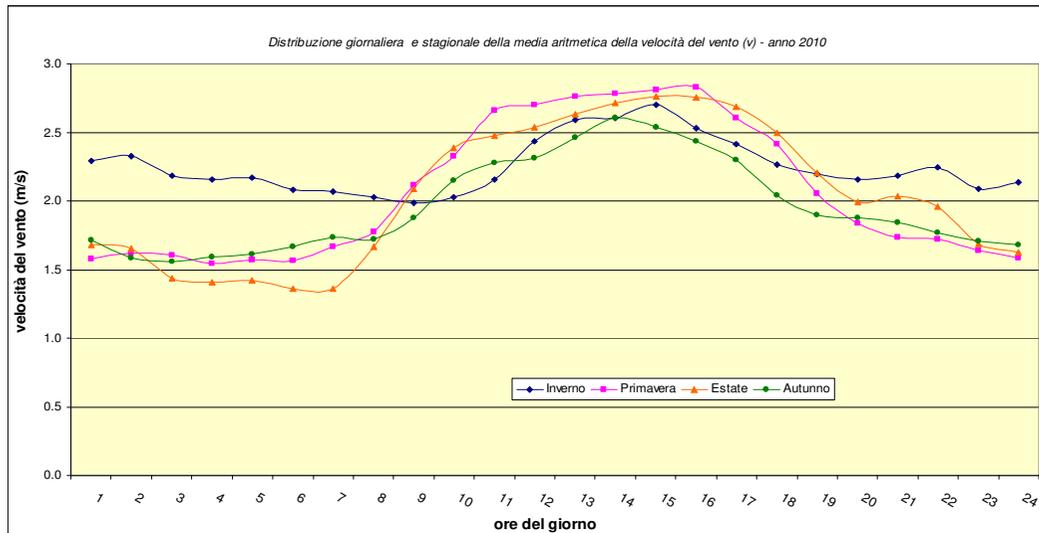
STUDIO VARIABILI MICROMETEOROLOGICHE DELLA TURBOLENZA ATMOSFERICA FINALIZZATO ALLA PREVISIONE DELLA DISPERSIONE DELL'ODORE



Distribuzioni delle direzioni del vento raggruppate secondo le ore della giornata



STUDIO VARIABILI MICROMETEOROLOGICHE DELLA TURBOLENZA ATMOSFERICA FINALIZZATO ALLA PREVISIONE DELLA DISPERSIONE DELL'ODORE

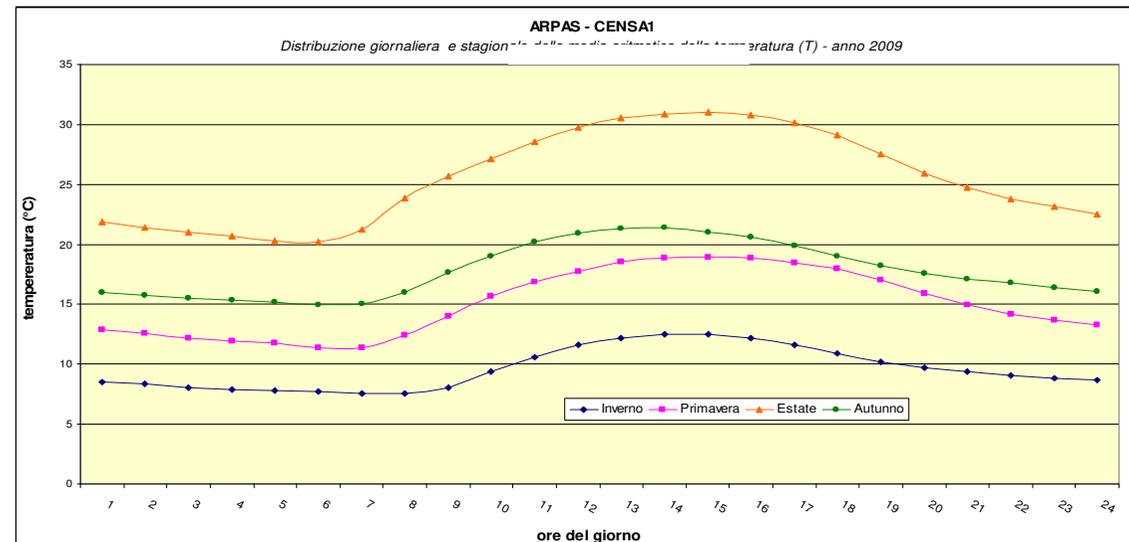


Giorno rappresentativo medio stagionale della VELOCITÀ DEL VENTO (v)

Andamento simile in tutte le stagioni:

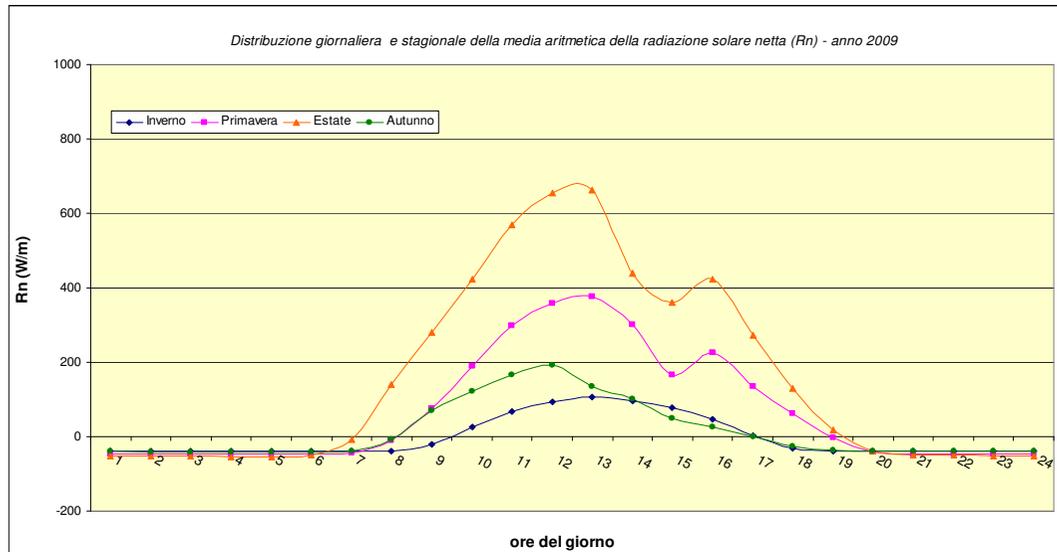
- Plateau inferiore nelle ore notturne e prime ore del mattino;
- Plateau superiore nelle ore centrali del giorno;
- Andamento decrescente nelle ore serali sino al tramonto.

Giorno rappresentativo medio stagionale della TEMPERATURA (T)





STUDIO VARIABILI MICROMETEOROLOGICHE DELLA TURBOLENZA ATMOSFERICA FINALIZZATO ALLA PREVISIONE DELLA DISPERSIONE DELL'ODORE



Giorno rappresentativo medio stagionale della RADIAZIONE NETTA

La R_n è calcolata a partire dai dati sperimentali della R_g (Preprocessore - Relazione semiempirica di Holtslag e Van Ulden).

Il valore negativo tiene conto della sola radiazione infrarossa emessa dal suolo caldo.

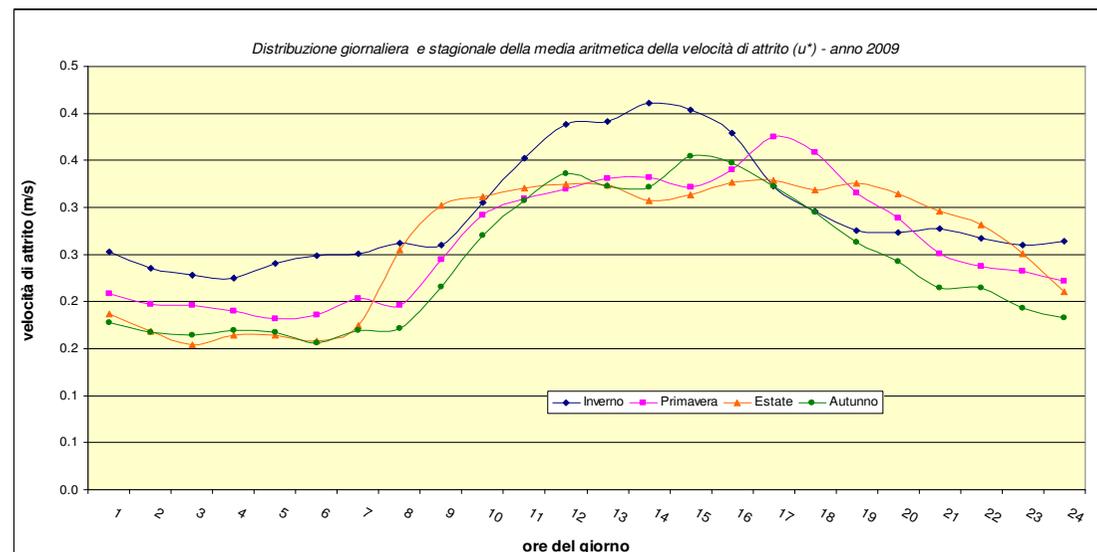
Le irregolarità in primavera ed estate sono il risultato del passaggio di nubi che riducono la componente diretta della radiazione solare.

Giorno rappresentativo medio stagionale della VELOCITÀ DI ATTRITO (u^*)

La u^* è una grandezza di scala dello strato superficiale che fornisce indicazioni sulla entità della turbolenza generata da soli fattori meccanici vicini alla superficie.

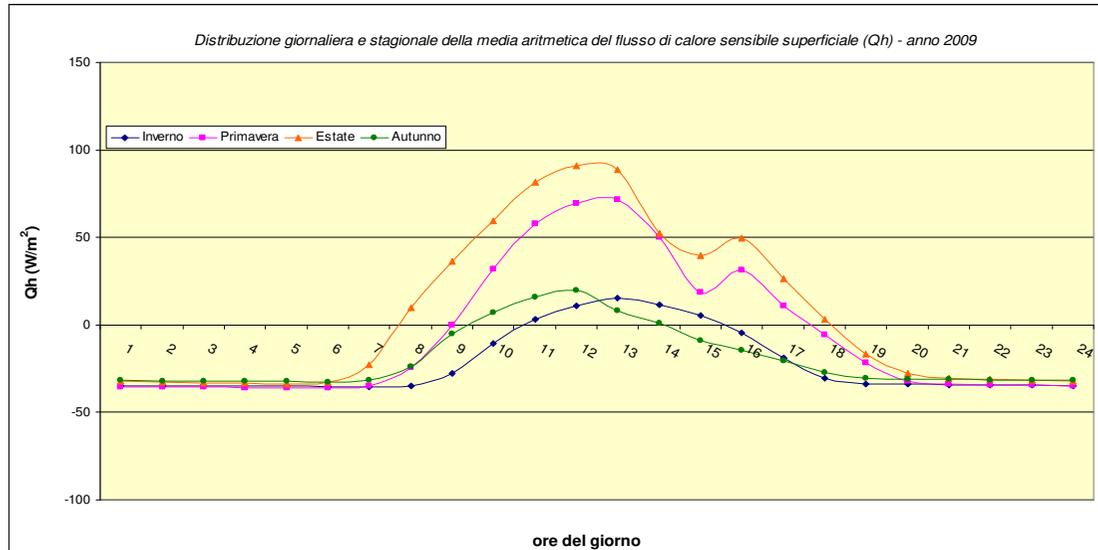
La u^* è sempre positiva, questo perché la turbolenza meccanica è sempre presente e deriva dallo shear del vento (variazione di velocità e direzione del vento con la quota).

- Di notte (PBL stabile) la u^* ricalca il profilo della v .
- Di giorno (PBL instabile) la u^* varia con la crescita della instabilità atmosferica.





STUDIO VARIABILI MICROMETEOROLOGICHE DELLA TURBOLENZA ATMOSFERICA FINALIZZATO ALLA PREVISIONE DELLA DISPERSIONE DELL'ODORE



Giorno rappresentativo medio stagionale della FLUSSO DI CALORE SENSIBILE (Q_h)

Q_h è il parametro che descrive la forzante convettiva ($Q_h = f(R_n, T, u^*)$).

- $Q_h > 0$ nelle situazioni convettive cioè nelle ore diurne soleggiate.
- $Q_h < 0$ nelle situazioni stabili, ore notturne, la turbolenza è di origine meccanica.
- $Q_h = 0$ nelle situazioni adiabatiche corrispondenti alle transizioni da situazioni convettive a stabili e viceversa

La componente convettiva è presente solo quando esiste un adeguato apporto energetico solare.

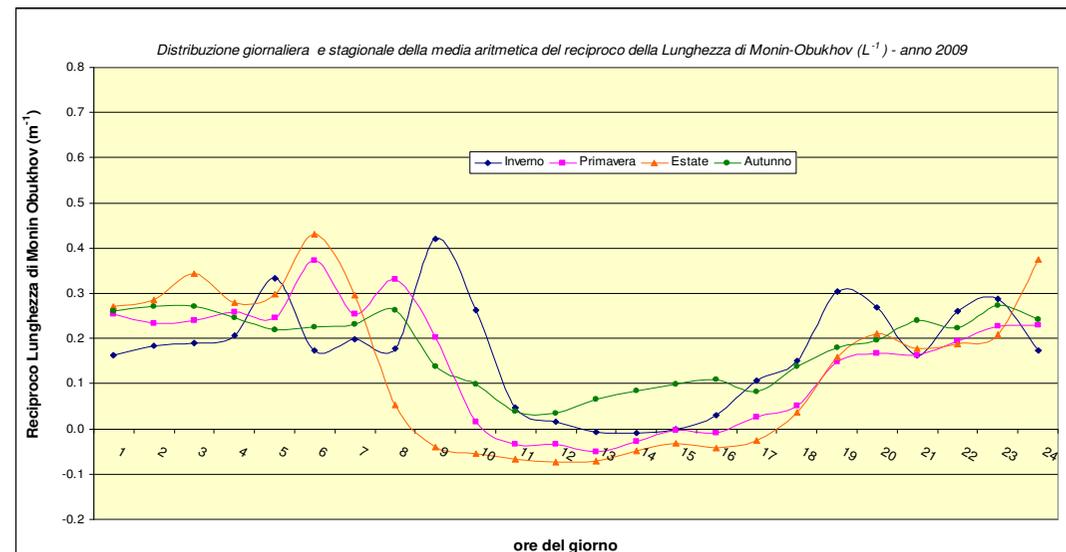
La turbolenza meccanica è sempre presente e costituisce l'unico contributo durante le situazioni adiabatiche e stabili.

Giorno rappresentativo medio stagionale dell' INVERSO DELLA LUNGHEZZA DI M-O (L^{-1})

La lunghezza di M.O. (L) è un parametro di scala utile nello strato superficiale corrispondente al rapporto tra l'intensità della turbolenza prodotta da fattori meccanici (*shear* del vento) e quella di origine convettiva (termiche).

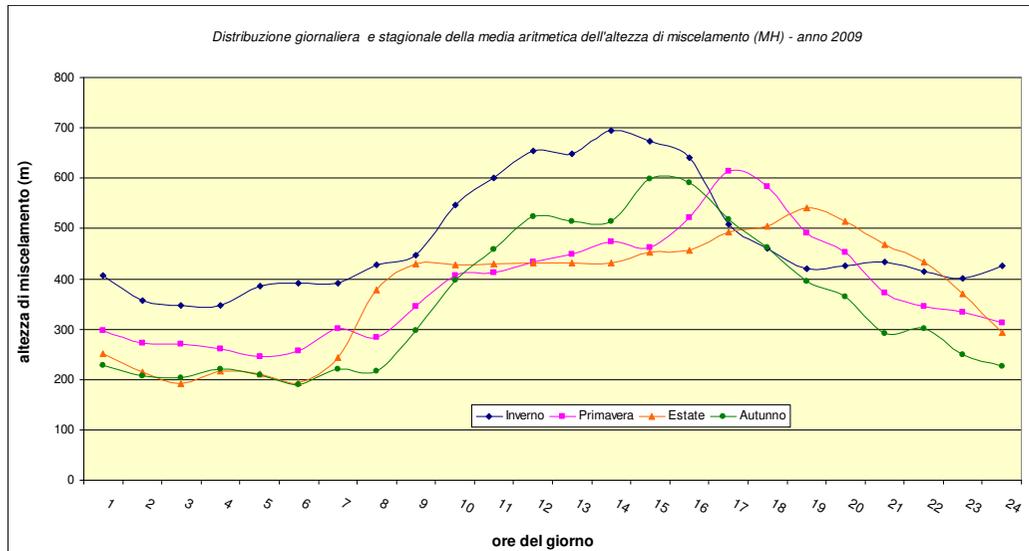
L dipende da u^* e da $1/Q_h$ per cui viene più spesso utilizzato il parametro $1/L$.

- $Q_h > 0$ situazioni convettive $L < 0$
- $Q_h < 0$ situazioni stabili $L > 0$
- $Q_h = 0$ situazioni adiabatiche $|L| = \infty$





STUDIO VARIABILI MICROMETEOROLOGICHE DELLA TURBOLENZA ATMOSFERICA FINALIZZATO ALLA PREVISIONE DELLA DISPERSIONE DELL'ODORE



Giorno rappresentativo medio stagionale della ALTEZZA DI MISCELAMENTO (HM)

HM è l'altezza dello strato rimescolato, rappresenta il parametro più utilizzato per valutare la diffusione degli inquinanti in condizioni di PBL instabile.

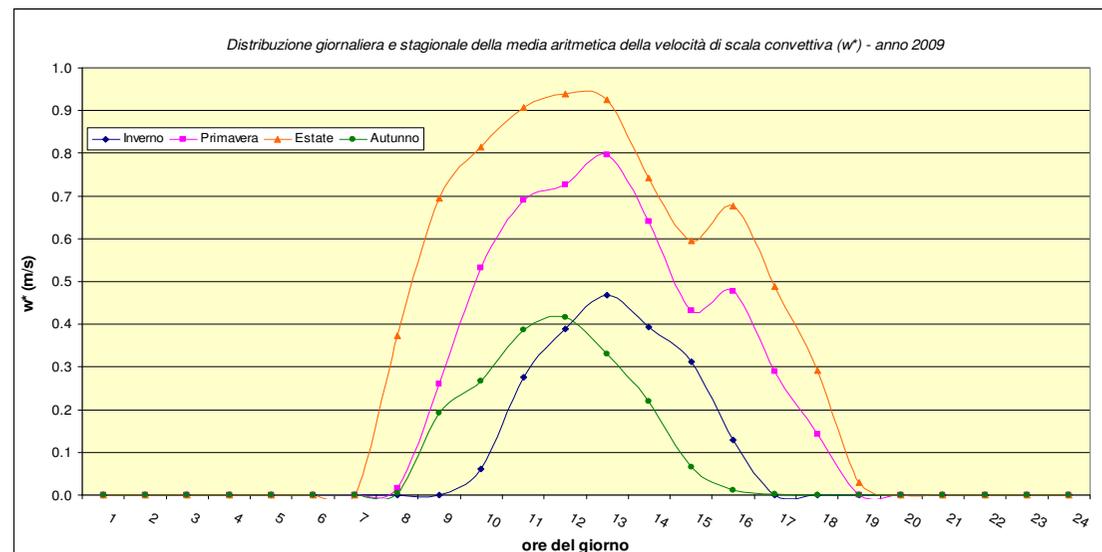
HM coincide con:

- l'altezza del CBL (Strato Limite Convettivo o di mescolamento) durante il giorno (qualche km) - dovuta ai moti convettivi;
- l'altezza dell'SBL (Strato Limite Stabile) durante la notte (poche decine di m) - dovuta a soli fattori meccanici quali lo shear del vento.

Giorno rappresentativo medio stagionale della VELOCITÀ DI SCALA CONVETTIVA (w^*)

Il PBL convettivo è caratterizzato da due velocità di scala tipiche, la velocità di attrito (u^*), che rappresenta la turbolenza generata dallo *shear* del vento, e la velocità convettiva di scala (w^*), che rappresenta la velocità di scala per i moti verticali convettivi.

w^* è definita, nelle sole ore in cui è $Q_h > 0$.
Dipende appunto da Q_h , MH e $1/T$





CONCLUSIONE STUDIO DELLA TURBOLENZA ATMOSFERICA

Dallo studio effettuato si osserva chiaramente che per il centro abitato limitrofo al sito industriale la stagione più critica per la dispersione degli odori è:

- *l'estate*
- in modo significativo le notti estive

pertanto:

il monitoraggio delle emissioni del sito industriale e delle immissioni nelle zone sensibili attorno al sito deve essere effettuata preferibilmente durante l'estate e in particolare nelle notti estive, quale caso peggiore e in inverno quale caso migliore.



ESECUZIONE PIANO ANALITICO – OLFATTOMETRICO

Il piano analitico – olfattometrico è finalizzato alla determinazione dell'impatto odorigeno e alla caratterizzazione dei composti chimici responsabili dell' impatto odorigeno



ESECUZIONE DEL PIANO ANALITICO – OLFATTOMETRICO

OBIETTIVI

- ❖ MISURAZIONE DELLA CONCENTRAZIONE DI ODORE DELLE MISCELE ODORIGENE EMESSE DALLE SORGENTI INTERNE ALL'IMPIANTO INDUSTRIALE E DELLE MISCELE ODORIGENE CAMPIONATE IN PROSSIMITÀ DEI RICETTORI SENSIBILI;
- ❖ VALUTAZIONE DEL FONDO ODORIGENO AMBIENTALE NELLE ZONE LIMITROFE ALL'IMPIANTO INDUSTRIALE;
- ❖ CARATTERIZZAZIONE ANALITICA DELLE MISCELE ODORIGENE EMESSE DALLE SORGENTI INTERNE ALL'IMPIANTO INDUSTRIALE E DELLE MISCELE ODORIGENE CAMPIONATE IN PROSSIMITÀ DEI RICETTORI SENSIBILI;
- ❖ VERIFICA DELL'ASSENZA, TRA I COMPOSTI ANALIZZATI, DI COMPOSTI AD IMPATTO TOSSICOLOGICO;
- ❖ DEFINIZIONE DEL POTERE OSMOGENO DEI SINGOLI COMPOSTI CHIMICI PRESENTI NELLE MISCELE D'ARIA CAMPIONATE ED INDIVIDUAZIONE DELLE CLASSI DI COMPOSTI MAGGIORMENTE RESPONSABILI DELL'IMPATTO OLFATTIVO;
- ❖ VERIFICA DELLA PRESENZA CONTEMPORANEA DI COMPOSTI CHIMICI RILEVATI NELLE MISCELE EMESSE DALLE SORGENTI E NELLE MISCELE D'ARIA AMBIENTE CAMPIONATE NEI RICETTORI SENSIBILI, FINALIZZATA ALLA INDIVIDUAZIONE DI EVENTUALI COMPOSTI CHIMICI TRACCIANTI DELLE ATTIVITÀ PRODUTTIVE DELL'IMPIANTO INDUSTRIALE SOTTOPOSTO AL MONITORAGGIO.



ESECUZIONE DEL PIANO ANALITICO – OLFATTOMETRICO

MACROATTIVITA'

1. *esecuzione campionamento per olfattometria ritardata* per la determinazione della concentrazione di odore delle miscele osmogene emesse dalle sorgenti interne alla Raffineria e campionate in prossimità dei Ricettori Sensibili;
2. *esecuzione campionamento per olfattometria diretta con olfattometro portatile e per olfattometria ritardata* per la valutazione del fondo odorigeno ambientale del sito in studio;
3. *esecuzione campionamento per caratterizzazione chimica* negli stessi punti in cui è stato eseguito il campionamento per l'olfattometria ritardata di cui al punto 1;
4. *esecuzione analisi olfattometrica ritardata* delle miscele osmogene sui campioni d'aria di cui al punto 1 di questo elenco;
5. *esecuzione analisi olfattometrica diretta con olfattometro portatile*;
6. *esecuzione analisi chimica delle miscele osmogene* di cui al punto 3 di questo elenco;
7. *valutazione del potere osmogeno dei composti chimici presenti nelle miscele campionate*;
8. *Individuazione dei composti o delle classi di composti maggiormente responsabili dell'impatto olfattivo.*



ESECUZIONE DEL PIANO ANALITICO – OLFATTOMETRICO

SCelta METODO DI CAMPIONAMENTO PER ANALISI OLFATTOMETRICHE

La scelta del metodo di campionamento da utilizzare per le analisi olfattometriche dipende dal tipo di olfattometria da applicare. Si possono prendere in considerazione due tipi di olfattometria (UNI EN 13725:2004):

- ❖ **olfattometria diretta** (Misurazione delle concentrazioni di odore senza alcun ritardo temporale tra l'operazione di campionamento e le misurazioni; equivalente al campionamento dinamico o all'olfattometria in linea);
- ❖ **olfattometria ritardata** (misurazione di un odore con un ritardo temporale tra il campionamento e la misurazione. Il campione di odore è conservato in un contenitore appropriato).

Pertanto, esistono due metodi di campionamento:

- ✓ **campionamento dinamico per olfattometria diretta** - il campione è convogliato direttamente all'olfattometro, senza conservazione in un contenitore di campioni
- ✓ **campionamento per olfattometria ritardata** - il campione è raccolto e trasferito in un contenitore di campioni per l'analisi mediante olfattometria ritardata.

Le sorgenti emissive interne agli Impianti Industriali sono tali per cui la concentrazione di odore può variare nel tempo. Inoltre, esse presentano difficoltà oggettive per l'applicazione dell'olfattometria diretta; per questa ragione spesso si utilizza il **campionamento per olfattometria ritardata**.



ESECUZIONE DEL PIANO ANALITICO – OLFATTOMETRICO

GENERALITA' SUL CAMPIONAMENTO PER OLFATTOMETRIA RITARDATA

I campionamenti finalizzati all'olfattometria vengono realizzati secondo le procedure indicate nella norma UNI EN 13725:2004 ed in linea con quanto riportato nella Linea Guida Lombardia (D.g.r. 15 febbraio 2012 - n. IX/3018 Determinazioni generali in merito alla caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera derivanti da attività a forte impatto odorigeno).

❖ **I materiali** di campionamento impiegati per la raccolta specifica e dedicati alla determinazione olfattometrica, devono soddisfare requisiti di assenza di odore, inerzia chimica, bassa capacità di assorbimento nei confronti degli odoranti, bassa permeabilità, opacità, se i composti da analizzare sono fotosensibili. Infine debbono essere maneggevoli e resistenti a sforzi meccanici

❖ **I dispositivi** utilizzati per il campionamento debbono essere progettati in modo da non perturbare la miscela osmogena campionata.



ESECUZIONE DEL PIANO ANALITICO – OLFATTOMETRICO

GENERALITA' SUL CAMPIONAMENTO PER OLFATTOMETRIA RITARDATA

ESEMPIO MATERIALI IDONEI PER CAMPIONAMENTO MISCELE OSMOGENE

Le sostanze che caratterizzano gli odori sono presenti in bassissime concentrazioni e tendono ad adsorbirsi sui contenitori in cui sono intrappolati. Per questi motivi le miscele osmogene vengono campionate in

- ✓ **contenitori d'acciaio inossidabile silanizzato tipo canister**
- ✓ **sacchetti di campionamento costituiti da alcuni polimeri plastici idonei che soddisfano i requisiti precedenti:**
 - ✓ **Teflon** (copolimeri di tetrafluoroetileneesafluoropropilene)
 - ✓ **Tedlar** (PVF-polivinilfluoruro)
 - ✓ **Nalophan™** (NA-copolimeri dell'estere politereftalico).

I tubi utilizzati per convogliare le miscele campionate e i raccordi conseguenti debbono essere costituiti da materiali che soddisfano i requisiti citati.



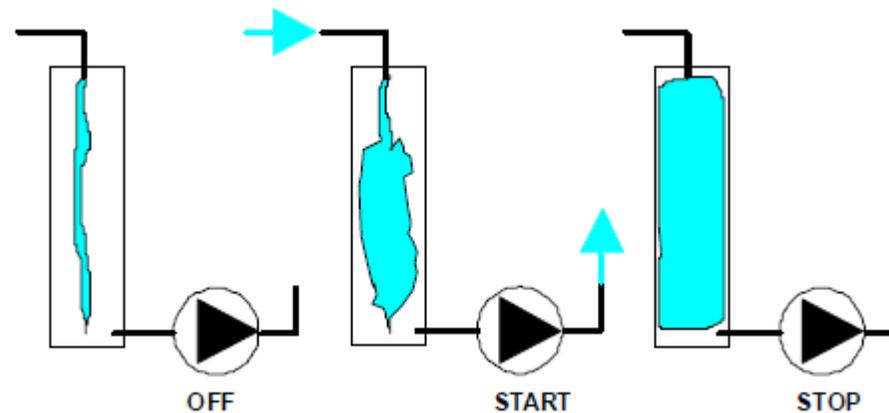
ESECUZIONE DEL PIANO ANALITICO – OLFATTOMETRICO

GENERALITA' SUL CAMPIONAMENTO PER OLFATTOMETRIA RITARDATA

DISPOSITIVI IDONEI PER CAMPIONAMENTO MISCELE OSMOGENE

Se l'aeriforme da campionare non è in pressione i dispositivi di campionamento si basano sul "principio del polmone".

Esso prevede che un sacchetto di campionamento adatto per miscele odorigene sia collocato in un contenitore rigido da cui l'aria è rimossa mediante una pompa a vuoto; la depressione nel contenitore fa sì che il sacchetto si riempia con un volume di campione pari a quello che è stato rimosso dal contenitore stesso.





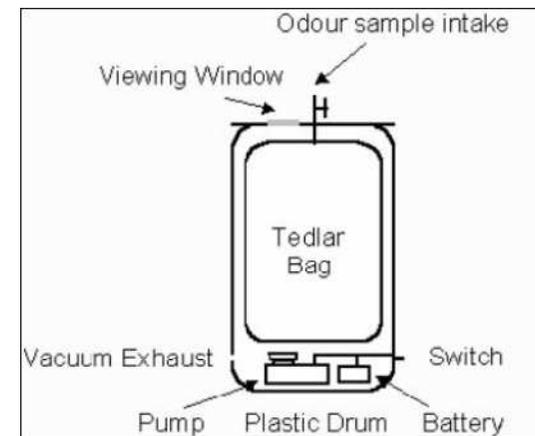
ESECUZIONE DEL PIANO ANALITICO – OLFATTOMETRICO

GENERALITA' SUL CAMPIONAMENTO PER OLFATTOMETRIA RITARDATA

ESEMPIO DISPOSITIVI IDONEI PER CAMPIONAMENTO MISCELE OSMOGENE

Dispositivo VAC-U-Chamber™

un sacchetto di Nalophan™ è collocato in un contenitore rigido, l'aria è rimossa dal contenitore utilizzando una pompa a vuoto; la depressione nel contenitore fa sì che il sacchetto si riempia con un volume di campione pari a quello che è stato rimosso dal contenitore.





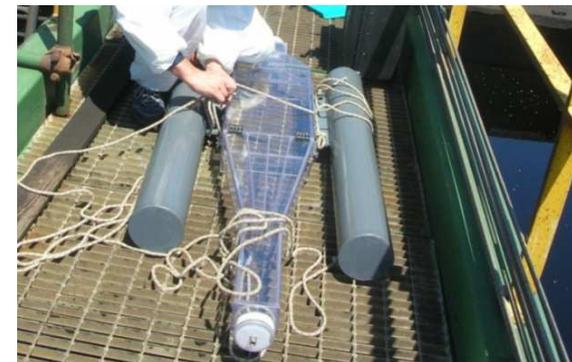
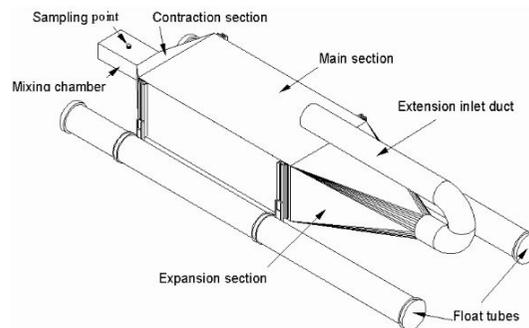
ESECUZIONE DEL PIANO ANALITICO – OLFATTOMETRICO

GENERALITA' SUL CAMPIONAMENTO PER OLFATTOMETRIA RITARDATA

ESEMPIO DISPOSITIVI IDONEI PER CAMPIONAMENTO MISCELE OSMOGENE

Dispositivo WIND TUNNEL

simula la condizione di flusso parallelo senza rimescolamento verticale: una corrente di aria orizzontale raccoglie i composti odorigeni volatilizzati che generano l'emissione di odore. Viene utilizzato per il prelievo dei campioni osmogeni dalle superfici liquide o solide che non hanno un flusso attivo, come p.e. le vasche del sistema di trattamento acque di raffineria.





ESECUZIONE DEL PIANO ANALITICO – OLFATTOMETRICO

PROCEDURE DI CAMPIONAMENTO

Esse dipendono dal tipo di emissione e dal tipo di sorgente:

- **ARIA AMBIENTE** – p.e. emissioni puntuali dai serbatoi a tetto fisso, per le emissioni fuggitive dalle Unità di impianto e per le emissioni diffuse dai serbatoi a tetto galleggiante e dalle Pensiline di Carico e Scarico prodotti. Il dispositivo di campionamento utilizzabile è la VAC-U-Chamber™
- **SORGENTI AREALI PASSIVE** – p.e. emissioni diffuse dalle superfici delle vasche del sistema di trattamento acque di Raffineria. Il campionamento può essere condotto mediante la combinazione dei dispositivi Wind Tunnel e VAC-U-Chamber™.

La procedura “ARIA AMBIENTE” viene utilizzata, inoltre, per campionare le miscele osmogene nei punti prossimi ai Ricettori Sensibili.



ESECUZIONE DEL PIANO ANALITICO – OLFATTOMETRICO

CAMPIONAMENTO PER VALUTAZIONE FONDO ODORIGENO AMBIENTALE

Olfattometro portatile SM100
Esso è dotato di un sistema di diluizione automatizzato gestito da microprocessore e controllato tramite l'applicazione SM100i per Android





ESECUZIONE DEL PIANO ANALITICO – OLFATTOMETRICO

CAMPIONAMENTO PER ANALISI CHIMICHE

1. CANISTER PER I COMPOSTI ORGANICI SOLFORATI
2. RADIELLO PER H₂S
3. RADIELLO PER COV
4.



ESECUZIONE DEL PIANO ANALITICO – OLFATTOMETRICO

SISTEMI DI CAMPIONAMENTO PER ANALISI CHIMICHE

Radiello per
COV e H₂S



PASSIVO

Canister per i
composti
organici solforati



ATTIVO



ESECUZIONE DEL PIANO ANALITICO – OLFATTOMETRICO

SISTEMA DI PULIZIA E DI DILUIZIONE DEI CANISTER



La pulizia consiste in una serie di cicli di riempimento con azoto e successivo svuotamento.

L'evacuazione avviene in due fasi, la prima utilizza una pompa a diaframma, la seconda una pompa turbomolecolare che riduce il vuoto a valori di 30 mTorr.

Durante la pulizia, la temperatura dei canister è innalzata fino a 100°C mediante l'applicazione di apposite fasce riscaldanti, per eliminare composti organici semivolatili.



ESECUZIONE DEL PIANO ANALITICO – OLFATTOMETRICO

ANALISI OLFATTOMETRICHE

Il metodo di olfattometria dinamica (UNI EN 13725:2004), è riconosciuto dalla Commissione Europea come metodo ufficiale per la determinazione della concentrazione di odore in campioni gassosi.



Il metodo si basa sull'impiego di un gruppo di individui (esaminatori) che fungono da "sensori". Ogni esaminatore è addestrato e selezionato (con criteri sensoriali e comportamentali) secondo le prescrizioni della norma UNI EN 13725:2004.



ESECUZIONE DEL PIANO ANALITICO – OLFATTOMETRICO

Nel primo semestre del 2016 la SARTEC ha realizzato la camera olfattometrica che completa il Laboratorio Olfattometrico SARTEC ed è attualmente il primo Laboratorio Olfattometrico completo esistente in Sardegna.

Il Laboratorio Olfattometrico SARTEC è dotato di un olfattometro a diluizione dinamica Scentroid mod SS600 con 6 postazioni in cui 6 rinoanalisti vengono utilizzati come sensori.





ESECUZIONE DEL PIANO ANALITICO – OLFATTOMETRICO

ANALISI CHIMICHE

SISTEMA DI ANALISI GC/MS ACCOPPIATA A DESORBITORE TERMICO DOTATO DI CRIOFOCALIZZATORE PER COV





ESECUZIONE DEL PIANO ANALITICO – OLFATTOMETRICO

ANALISI CHIMICHE

SPETTROFOTOMETRO PER H₂S

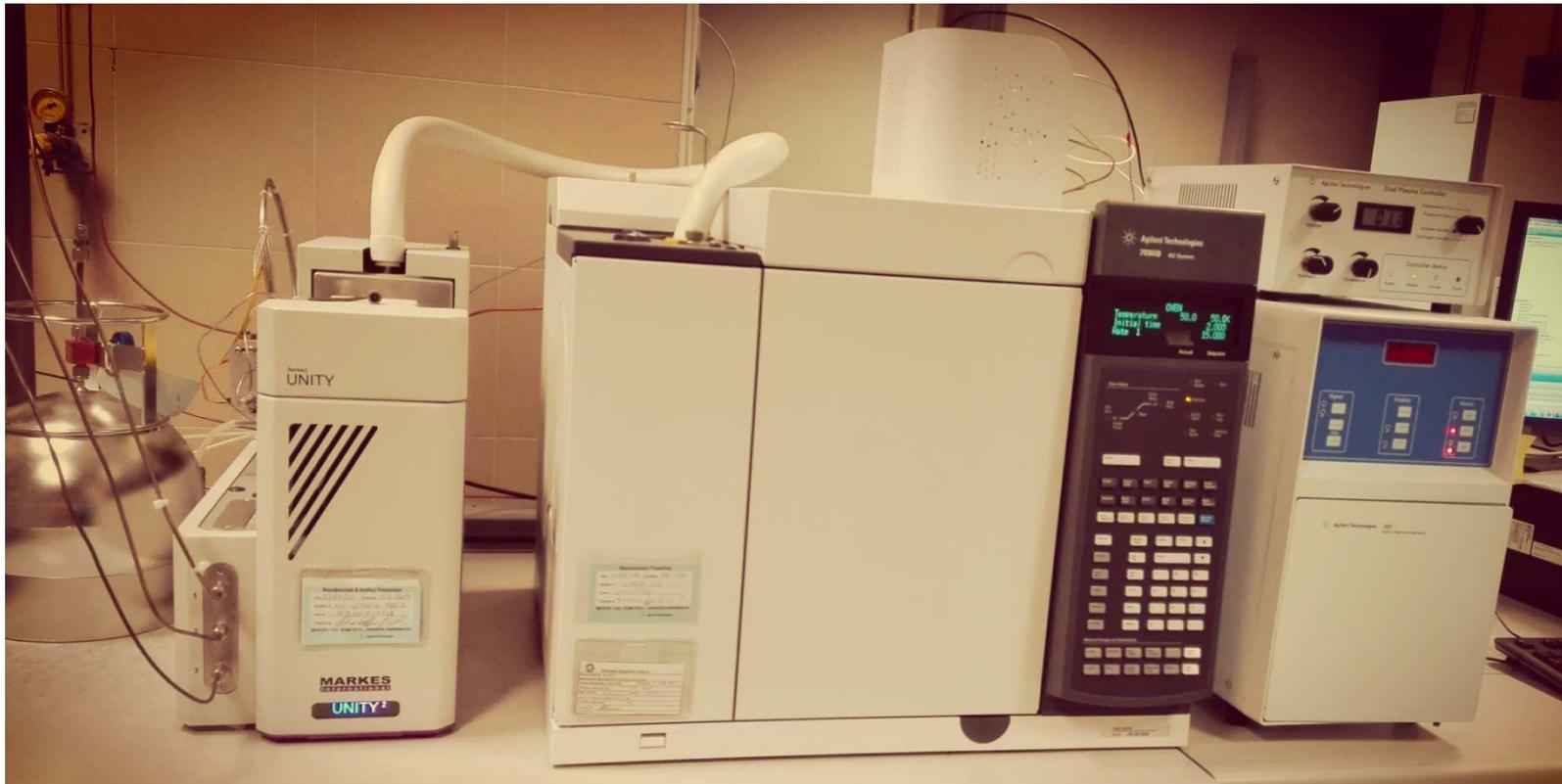




ESECUZIONE DEL PIANO ANALITICO – OLFATTOMETRICO

ANALISI CHIMICHE

SISTEMA DI ANALISI GC/SCD ACCOPPIATA A DESORBITORE TERMICO
DOTATO DI CRIOFOCALIZZATORE PER COMPOSTI ORGANICI SOLFORATI





ESECUZIONE DEL PIANO ANALITICO – OLFATTOMETRICO

RISULTATI CARATTERIZZAZIONE CHIMICA

COV (GC/MS)	ppmV	Formula	OT [ppmV]	Mol. Weight	CAS
Benzaldehyde	0,000059	C7H6O	0,0417	106	100-52-7
Benzene, propyl-	0,000015	C9H12	0,17	120	103-65-1
Benzene, 1-ethyl-2-methyl-	0,000056	C9H12	0,17	120	611-14-3
Benzene, 1-ethyl-3-methyl	0,000024	C9H12	0,17	120	620-14-4
Benzene, 1,2,4-trimethyl-	0,000050	C9H12	0,12	120	95-63-6
Benzene, 1-ethyl-4-methyl	0,000036	C9H12	0,17	120	622-96-8
Benzene, 1-methyl-2-(1methylethyl)	0,000013	C10H14	0,17	134	527-84-4
Benzene, 1,3,5-trimethyl-	0,000079	C9H12	0,12	120	108-67-8
Benzene, 1,3-diethyl-	0,000008	C10H14	0,07	134	141-93-5
Acetophenone	0,000061	C8H8O	0,44	120	98-86-2
Benzene, 2-ethyl-1,4- dimethyl	0,000065	C10H14	n.d.	134	1758-88-9

Composti Solforati (GC-SCD/Spettroscopia UV Visibile)	ppbV	formula	OT [ppbV]	Mol.weight	CAS
Carbonyl Sulfide	<0,32	COS	55	60	463-58
Methyl Mercaptan	<0,43	CH4S	0,07-4	48	74-93-1
Ethyl Mercaptan	<0,20	C2H6S	0,0087-2	62	75-08-1
Dimethyl Sulfide	0,18	C2H6S	2,2-300	62	75-18-3
Propyl Mercaptane	<0,18	C3H8S	0,013	76	107-03-9
n-Butyl Mercaptane	<0,16	C4H10S	0,0028	90	109-79-5
Diethyl Sulfide	<0,18	C4H10S	0,033	90	352-93-2
n-Amyl Mercaptane	<0,21	C5H12S	0,00078	104	110-66-7
Hydrogen Sulfide	<0,90	H2S	3,0-20	34	7783-06-4



ESECUZIONE DEL PIANO ANALITICO – OLFATTOMETRICO

ANALISI DEI DATI

VALUTAZIONE DEL POTERE OSMOGENO DEI COMPOSTI CHIMICI PRESENTI NELLE MISCELE CAMPIONATE

Il potere osmogeno dei composti chimici rilevati viene valutato mediante due parametri adimensionali:

1. **Odour Index (OI)** - indicativo della capacità di diffusione (diffusività o volatilità) di una singola sostanza. E' definito come il rapporto tra la tensione di vapore P_{vap_i} della i -esima sostanza, espressa in ppmV (assumendo che 1 atmosfera corrisponda a 10^6 ppmV) e la soglia di percettibilità $O.T._{100\%_i}$ (Odour Threshold Concentration al 100%)

$$O.I. = \frac{P_{vap_i}}{OT_{100\%_i}}$$

2. **Odor Activity Value (OAV)** - fornisce una indicazione del contributo che la sostanza i -esima, presente nella miscela odorigena analizzata, dà alla concentrazione di odore della miscela misurata mediante l'olfattometria dinamica; più elevato è il valore di OAV di una sostanza e maggiore è il suo contributo. E' definito come il rapporto tra la concentrazione C_i dell' i -esimo composto e il suo rispettivo $OT_{50\%_i}$:

$$OAV_i = \frac{C_i}{OT_{50\%_i}}$$



ESECUZIONE DEL PIANO ANALITICO – OLFATTOMETRICO

ANALISI DEI DATI

VALUTAZIONE DEL POTERE OSMOGENO DEI COMPOSTI CHIMICI PRESENTI NELLE MISCELE CAMPIONATE

I composti rilevati nelle miscele odorigene campionate vengono raggruppati in base a tre classi di **OI**:

1. **OI < 10⁴** - composti poco odorosi
2. **10⁴ < OI < 10⁶** - composti mediamente odorosi
3. **OI > 10⁶** - composti odorosi

e vengono evidenziati quelli con una concentrazione superiore al limite di rilevabilità tale da mostrare un valore del parametro OAV superiore ad 1.



ESECUZIONE DEL PIANO ANALITICO – OLFATTOMETRICO

INDIVIDUAZIONE DEI COMPOSTI MAGGIORMENTE RESPONSABILI DELL'IMPATTO OLFATTIVO

DISCUSSIONE RISULTATI ANALISI DATI

Nel Ricettore Sensibile 1 l'analisi dei dati non mostra alcun composto che abbia superato la rispettiva OT, sebbene la concentrazione di odore misurata sia pari a 65 ou_E/m³. Le cause possibili sono:

1. L'analisi chimica non ha preso in considerazione qualche altro composto chimico oltre a quelli ricercati
2. Esiste una interferenza costruttiva (effetto sinergico) tra i composti presenti in concentrazioni inferiori alle rispettive OT

Nel Ricettore Sensibile 2 è possibile asserire che il composto Butanoic Acid è sicuramente responsabile dell'impatto olfattivo misurato ma potrebbe non essere l'unico.

RICETTORI SENSIBILI	O.I. (LOW) <10 ⁴	O.I. (intermediate) <10 ⁴ - <10 ⁶	O.I. (High) <10 ⁶	Cod (Odor Concentration) ouE/m ³
Ricettore Sensibile 1	-	-	-	65
Ricettore Sensibile 2	-	Butanoic Acid (OAV=4.18)	-	60
Ricettore Sensibile 3	-	Pentanoic Acid (OAV=1.09)	-	39
Ricettore Sensibile 4	-	-	-	44

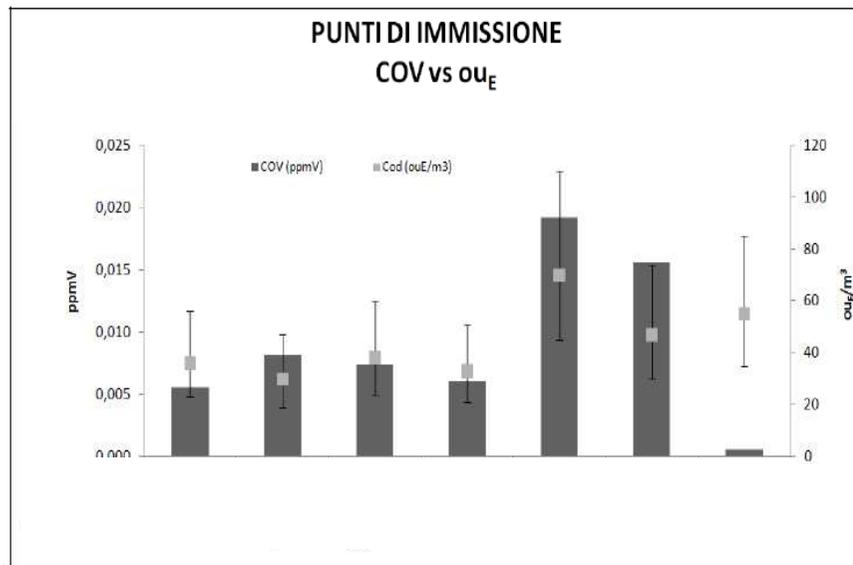
L'analisi dei dati deve tenere conto del Fondo Odorigeno Ambientale del sito in cui è ubicato l'Impianto Industriale



ESECUZIONE DEL PIANO ANALITICO – OLFATTOMETRICO

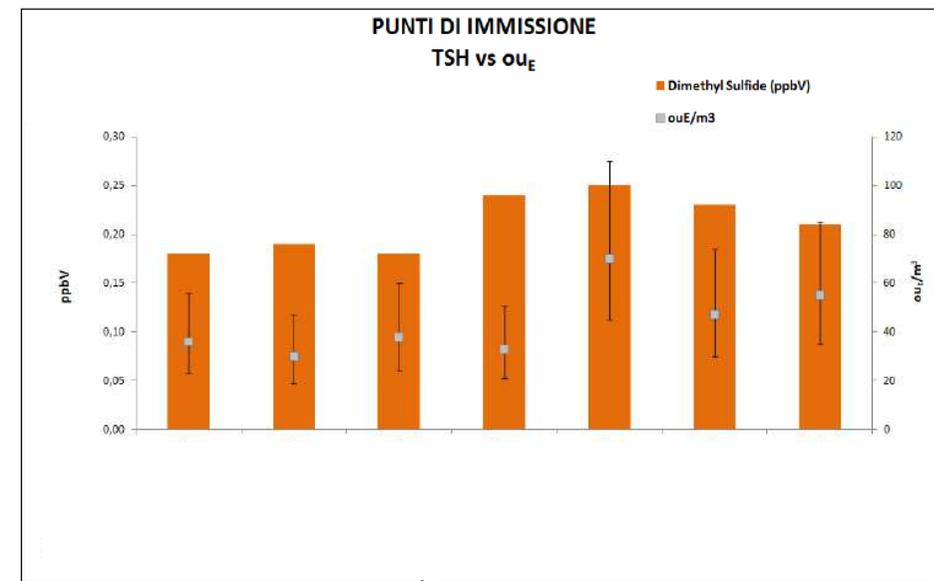
INDIVIDUAZIONE DELLE CLASSI DI COMPOSTI MAGGIORMENTE RESPONSABILI DELL'IMPATTO OLFATTIVO

Al fine di approfondire lo studio dell'impatto odorigeno si è proceduto verificando l'esistenza di una possibile correlazione tra i dati ottenuti dall'analisi chimica e quelli ottenuti dall'analisi olfattometrica (Ricerca composti TRACCIANTI delle attività produttive dell'Impianto Industriale).



**Concentrazione COV
vs
Concentrazione Odore
(Ricettori Sensibili)**

BACK



**Concentrazione TSH
vs
Concentrazione Odore
(Ricettori Sensibili)**



STUDIO DELLA DISPERSIONE DEGLI ODORI IN ATMOSFERA



STUDIO DELLA DISPERSIONE DEGLI ODORI IN ATMOSFERA

I Modelli Matematici di Simulazione utilizzati trattano gli odori analogamente ai classici inquinanti atmosferici, richiedendo in input il flusso specifico di odore emesso dalla/e sorgente/i (ouE/s , $\text{ouE/m}^2\cdot\text{s}$) e fornendo come output i valori di concentrazione di odore nell'area circostante (ouE/m^3).

Essi consentono di:

- costruire mappe di isoconcentrazione di odore
- definire la frequenza con cui la concentrazione di odore supera la soglia olfattiva
- valutare i massimi di concentrazione piuttosto che i valori medi

La valutazione delle immissioni delle sostanze odorigene emesse dagli impianti industriali avviene confrontando, in corrispondenza di bersagli sensibili dei centri abitati limitrofi agli impianti, i valori di concentrazione di odore simulati con i riferimenti riportati nelle Linee Guida della Regione Lombardia.

A tal fine viene simulato il parametro statistico

98° percentile del valore di picco orario delle concentrazioni su base oraria
(Standard di riferimento pari a $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, $3 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, $5 \text{ ou}_E/\text{m}^3$)



STUDIO DELLA DISPERSIONE DEGLI ODORI IN ATMOSFERA

Definizione del Modello Concettuale

FASE 1

Inquadramento Geografico

Caratteristiche del territorio:
geografiche e orografiche

Definizione del Dominio Emissivo

- Definizione caratteristiche sorgenti:
localizzazione e dimensioni
- Tipologia di sorgenti:
Puntuali (ouE/s), areali (ouE/m²s)

Definizione del Dominio Immissivo

- Individuazione delle zone sensibili

FASE 2

Caratterizzazione della Atmosfera Caratteristiche meteorologiche

Definizione Scenario Meteorologico

- File Meteo (Preprocessore)
- Rose dei venti

Scelta del periodo di Simulazione

FASE 3

Valutazione dell'Impatto Olfattivo

- Simulazione della dispersione degli odori

Elaborazioni output modello

- Mappe
- Grafici

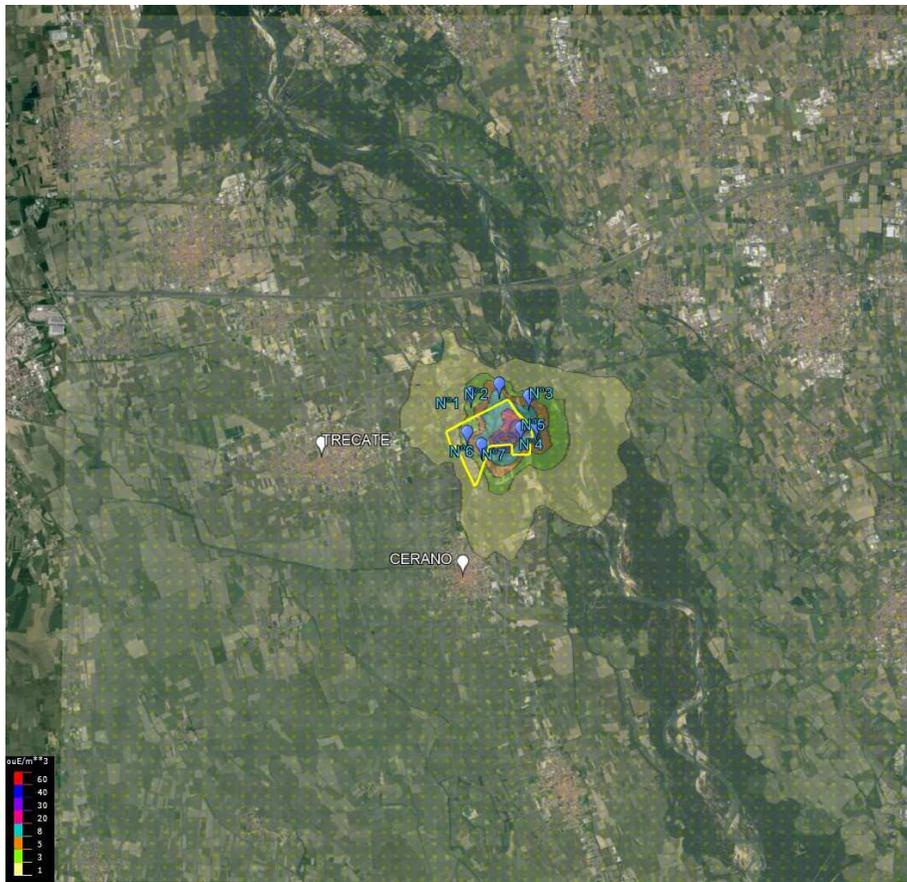


STUDIO DELLA DISPERSIONE DEGLI ODORI IN ATMOSFERA

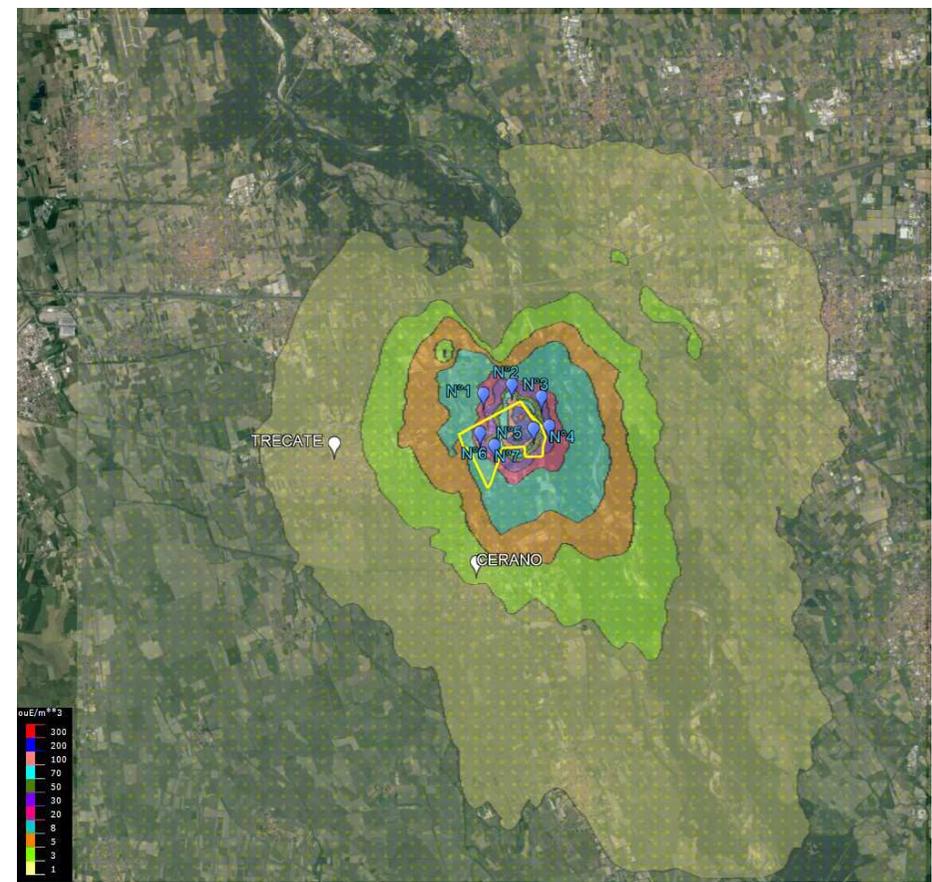
Dispersione Odore in Atmosfera

98° Percentile

Sorgente: Impianti



INVERNO



ESTATE

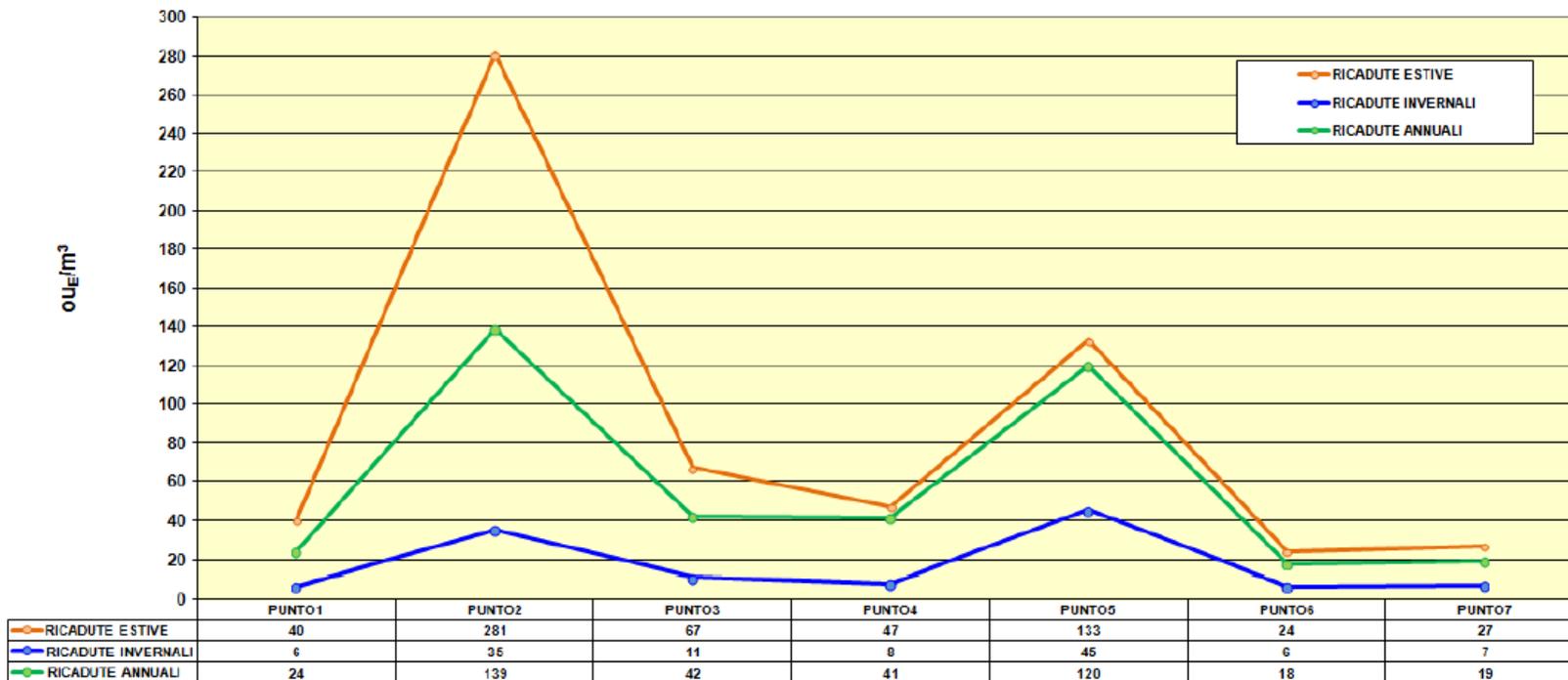


STUDIO DELLA DISPERSIONE DEGLI ODORI IN ATMOSFERA

Conclusioni Simulazioni

I grafici mostrano che durante la stagione estiva le ricadute delle emissioni odorigene ai Ricettori Sensibili sono maggiori rispetto ai valori ottenuti durante la stagione invernale, come previsto. Le simulazioni effettuate per le singole tipologie di sorgenti mostrano che il peso maggiore è dovuto agli impianti.

98° Percentile delle Concentrazioni di Picco Orario - Ricadute Emissioni Odorigen



BACK

1 - 98° Percentile dei valori di picco orario delle ricadute dovute alle emissioni totali - confronto tra simulazione estiva, invernale e annuale.



PIANO DI MONITORAGGIO ODORI - FASE 2

Stima, controllo e analisi dell'impatto olfattivo indotto dai processi produttivi

Collaborazione con **SPONGE Srl**, Spin-Off dell'Università degli Studi di Salerno, costituito nell'ambito del Dipartimento di Ingegneria Civile e con la Società **BithiaTec Srl** per lo sviluppo in campo industriale delle tecnologie multisensore per il controllo continuo delle emissioni odorigene in campo ambientale, avente i seguenti obiettivi:

- definizione architettura funzionale di un dispositivo con tecnologia multisensore riferito alle condizioni operative di un Impianto Industriale complesso;
- scelta e taratura dei sensori rispetto alle diverse tipologie di sorgenti emissive;
- industrializzazione del dispositivo multisensore;
 - ❖ digitalizzazione dei segnali;
 - ❖ sviluppo del sistema di acquisizione e gestione dati;
- sviluppo modello funzionale di una rete operativa di sensori.





TEAM DI LAVORO

ALESSIO MELONI

Addetto Monitoraggi Non Convenzionali

FRANCESCO ESU

Specialista Monitoraggi Non Convenzionali

CLAUDIO BRANCHINI

Addetto Monitoraggi Non Convenzionali

ROBERTO DEL RIO

Specialista Monitoraggi Non Convenzionali

VALENTINA STROSCIO

Addetto Monitoraggi Non Convenzionali

FRANCESCO MELIS

**Specialista Monitoraggi Non
Convenzionali**

I

RINOANALISTI

VERONICA GARAU

Addetto Monitoraggi Non Convenzionali

Panel Leader

GIORGIA FILIPPINO

Specialista di laboratorio

Addetto Monitoraggi Non Convenzionali

Panel Leader

CARLA USALA

Specialista di laboratorio

Addetto Monitoraggi Non Convenzionali

Panel Leader

SERGIO FRONGIA

Specialista di laboratorio

Addetto Monitoraggi Non Convenzionali



***GRAZIE PER
L'ATTENZIONE***