

MODELLO ANALITICO PER L'ANALISI D'INTERFERENZA ODORIGENA DA EMISSIONI CONVOGLIATE DI STIRENE

Febbraio 2018



SITO ISTITUZIONALE www.arpa.sicilia.it

E-MAIL arpa@arpa.sicilia.it; comunicando@arpa.sicilia.it

PEC: arpa@pec.arpa.sicilia.it



a cura della SG1.3

Giuseppe Madonia, Vincenzo Infantino

MODELLO ANALITICO PER L'ANALISI D'INTERFERENZA ODORIGENA DA EMISSIONI CONVOGLIATE DI STIRENE

Febbraio 2018

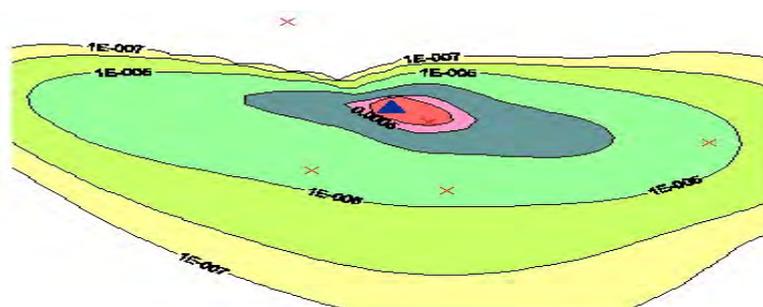
ABSTRACT:

In riscontro alla richiesta della Struttura Territoriale ARPA di Catania di cui al prot.n. 45369 del 25/7/2017, discendente dall'Esposto degli abitanti del Condominio "il Feudo Costruzioni" – lotto B relativo alla percezione di odori sgradevoli provenienti dall'impianto DACCA monouso S.p.A, si è provveduto ad implementare un modello di diffusione d'inquinanti in atmosfera ricorrendo alla catena modellistica CALMET-CALPUFF-CALPOST, approvata dall' Environmental Protection Agency negli USA. Al fine di contestualizzare l'applicazione modellistica è stato definito un dominio di studio costituito da una griglia 5x5Km, centrata sulla posizione dello stabilimento DACCA monouso S.p.A., avente risoluzione pari a 100 m.

Sono stati acquisiti i valori di autocontrollo delle emissioni convogliate presso lo stabilimento DACCA S.p.A, riferiti ai giorni di prelievo 12/07/2016, 13/07/2016, 02/08/2016 [primo semestre 2016] e 15/12/2016, 16/12/2016, 03/01/2017 [secondo semestre 2016]. Tali dati hanno consentito la definizione dei campi emissivi, sia per la simulazione riferita al primo semestre (27/6/2014) sia per quella del secondo semestre (3/10/2014). L'analisi modellistica CALPUFF è stata condotta per il giorno 27/6 e 3/10 2014. Con riferimento al primo giorno essa non ha mostrato significative evidenze di ricadute al suolo, mentre nel giorno 3/10 ha mostrato un maggiore impatto, sebbene i valori di concentrazione siano sempre al di sotto dei limiti sanitario ed odorigeno.

Un successivo approfondimento con il metodo dell' International Atomic Energy Agency, ha consentito di studiare le variazioni di concentrazione dello stirene con il mutare delle condizioni del vento.

E' stato osservato che, in corrispondenza del prefissato campo emissivo, la soglia di velocità $u=0.05$ m/s costituisce una discriminante per la percezione dell'odore. Nei casi in cui la velocità del vento scende al di sotto di 0.05 m/s (ovvero attinge a tale valore) la concentrazione al recettore di stirene aumenta sensibilmente oltrepassando nettamente il limite odorigeno di 202 $\mu\text{g}/\text{mc}$.



INDICE

Premessa

1. Definizione del Dominio di analisi
2. Caratterizzazione del territorio
3. Analisi anemologica del dominio territoriale
4. Schematizzazione della sorgente emissiva
5. Definizione dei recettori sensibili
6. Ricostruzione dei campi meteorologici
 - Modello CALPUFF Simulazione 27 giugno*
 - Modello CALPUFF Simulazione 3 ottobre*
7. Approfondimenti
 - 7.1 Analisi di scenari emissivi alternativi
 - 7.2 Analisi della sovrapposizione degli effetti
 - 7.3 Metodo dell'International Atomic Agency
8. Conclusioni

Struttura: UO SG1.3	Direttore Tecnico ARPA Sicilia dott. Vincenzo Infantino	Responsabile procedimento: ing. G. Madonia* Collaboratori: ing G. Agnello , ing G. Amorelli *Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA	Data: 13/2/2018	
-------------------------------	-------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

PREMESSA

Il presente studio sviluppato dalla SG1.3 – Catasti e Sistemi informativi Ambientali - della Direzione Generale di ARPA Sicilia, è diretto ad ottemperare alla richiesta di supporto della Struttura territoriale di Catania (nota prot. n.45369 del 25/7/2017) per l'elaborazione di un modello di diffusione in atmosfera degli odori molesti percepiti nel territorio del comune di Acicatena (CT).

Esso mette in rilievo le condizioni del campo meteorologico caratteristico del dominio territoriale che influenza la dispersione, ed intende fornire indicazioni modellistiche per chiarire se l'interferenza odorigena accusata dagli abitanti possa dipendere o meno dalla diffusione di emissioni convogliate di stirene¹ in atmosfera provenienti da un impianto adibito alla produzione di stoviglie in plastica denominato DACCA Monouso S.P.A.

In particolare, nella richiesta pervenuta, si sottolinea la necessità di porre attenzione alle pressioni sugli abitanti di un Condominio sito a poca distanza dalla potenziale sorgente emissiva, i quali, in determinate fasce orarie diurne e notturne, lamentano cattivi odori che giudicano provenire dalla sede dell'impianto.

Il modello è indirizzato a valutare, con analisi deterministica, la pressione ambientale conseguente:

- 1) alla eventuale esposizione della popolazione a livelli di concentrazione di stirene superiori al valore limite suggerito dall'Environmental Protection Agency [EPA] a cui si riferisce l'Istituto Superiore della Sanità ai fini della salvaguardia della salute umana [0.1 mg/l pari a 100 mg/m³ e 25 ppm];
- 2) alla eventuale esposizione della popolazione a interferenze odorigene in misura superiore alla soglia di percezione dello stirene.

È bene precisare che le soglie di percezione odorigena **non hanno validità prescrittiva dal momento che in Italia l'impatto odorigeno non è ancora normato**, e che esse possono essere desunte dal manuale "Metodi di misura delle emissioni Olfattive" Quadro normativo e campagne di misura – APAT 19/2003 che costituisce, per numerose specie inquinanti, un autorevole riferimento bibliografico.

¹ Lo stirene, un idrocarburo aromatico, è un liquido incolore che evapora facilmente. E' una sostanza ampiamente usata nell'industria chimica, nella produzione di plastiche, resine e copolimeri, e si trova inoltre tra i prodotti della combustione del fumo delle sigarette e dei gas esausti automobilistici. Immeso in atmosfera si degrada in 1-2 giorni.

L'esposizione a stirene può avvenire per inalazione, ingestione o assorbimento cutaneo. All'interno dell'organismo umano si distribuisce in tutto il corpo; in seguito, tramite diversi processi metabolici viene convertito in altri composti chimici e rimosso con le urine nell'arco di alcuni giorni.

Dall'analisi di dati epidemiologici inerenti gli effetti sulla salute umana è noto che l'esposizione a stirene, oltre che costituire un serio rischio in ordine alla sua potenzialità cancerogena, può determinare effetti rilevanti sul sistema nervoso (e.g. riduzione di attenzione e dei tempi di reazione). Si riscontrano inoltre irritazioni transitorie delle mucose congiuntivali e nasali.

Struttura: UO SG1.3	Direttore Tecnico ARPA Sicilia dott. Vincenzo Infantino	Responsabile procedimento: ing. G. Madonia* Collaboratori: ing G. Agnello , ing G. Amorelli <i>*Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA</i>	Data: 13/2/2018	
-------------------------------	-------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

L'appendice 5 – *Limiti di soglia*, di cui si riporta un estratto in tabella 1, riporta i valori più bassi e più alti delle soglie olfattive reperibili in letteratura, nonché le concentrazioni di irritazione.

È importante sottolineare che tali valori, che nel complesso danno luogo ad un ampio campo di variabilità percettiva, valgono essenzialmente per il singolo componente chimico senza alcun altro elemento presente in aria.

Il limite odorigeno di stirene a cui si è fatto riferimento è pari a 202 µg/m³ (equivalente ad una unità odorigena [UO_E/Nm³]) e corrisponde all'estremo inferiore del campo di variazione dello styrene uninhibited² (soglia bassa), così come riportato in tabella 1.

Tale scelta, che conduce ad esprimere la stima d'impatto più restrittiva, è stata adottata per tenere conto di tutte le possibili sensibilità dei soggetti recettori.

segue

Composto chimico	Soglia bassa	Soglia alta [mg/m ³]	Descrizione dell'odore	Concentrazione di irritazione [mg/m ³]
Propylene glycol dinitrate	1,2000	1,5600		
Propylene glycol isobutyl ether	60,5000	60,5000		121,00
Propylene glycol methylether	360,0000	360,0000		3600,00
Propylene oxide	24,7500	500,0000	Dolce, alcoolico	1125,00
Pyridine	0,0090	15,0000	Bruciato, nauseante	90,00
Pyrrolidine	58,0000	187,3400		
Quinone	0,4000	0,4000	Acre	2,00
Rotenone	5,7960	5,7960		
Safrole	1,4586	1,4586		
Silicon tetrafluoride	4,2500	4,2500		42,50
Skatole	4,0 x 10 ⁻⁷	0,2680	Olezzo	
Stoddard solvent	5,2500	157,5000	Kerosene	2100,00
Styrene (inhibited)	0,4300	860,0000	Solvente gommoso	4300,00
Styrene (uninhibited)	0,2021	860,0000	Solvente gommoso	430,00
Styrene oxide	0,3093	1,9640	Dolce	

Tabella 1 – Stralcio dell'Appendice 5 del manuale APAT 19/2003

Per la simulazione è stato utilizzato il modello deterministico Lagrangiano a puff CALPUFF³ a cui è stato anteposto un preprocessore meteo-geofisico ed il processore meteo CALMET che ha permesso la ricostruzione tridimensionale dei campi di vento.

L'analisi degli output è stata condotta con l'ausilio del post-processore CALPOST.

² Per ridurre la polimerizzazione spontanea dello stirene, esso viene addizionato con un anti-polimerizzante, il t-butilcatecolo (TBC), che inibisce la reazione radicalica del gruppo vinile. Nella definizione del campo emissivo, in favore di sicurezza ci si è riferiti allo stirene non additivato e, pertanto, considerato nella sua forma maggiormente reattiva a cui corrisponde la soglia bassa prescelta.

³ L'agenzia ambientale americana (EPA) indica la catena CALMET-CALPUFF-CALPOST come riferimento per le applicazioni modellistiche che implicano il trasporto, la trasformazione e la deposizione degli inquinanti atmosferici su lunghe distanze o, in alternativa, su brevi distanze quando risultano significativi gli effetti dovuti alla variabilità delle condizioni meteorologiche, la presenza di orografia complessa, di calme di vento, etc.

L'implementazione del modello ha richiesto, preliminarmente, la raccolta ed elaborazione di informazioni inerenti:

- la caratterizzazione del dominio di analisi (griglia di studio e risoluzione);
- la caratterizzazione del territorio nel dominio di analisi (orografia, tipologia di uso del suolo);
- le caratteristiche anemologiche medie dell'aria d'influenza per il trasporto e la diffusione di inquinanti nel dominio di studio;
- la descrizione dei venti e della turbolenza atmosferica;
- la caratterizzazione delle fonti emissive.

1. Definizione del Dominio di analisi

Per la definizione della griglia del dominio si è fatto riferimento alle caratteristiche territoriali dell'area nella quale ricade la sorgente emissiva. In relazione alle caratteristiche dei flussi emissivi e della sostanza esaminata, si è stabilito di definire una griglia di 5x5km, con alto livello di risoluzione (100mt). Complessivamente, dunque, è stato indagato un dominio di 50x50 celle. Sotto il profilo altimetrico, sono stati prefissati i seguenti layer di riferimento:

- Layer 1 = 0 mt
- Layer 2 = 20 mt
- Layer 3 = 40 mt
- Layer 4 = 80 mt
- Layer 5 = 160 mt
- Layer 6 = 320 mt
- Layer 7 = 640 mt
- Layer 8 = 1500 mt
- Layer 9 = 2500 mt



Figura 1 – Dominio di studio

Struttura: UO SG1.3	Direttore Tecnico ARPA Sicilia dott. Vincenzo Infantino	Responsabile procedimento: ing. G. Madonia Collaboratori: ing G. Agnello , ing G. Amorelli <i>*Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA</i>	Data: 13/2/2018	
-------------------------------	-------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

2. Caratterizzazione del territorio

Il territorio ricadente all'interno del dominio di studio presenta una morfologia regolare priva di ostacoli verticali in grado di condizionare in modo caratteristico il regime di circolazione delle masse d'aria.

L'area è influenzata dalle correnti provenienti dal mare, ed è scarsamente interessata dalla presenza, a nord-ovest, delle pendici del monte Etna.

Sotto il profilo d'utilizzo il dominio mostra le tipiche caratteristiche degli insediamenti suburbani con dislocazioni di

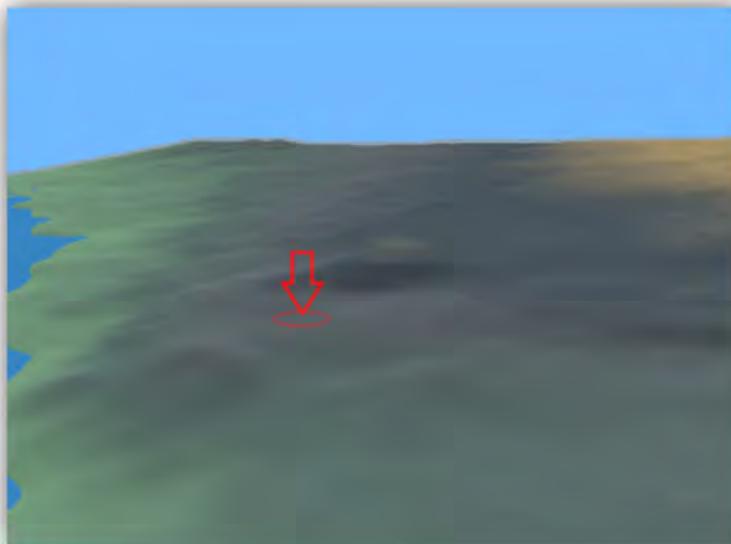


Figura 2 – Modello digitale del terreno – posizione sorgente

unità abitative miste ad ampi spazi verdi variamente utilizzati. Ai fini della introduzione nel modello dei flussi di calore antropogenici, le caratteristiche d'uso del suolo sono state estratte dall'inventario cartografico *Corine Land Cover* edito dall'European Environmental Agency.

3. Analisi anemologica del dominio territoriale

La fase successiva ha previsto un'analisi propedeutica alla costruzione dei campi tridimensionali di vento. Atteso il fatto che nel caso in esame si è dovuto procedere con lo studio delle potenzialità d'impatto dello stabilimento DACCA monouso S.p.A sul territorio circostante, prescindendo da un preciso riferimento fisso temporale, si è reso indispensabile anzitutto individuare un intervallo temporale di simulazione che fosse rappresentativo delle condizioni più favorevoli per il trasporto dell'inquinante.

A tal fine si è stabilito di utilizzare uno studio anemologico svolto da ARPA Sicilia con riferimento ai dati meteo degli anni 2012, 2013, 2014, 2015 e 2016 delle stazioni di Ramacca e Lentini, poco distanti dalla sorgente di interesse.

Tale studio ha consentito di esaminare le caratteristiche del vento lungo le direzioni medie collimate alla posizione dello stabilimento, ed in particolare nei seguenti settori caratteristici:

- **[Settore 1]:** 348.75 ÷ 11.25 deg
- **[Settore 2]:** 11.25 ÷ 33.75 deg
- **[Settore 3]:** 33.75 ÷ 56.25 deg

Gli anni delle osservazioni meteorologiche sono stati suddivisi, a loro volta, in quattro trimestri e tre fasce orarie: 0^{:00}÷7^{:00}/8^{:00}÷16^{:00}/17^{:00}÷23^{:00}. Tra le fasce orarie disponibili si è scelto di assumere come riferimento quella relativa all'intervallo 8^{:00}÷17^{:00} che meglio rispecchia la giornata lavorativa dello stabilimento esaminato.

Struttura: UO SG1.3	Direttore Tecnico ARPA Sicilia dott. Vincenzo Infantino	Responsabile procedimento: ing. G. Madonia Collaboratori: ing G. Agnello , ing G. Amorelli *Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA	Data: 13/2/2018	
-------------------------------	-------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

Nell'ambito delle osservazioni disponibili nei tre settori analizzati, si è proceduto con l'individuazione dei periodi nei quali le occorrenze di vento risultavano essere preminenti. Tale informazione è stata utilizzata per individuare il periodo al quale riferire l'analisi modellistica, relativamente alla ricostruzione del campo meteorologico 3D.

Year	Quarter	Sector	Directions	Wind Classes (m/s)								Max[fr]	
				0.00+1.40	1.40 ÷ 1.90	1.90+ 2.40	2.40+3.90	3.90+ 5.50	5.50+7.00	7.00+ 8.50	8.50+10.10		>= 10.10
				frequenze relative									
2012	Trimestre 1	1	348.75 - 11.25	0.01236	0.00412	0.00503	0.00732	0.00092	0	0	0	0	0.01236
2013		1	348.75 - 11.25	0.00549	0.00412	0.00183	0.00366	0.00183	0	0	0	0	0.00549
2014		1	348.75 - 11.25	0.01281	0.00961	0.00275	0.00595	0.00046	0	0	0	0	0.01281
2015		1	348.75 - 11.25	0.00641	0.00412	0.00229	0.00595	0.00137	0.00046	0	0	0	0.00641
2016		1	348.75 - 11.25	0.00961	0.00595	0.00275	0.00686	0.00046	0	0	0	0	0.00961
fmax				0.01281	0.00961	0.00503	0.00732	0.00183	0.00046	0	0	0	0.01281
2012	Trimestre 1	2	11.25 - 33.75	0.00961	0.00275	0.00458	0.00458	0.00046	0	0	0	0	0.00961
2013		2	11.25 - 33.75	0.0087	0.00366	0.00046	0.00503	0.00092	0	0	0	0	0.0087
2014		2	11.25 - 33.75	0.00595	0.00778	0.00412	0.00412	0.00046	0	0	0	0	0.00778
2015		2	11.25 - 33.75	0.00641	0.00549	0.00412	0.00641	0.00046	0	0	0	0	0.00641
2016		2	11.25 - 33.75	0.00641	0.00412	0.00503	0.00366	0	0	0	0	0	0.00641
fmax				0.00961	0.00778	0.00503	0.00641	0.00092	0	0	0	0	0.00961
2012	Trimestre 1	3	33.75 - 56.25	0.00824	0.0032	0.00092	0.00046	0	0	0	0	0	0.00824
2013		3	33.75 - 56.25	0.0032	0.00229	0.00183	0.00366	0.00046	0	0	0	0	0.00366
2014		3	33.75 - 56.25	0.00595	0.00503	0.00229	0.00458	0.00046	0	0	0	0	0.00595
2015		3	33.75 - 56.25	0.00686	0.00732	0.0032	0.00458	0.00046	0	0	0	0	0.00732
2016		3	33.75 - 56.25	0.00549	0.00366	0.00275	0.0032	0	0	0	0	0	0.00549
fmax				0.00824	0.00732	0.0032	0.00458	0.00046	0	0	0	0	0.00824

Tabella 2 – Analisi di frequenza per classi di vento annuali – Trimestre 1

Year	Quarter	Sector	Directions	Wind Classes (m/s)								Max[fr]	
				0.00+1.40	1.40 ÷ 1.90	1.90+ 2.40	2.40+3.90	3.90+ 5.50	5.50+7.00	7.00+ 8.50	8.50+10.10		>= 10.10
				frequenze relative									
2012	Trimestre 2	1	348.75 - 11.25	0.0087	0.00596	0.00183	0.01191	0.00275	0	0	0	0	0.01191
2013		1	348.75 - 11.25	0.00733	0.00687	0.00137	0.00321	0.00137	0.00046	0	0	0	0.00733
2014		1	348.75 - 11.25	0.00687	0.00687	0.00641	0.00641	0.00229	0	0	0	0	0.00687
2015		1	348.75 - 11.25	0.00687	0.00412	0.00321	0.01145	0.00504	0.00092	0	0	0	0.01145
2016		1	348.75 - 11.25	0.00779	0.00779	0.00641	0.00825	0.00137	0	0	0	0	0.00825
fmax				0.0087	0.00779	0.00641	0.01191	0.00504	0.00092	0	0	0	0.01191
2012	Trimestre 2	2	11.25 - 33.75	0.01008	0.00321	0.00321	0.00916	0.00046	0	0	0	0	0.01008
2013		2	11.25 - 33.75	0.00641	0.00092	0.00229	0.00275	0	0.00046	0	0	0	0.00641
2014		2	11.25 - 33.75	0.00366	0.00458	0.00275	0.01557	0.00458	0	0	0	0	0.01557
2015		2	11.25 - 33.75	0.00412	0.00504	0.00183	0.0087	0.00046	0	0	0	0	0.0087
2016		2	11.25 - 33.75	0.00321	0.00137	0.00321	0.00825	0.00046	0	0	0	0	0.00825
fmax				0.01008	0.00504	0.00321	0.01557	0.00458	0.00046	0	0	0	0.01557
2012	Trimestre 2	3	33.75 - 56.25	0.01237	0.00412	0.00183	0.00275	0.00046	0	0	0	0	0.01237
2013		3	33.75 - 56.25	0.00366	0.00183	0.00046	0.00183	0.00137	0	0	0	0	0.00366
2014		3	33.75 - 56.25	0.00275	0.00229	0.00412	0.00596	0.00046	0	0	0	0	0.00596
2015		3	33.75 - 56.25	0.00458	0.00229	0.00137	0.00412	0.00046	0	0	0	0	0.00458
2016		3	33.75 - 56.25	0.00596	0.00137	0.00229	0.00412	0	0	0	0	0	0.00596
fmax				0.01237	0.00412	0.00412	0.00596	0.00137	0	0	0	0	0.01237

Tabella 3– Analisi di frequenza per classi di vento annuali – Trimestre 2

Year	Quarter	Sector	Directions	Wind Classes (m/s)								Max[fr]	
				0.00÷1.40	1.40 ÷ 1.90	1.90÷ 2.40	2.40÷3.90	3.90÷ 5.50	5.50÷7.00	7.00÷ 8.50	8.50÷10.10		>= 10.10
				frequenze relative									
2012	Trimestre 3	1	348.75 - 11.25	0.00589	0.00498	0.00408	0.01359	0.00952	0	0	0	0	0.01359
2013		1	348.75 - 11.25	0.00204	0.00657	0.00725	0.00861	0.00589	0	0	0	0	0.00861
2014		1	348.75 - 11.25	0.00204	0.00657	0.00725	0.00861	0.00589	0	0	0	0	0.00861
2015		1	348.75 - 11.25	0.00272	0.00453	0.00634	0.00997	0.00544	0.00091	0	0	0	0.00997
2016		1	348.75 - 11.25	0.00408	0.00227	0.00453	0.00725	0.00408	0	0	0	0	0.00725
fmax				0.00589	0.00657	0.00725	0.01359	0.00952	0.00091	0	0	0	0.01359
2012	Trimestre 3	2	11.25 - 33.75	0.0077	0.00408	0.00045	0.01133	0.00861	0	0	0	0	0.01133
2013		2	11.25 - 33.75	0.00362	0.00408	0.00385	0.0077	0.00702	0	0	0	0	0.0077
2014		2	11.25 - 33.75	0.00362	0.00408	0.00385	0.0077	0.00702	0	0	0	0	0.0077
2015		2	11.25 - 33.75	0.00453	0.00408	0.00272	0.00952	0.00816	0.00045	0	0	0	0.00952
2016		2	11.25 - 33.75	0.00272	0.00227	0.00181	0.00091	0.00091	0	0	0	0	0.00272
fmax				0.0077	0.00408	0.00385	0.01133	0.00861	0.00045	0	0	0	0.01133
2012	Trimestre 3	3	33.75 - 56.25	0.00861	0.00181	0.00453	0.00544	0.00091	0	0	0	0	0.00861
2013		3	33.75 - 56.25	0.00227	0.00385	0.00204	0.00521	0.00113	0	0	0	0	0.00521
2014		3	33.75 - 56.25	0.00227	0.00385	0.00204	0.00521	0.00113	0	0	0	0	0.00521
2015		3	33.75 - 56.25	0.00408	0.00362	0.00272	0.00589	0.00091	0	0	0	0	0.00589
2016		3	33.75 - 56.25	0.00272	0.00227	0.00091	0.00498	0.00045	0	0	0	0	0.00498
fmax				0.00861	0.00385	0.00453	0.00589	0.00113	0	0	0	0	0.00861

Tabella 4 – Analisi di frequenza per classi di vento annuali – Trimestre 3

Year	Quarter	Sector	Directions	Wind Classes (m/s)								Max[fr]	
				0.00÷1.40	1.40 ÷ 1.90	1.90÷ 2.40	2.40÷3.90	3.90÷ 5.50	5.50÷7.00	7.00÷ 8.50	8.50÷10.10		>= 10.10
				frequenze relative									
2012	Trimestre 1	1	348.75 - 11.25	0.00906	0.00408	0.00181	0.00272	0.00091	0.00045	0	0	0	0.00906
2013		1	348.75 - 11.25	0.01019	0.00838	0.0034	0.00453	0.00159	0	0	0	0	0.01019
2014		1	348.75 - 11.25	0.01359	0.00952	0.00362	0.00272	0.00091	0	0	0	0	0.01359
2015		1	348.75 - 11.25	0.00861	0.00702	0.00227	0.00362	0.00159	0	0	0	0	0.00861
2016		1	348.75 - 11.25	0.00997	0.00589	0.00272	0.00317	0.00317	0	0	0	0	0.00997
fmax				0.01359	0.00952	0.00362	0.00453	0.00317	0.00045	0	0	0	0.01359
2012	Trimestre 1	2	11.25 - 33.75	0.00906	0.00272	0.00227	0.00227	0.00272	0	0	0	0	0.00906
2013		2	11.25 - 33.75	0.00612	0.00544	0.00272	0.00657	0.00249	0	0	0	0	0.00657
2014		2	11.25 - 33.75	0.00589	0.00408	0.00362	0.00725	0.00272	0	0	0	0	0.00725
2015		2	11.25 - 33.75	0.00702	0.00521	0.00136	0.00453	0.00113	0	0	0	0	0.00702
2016		2	11.25 - 33.75	0.00589	0.00453	0.00362	0.00362	0.00045	0	0	0	0	0.00589
fmax				0.00906	0.00544	0.00362	0.00725	0.00272	0	0	0	0	0.00906
2012	Trimestre 1	3	33.75 - 56.25	0.00997	0.00408	0.00181	0.00362	0.00045	0	0	0	0	0.00997
2013		3	33.75 - 56.25	0.00385	0.00204	0.00181	0.0043	0.00045	0	0	0	0	0.0043
2014		3	33.75 - 56.25	0.00362	0.00181	0.00181	0.00227	0.00045	0	0	0	0	0.00362
2015		3	33.75 - 56.25	0.00521	0.00272	0.00159	0.00385	0.00023	0	0	0	0	0.00521
2016		3	33.75 - 56.25	0.00453	0.00408	0.00045	0.00272	0.00181	0	0	0	0	0.00453
fmax				0.00997	0.00408	0.00181	0.0043	0.00181	0	0	0	0	0.00997

Tabella 5 – Analisi di frequenza per classi di vento annuali – Trimestre 4

Come mostrato nella seguente Tabella 5, i dati anemometrici per l'individuazione del periodo di simulazione hanno evidenziato come anno di maggior interesse il 2014, con particolare attenzione alla tredicesima settimana del secondo trimestre (dal 24 al 30 Giugno) ed alla prima settimana del quarto trimestre (dal 1 al 7 Ottobre).

Quarter	Directions	Wind Classes (m/s)								
		0.00÷1.40	1.40 ÷ 1.90	1.90÷ 2.40	2.40÷3.90	3.90÷ 5.50	5.50÷7.00	7.00÷ 8.50	8.50÷10.10	>= 10.10
T1	348.75 - 11.25	0.01281								
T1	33.75 - 56.25	0.00824								
T1	11.25 - 33.75	0.00961								
T2	348.75 - 11.25									
T2	33.75 - 56.25	0.01237								
T2	11.25 - 33.75									
T3	348.75 - 11.25									
T3	33.75 - 56.25	0.00861								
T3	11.25 - 33.75									
T4	348.75 - 11.25	0.01359								
T4	33.75 - 56.25	0.00997								
T4	11.25 - 33.75	0.00906								

0.01191	
0.01557	←---2014 T2
0.01359	
0.01133	
	←---2014 T4

Tabella 6– Confronto dei massimi di frequenza trimestrali per classi e direzione di vento

Sulla scorta dei risultati della predetta analisi il SIAS (Servizio Informativo Agrometeorologico Siciliano) ha fornito i dati meteorologici richiesti per le stazioni meteorologiche di Paternò, Pedara e Riposto, relativamente ai periodi d’interesse per la simulazione delle dispersioni.

L’acquisizione ed elaborazione dei dati del SIAS integrati con i dati della copertura nuvolosa (decimi di cielo coperto ed altezza all’intradosso delle nubi), ha consentito la generazione dell’input meteorologico relativo alle stazioni di superficie con l’ausilio dei processori integrati alla catena modellistica CALPUFF.

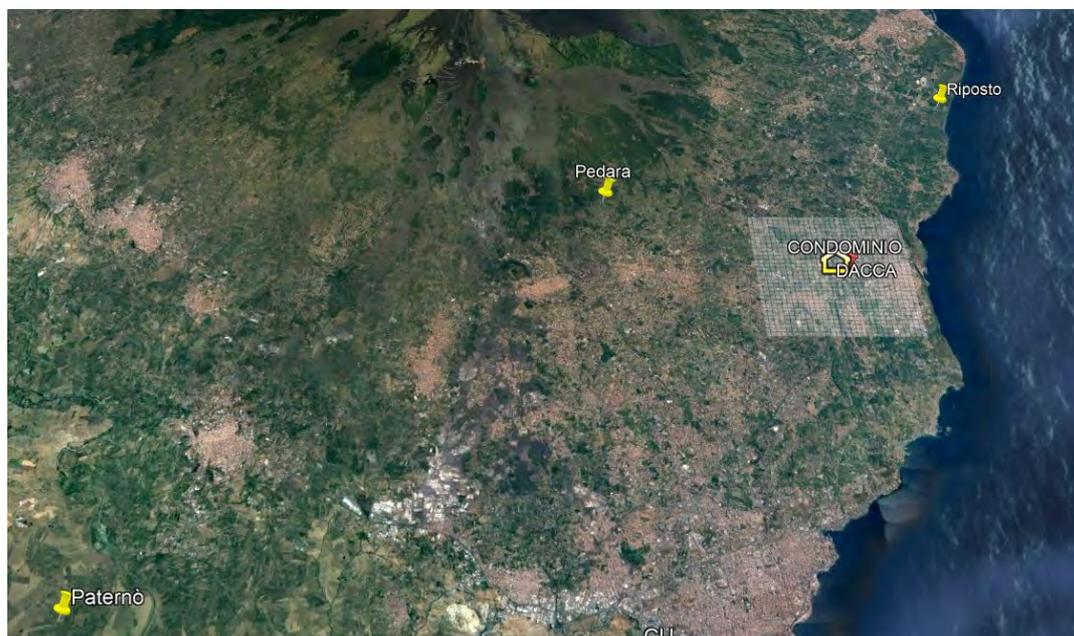


Figura 3 – Localizzazione delle stazioni meteorologiche di superficie (SIAS)

- Distanza DACCA – staz. Meteo Pedara: 8 Km
- Distanza DACCA – staz. Meteo Riposto: 9 Km
- Distanza DACCA – staz. Meteo Paternò: 27 Km

Struttura: UO SG1.3	Direttore Tecnico ARPA Sicilia dott. Vincenzo Infantino	Responsabile procedimento: ing. G. Madonia Collaboratori: ing G. Agnello , ing G. Amorelli <i>*Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA</i>	Data: 13/2/2018	
-------------------------------	-------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------	--

L'input *land-use* e quello geomorfologico, precedentemente definiti, sono stati aggregati in un unico set dati che racchiude le caratteristiche geo-funzionali del territorio. Le informazioni inerenti il profilo verticale di temperatura sono state ottenute elaborando i dati del pallone radiosonda di Trapani-Birgi.

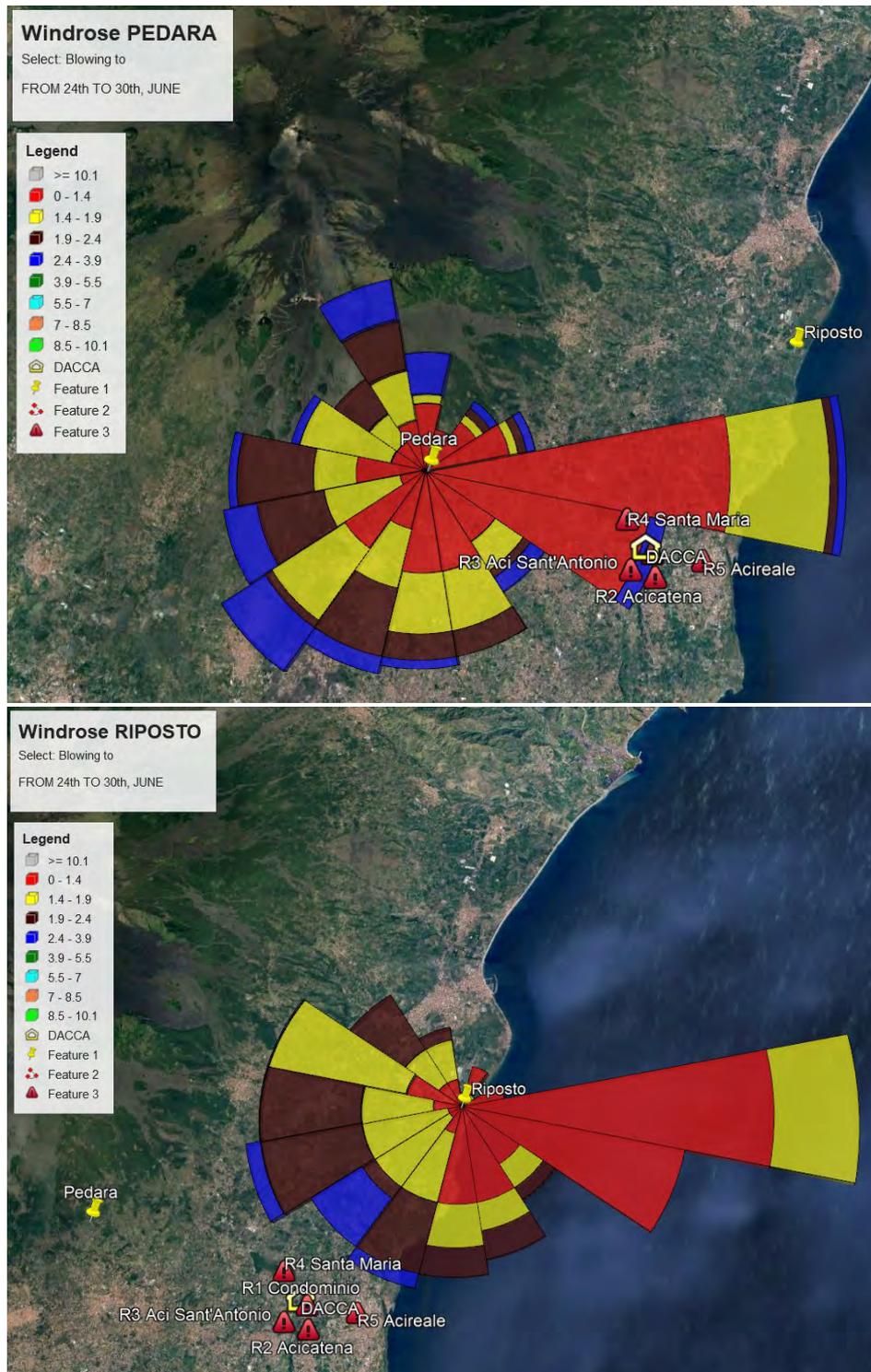


Figura 4 – Windrose stazioni SIAS RIPOSTO e PEDARA

Struttura: UO SG1.3	Direttore Tecnico ARPA Sicilia dott. Vincenzo Infantino	Responsabile procedimento: ing. G. Madonia* Collaboratori: ing G. Agnello , ing G. Amorelli *Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA	Data: 13/2/2018	
-------------------------------	-------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------	--

4. Schematizzazione della sorgente emissiva

CALPUFF è un modello deterministico che permette la simulazione degli effetti dovuti alla variazione spaziale e temporale delle condizioni meteorologiche che agiscono sul trasporto, la trasformazione e la deposizione dei micro e macroinquinanti atmosferici immessi da sorgenti. Questi ultimi costituiscono la forzante esterna al sistema fisico costituito dallo Strato di bassa atmosfera (PBL) e ne provocano un'evoluzione dinamica. Ai fini modellistici, risulta generalmente possibile ricondurre le tipologie di sorgenti emissive a tre sistemi classici di riferimento: puntiformi, lineari e areali.

La sorgente emissiva a cui ci si riferisce nel presente studio modellistico è rappresentata da emissioni di stirene rilasciate da specifiche linee di produzione attraverso canali di deflusso convogliati in camini di altezza confrontabile con quella relativa alla copertura dello stabilimento. Pertanto, per la schematizzazione delle sorgenti, si è fatto riferimento ai dati del sistema di autocontrollo aziendale, così come acquisiti dai tecnici della ST ARPA Sicilia di Catania che hanno effettuato le ispezioni presso lo stabilimento.

ANALISI STIRENE PRIMO SEMESTRE 2016

(GIORNI PRELIEVO 12/07/2016, 13/07/2016, 02/08/2016)

	Flusso di massa [mg/sec]	Temp. fumi °Celsius	Velocità [m/sec]	Altezza camino m	Sezione camino m ²	Stirene [mg/Nm ³]
E1	4,555	49	9,2	4,4	0,1590	3,8
E2	2,888	49	6,2	4,4	0,1590	3,6
E3	2,25	46	6,6	4,4	0,1590	2,6
E4	0,916	47	2,4	4,4	0,1590	2,9
E5	2,111	42	6,1	4,4	0,1590	2,6
E6	1,305	45	3,1	4,4	0,1590	3,2
E7	0,888	42	2,4	4,4	0,1590	2,8
E8	2,277	36	8,9	2,7	0,1256	2,4
E9	3,305	46	24,6	9,0	0,0706	2,3
E10	5,083	42	22,0	4,2	0,0706	3,9

Tabella 7 – Valori di flusso base di autocontrollo

ANALISI STIRENE SECONDO SEMESTRE 2016

(GIORNI PRELIEVO 15/12/2016, 16/12/2016, 03/01/2017)

	Flusso di massa [mg/sec]	Temp. fumi °Celsius	Velocità [m/sec]	Altezza camino m	Sezione camino m ²	Stirene [mg/Nm ³]
E1	3,611	32	8,3	4,4	0,1590	3,3
E2	2,944	27	6,2	4,4	0,1590	3,4
E3	1,777	25	6,0	4,4	0,1590	2,2
E4	0,527	25	2,2	4,4	0,1590	1,8
E5	1,5	32	6,1	4,4	0,1590	1,8

Struttura: UO SG1.3	Direttore Tecnico ARPA Sicilia dott. Vincenzo Infantino	Responsabile procedimento: ing. G. Madonia Collaboratori: ing G. Agnello , ing G. Amorelli <i>*Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA</i>	Data: 13/2/2018	
-------------------------------	-------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

E6	0,6944	31	2,6	4,4	0,1590	1,9
E7	0,5833	27	2,6	4,4	0,1590	1,7
E8 ^(*)						
E9	1,972	30	22,7	9,0	0,0706	1,4
E10	3,6944	27	23,8	4,2	0,0706	2,6

(*)Per motivi tecnici non e' stato possibile avviare la linea produttiva generante l'emissione E8.

Tabella 8 – Valori di flusso base di autocontrollo

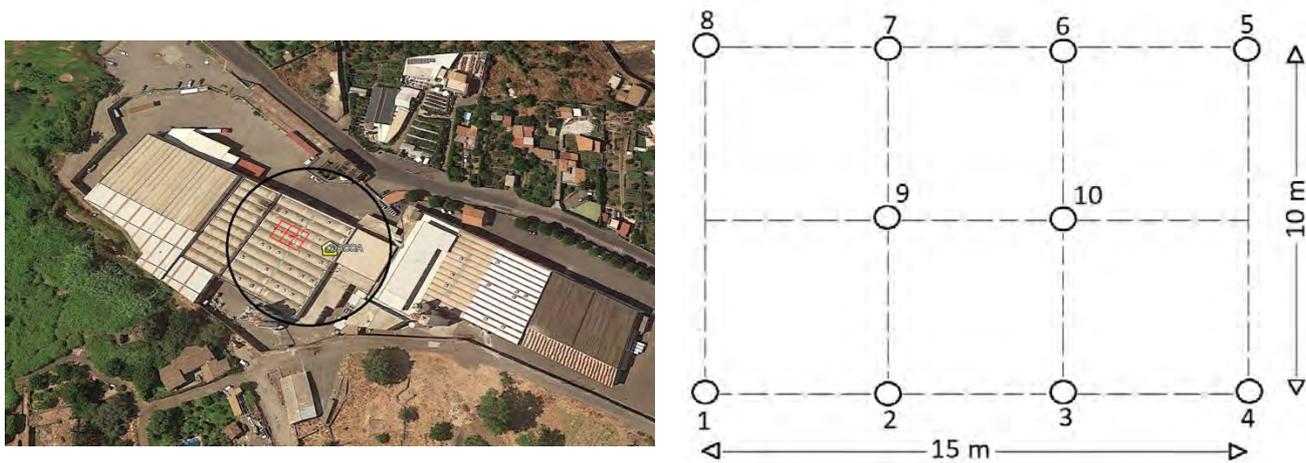


Figura 5 – Rappresentazione schematica dei punti di emissione

Come si evince dalla Figura 4, al fine di schematizzare il campo emissivo si è fatto riferimento ad una distribuzione di punti – numerati in senso antiorario da 1 a 8 – che rappresentano, ciascuno, una sorgente emissiva puntuale riferita ai dati base di autocontrollo.

L'area di 15x10m che si è idealmente definita per la modellazione, è ottenuta dal rapporto tra l'area della superficie coperta dello stabilimento e quella delle aperture che, in potenza, possono veicolare emissioni diffuse di stirene.

Source Name	X (km)	Y (km)	Stack Ht. (m)	Base Elev. (m)	Stack Diam. (m)	Exit Vel. (m/s)	Exit Temp. (K)
P1	512.121	4163.191	4.4	263.0	0.40	9.20	305.2
P2	512.121	4163.201	4.4	263.0	0.40	6.20	300.2
P3	512.126	4163.201	4.4	263.0	0.40	6.60	298.2
P4	512.131	4163.201	4.4	263.0	0.40	2.40	298.2
P5	512.136	4163.201	4.4	263.0	0.40	6.10	305.2
P6	512.136	4163.191	4.4	263.0	0.40	3.10	304.2
P7	512.131	4163.191	4.4	263.0	0.40	2.40	300.2
P8	512.126	4163.196	9.0	263.0	0.40	22.70	303.2
P10	512.131	4163.196	4.2	263.0	0.27	22.00	300.2

Tabella 9 – Dati delle sorgenti emissive

Come sarà mostrato più avanti, tale schema di emissione troverà particolare utilità concettuale allorquando, nel prosieguo, verranno lanciate alcune simulazioni riferite a quadri emissivi di entità progressivamente crescenti al fine di tener conto dell'emissioni fuggitive, integrative rispetto ai camini, che non sono stimabili con le metodologie di misura tradizionali.

5. Definizione dei recettori sensibili

Il modello CALPUFF è stato implementato facendo coincidere la griglia dei recettori con l'intero dominio di studio la cui estensione è pari a 50x50 celle. Ciò ha consentito di poter esprimere, con risoluzione di 100 m, gli andamenti delle concentrazioni al suolo (h=1.5m) in tutto il campo di osservazione. Inoltre, si è stabilito di definire n.5 ulteriori recettori sensibili nei quali operare il controllo puntuale dei livelli di concentrazione di stirene per ciascuno degli step orari di analisi modellistica.

Recettore 1	Condominio Aci Catena	512374 mE	4163008 mN
Recettore 2	Comune di Aci Catena	512480 mE	4162166 mN
Recettore 3	Comune di Aci Sant'Antonio	511611 mE	4162423 mN
Recettore 4	Comune di Santa Maria la Stella	511455 mE	4164228 mN
Recettore 5	Comune di Acireale	514175 mE	4162754 mN

Tabella 10 – Definizione dei Recettori sensibili

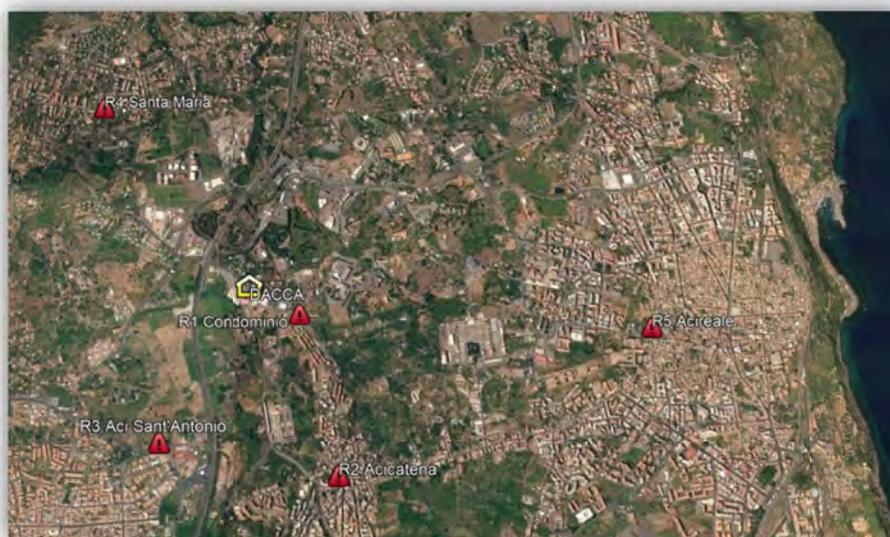


Figura 6 – Recettori sensibili

	Distanza dal recettore [m]
DACCA - Recettore 1	300
DACCA - Recettore 2	1080
DACCA - Recettore 3	960
DACCA - Recettore 4	1290
DACCA - Recettore 5	2120

Tabella 11 – Distanze dallo stabilimento

I recettori selezionati sono stati indagati sia ai fini della loro esposizione al livello di stirene critico per la tutela della salute in outdoor, sia ai fini dello studio dell'impatto odorigeno con riferimento alla soglia di percezione dell'inquinante.

Struttura: UO SG1.3	Direttore Tecnico ARPA Sicilia dott. Vincenzo Infantino	Responsabile procedimento: ing. G. Madonia Collaboratori: ing G. Agnello , ing G. Amorelli <i>*Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA</i>	Data: 13/2/2018	
-------------------------------	-------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

Riguardo all'aspetto odorigeno, si è stabilito di fare riferimento ad una mappatura d'indagine di tipo circolare (5 diametri: raggio da 100m a 500m), che risultasse efficace per esprimere il livello d'impatto nell'intorno dello stabilimento DACCA monouso S.p.A.. Inoltre, è stato eseguito il controllo di esposizione odorigena anche in corrispondenza degli stessi recettori nei quali è stata valutata l'esposizione, in termini di salute, allo stirene.

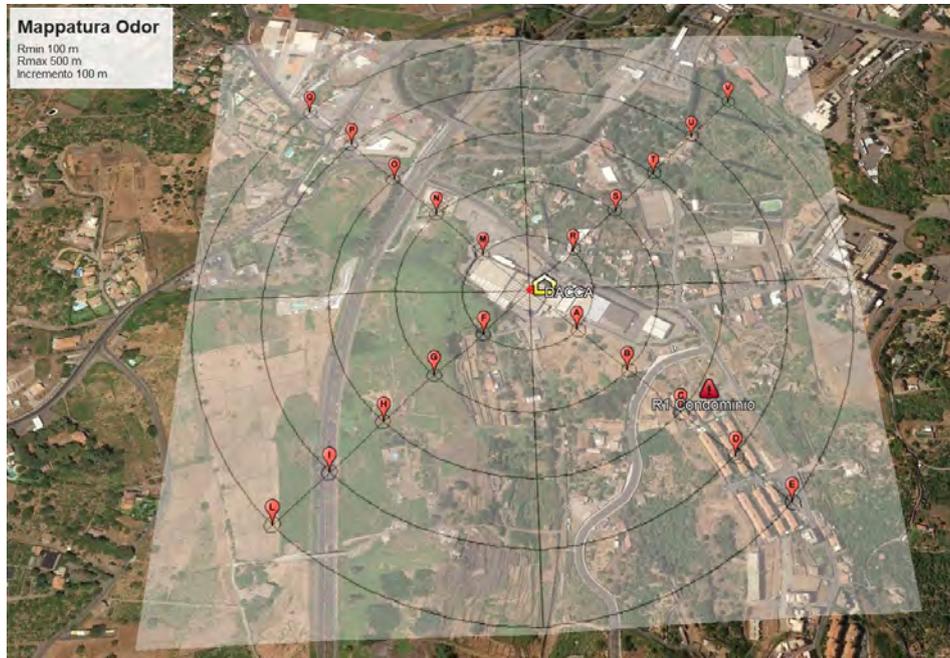


Figura 7 – Punti di controllo del livello di concentrazione/odore

Di seguito si riporta la Tabella 11 con l'indicazione delle coordinate dei punti di controllo:

Punto	X [m E]	Y [m N]	Distanza Dacca [m]	Allineamento
A	512180.42	4163123.81	100	S-E
B	512254.97	4163055.65	200	
C	512331.05	4162988.62	300	
D	512405.80	4162921.05	400	
E	512480.14	4162854.20	500	
F	512042.42	4163112.21	100	S-W
G	511976.65	4163037.25	200	
H	511913.44	4162959.21	300	
I	511847.47	4162882.80	400	
L	511782.85	4162805.20	500	
M	512032.78	4163257.38	100	N-W
N	511957.12	4163325.39	200	
O	511884.86	4163391.80	300	
P	511809.29	4163459.97	400	
Q	511732.19	4163527.52	500	
R	512172.76	4163262.49	100	N-E
S	512239.71	4163341.36	200	
T	512301.10	4163417.20	300	
U	512366.36	4163494.73	400	
V	512431.89	4163572.21	500	

Tabella 12

Struttura: UO SG1.3	Direttore Tecnico ARPA Sicilia dott. Vincenzo Infantino	Responsabile procedimento: ing. G. Madonia Collaboratori: ing G. Agnello , ing G. Amorelli *Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA	Data: 13/2/2018		15
------------------------	------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------	---------------------------------------------------------------------------------------	----

6. Ricostruzione dei campi meteorologici

Per lo studio della dinamica dei campi meteorologici nel dominio di riferimento, è stato utilizzato il processore CALMET il quale, oltre che intersecare i dati delle stazioni meteo di superficie con quelli inerenti il profilo verticale di temperatura (radiosondaggio) tiene conto anche delle caratteristiche geofisiche (orografia e uso del suolo) del contesto in cui si opera.

Il processore meteorologico ha prodotto, per ciascuno dei due intervalli di simulazione esaminati, 8 campi orari tridimensionali di vento (direzione e velocità) e temperatura, unitamente alle principali variabili micro-meteorologiche descrittive della turbolenza (altezza dello strato limite, lunghezza di Monin-Obukov, velocità d'attrito, etc.).

Si riportano, di seguito, i quadri anemologici riepilogativi riferiti al 27 giugno 2014 [h 8:⁰⁰-17:⁰⁰] ed al 3 ottobre 2014 [h 8:⁰⁰-17:⁰⁰]. Tali giorni, come detto in precedenza, sono stati estrapolati dall'analisi delle serie storiche di vento della zona in studio riferite agli anni 2012÷2016.

RICOSTRUZIONE CAMPI DI VENTO 27 Giugno 2014 [h 8:⁰⁰-17:⁰⁰]

Δ = sorgente emissiva

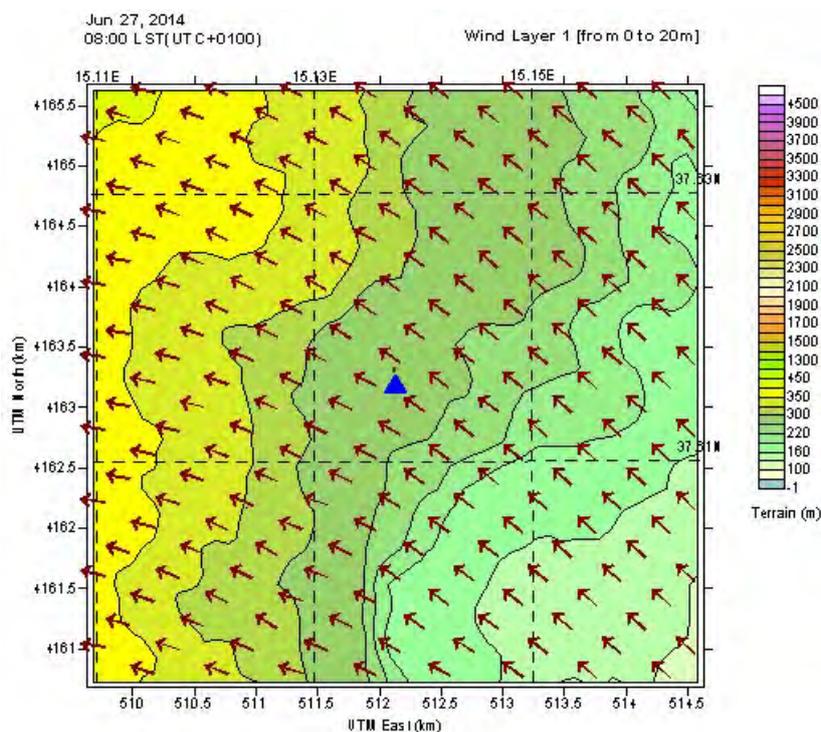


Figura 8 – Ore 8:00 - Ricostruzione meteo per il primo layer [0÷20m]

Struttura: UO SG1.3	Direttore Tecnico ARPA Sicilia dott. Vincenzo Infantino	Responsabile procedimento: ing. G. Madonia Collaboratori: ing G. Agnello , ing G. Amorelli <i>*Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA</i>	Data: 13/2/2018	
-------------------------------	-------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------	--

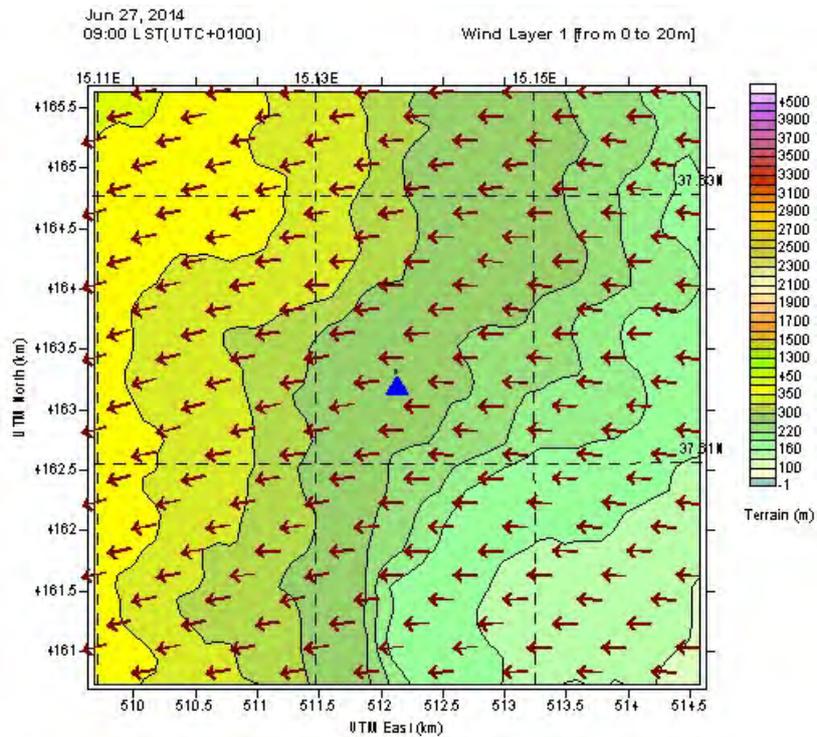


Figura 9 - Ore 9:00 - Ricostruzione meteo per il primo layer [0÷20m]

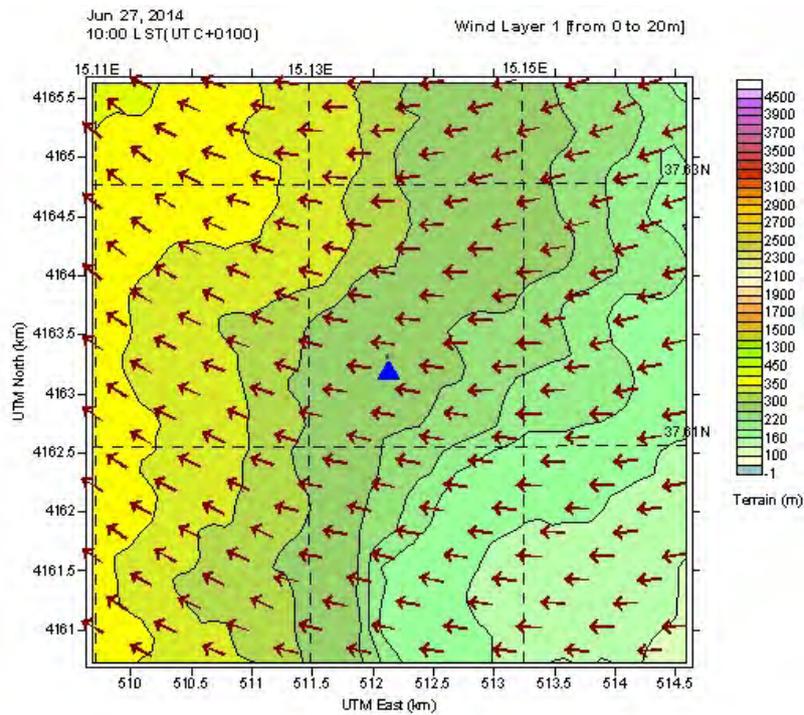


Figura 10 - Ore 10:00 - Ricostruzione meteo per il primo layer [0÷20m]

Struttura: UO SG1.3	Direttore Tecnico ARPA Sicilia dott. Vincenzo Infantino	Responsabile procedimento: ing. G. Madonia Collaboratori: ing G. Agnello , ing G. Amorelli <i>*Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA</i>	Data: 13/2/2018	
-------------------------------	-------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

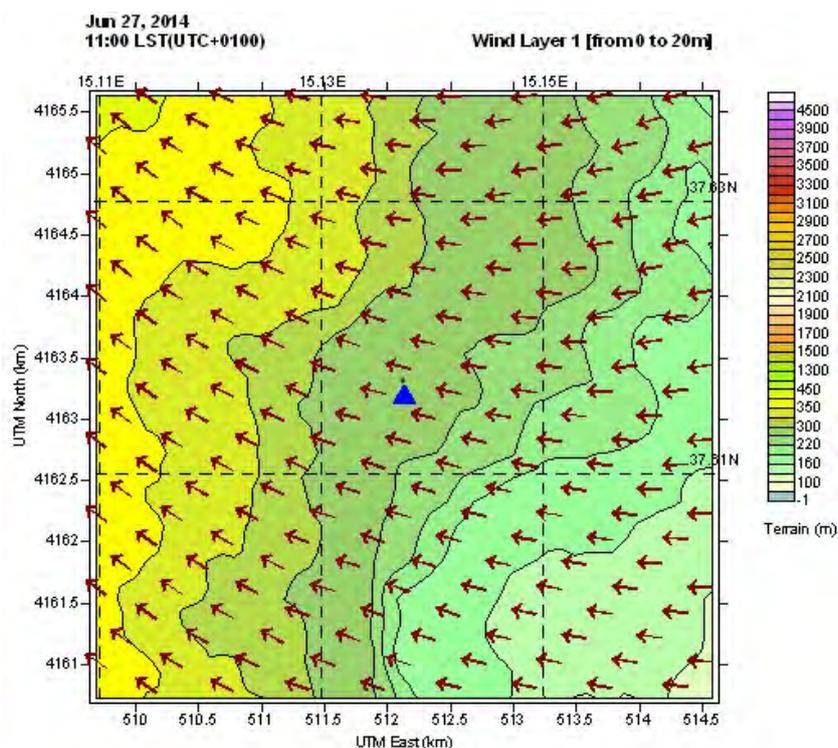


Figura 11 - Ore 11:00 - Ricostruzione meteo per il primo layer [0÷20m]

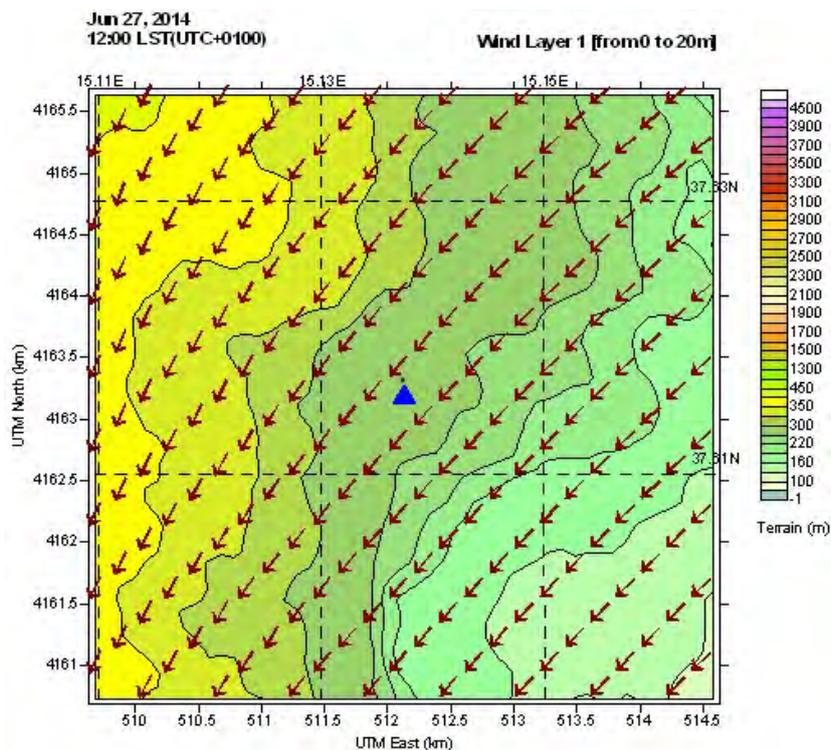


Figura 12 - Ore 12:00 - Ricostruzione meteo per il primo layer [0÷20m]

Struttura: UO SG1.3	Direttore Tecnico ARPA Sicilia dott. Vincenzo Infantino	Responsabile procedimento: ing. G. Madonia Collaboratori: ing G. Agnello , ing G. Amorelli *Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA	Data: 13/2/2018	
-------------------------------	-------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

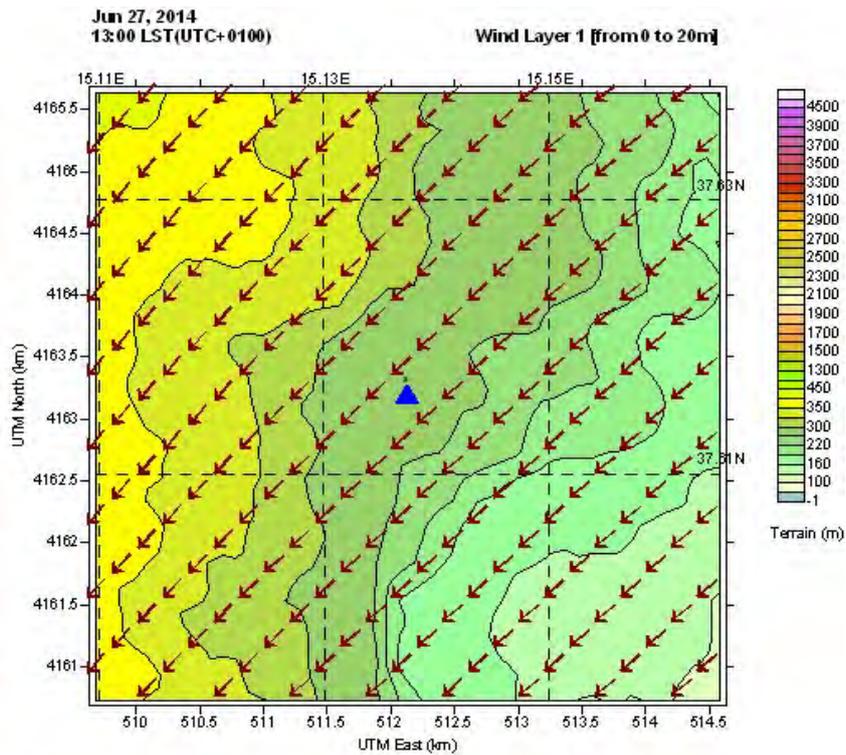


Figura 13 - Ore 13:00 - Ricostruzione meteo per il primo layer [0÷20m]

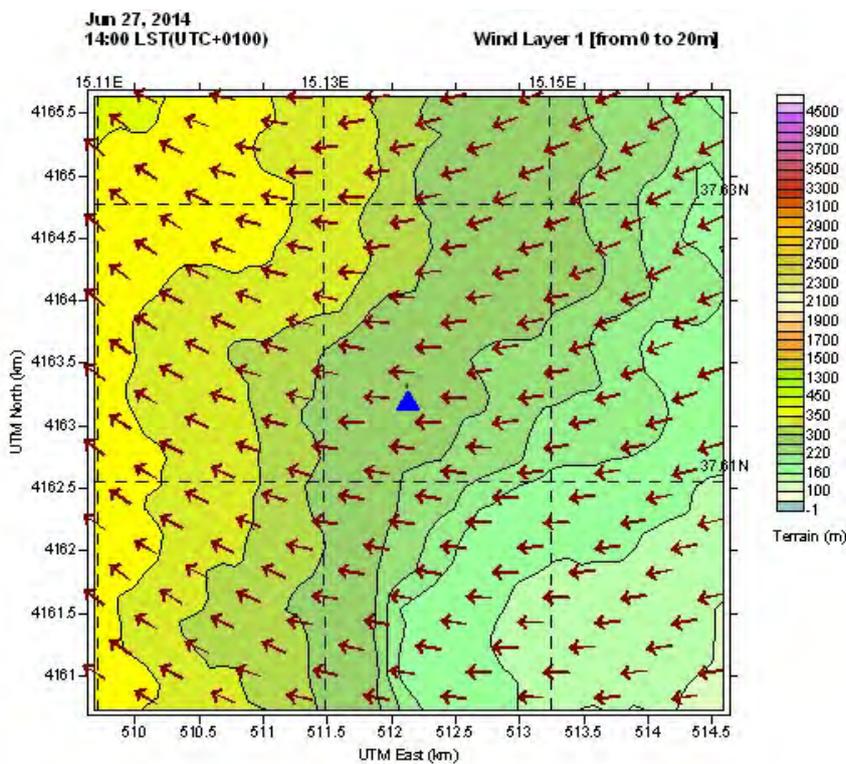


Figura 14 - Ore 14:00 - Ricostruzione meteo per il primo layer [0÷20m]

Struttura: UO SG1.3	Direttore Tecnico ARPA Sicilia dott. Vincenzo Infantino	Responsabile procedimento: ing. G. Madonia Collaboratori: ing G. Agnello , ing G. Amorelli <i>*Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA</i>	Data: 13/2/2018	
-------------------------------	-------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

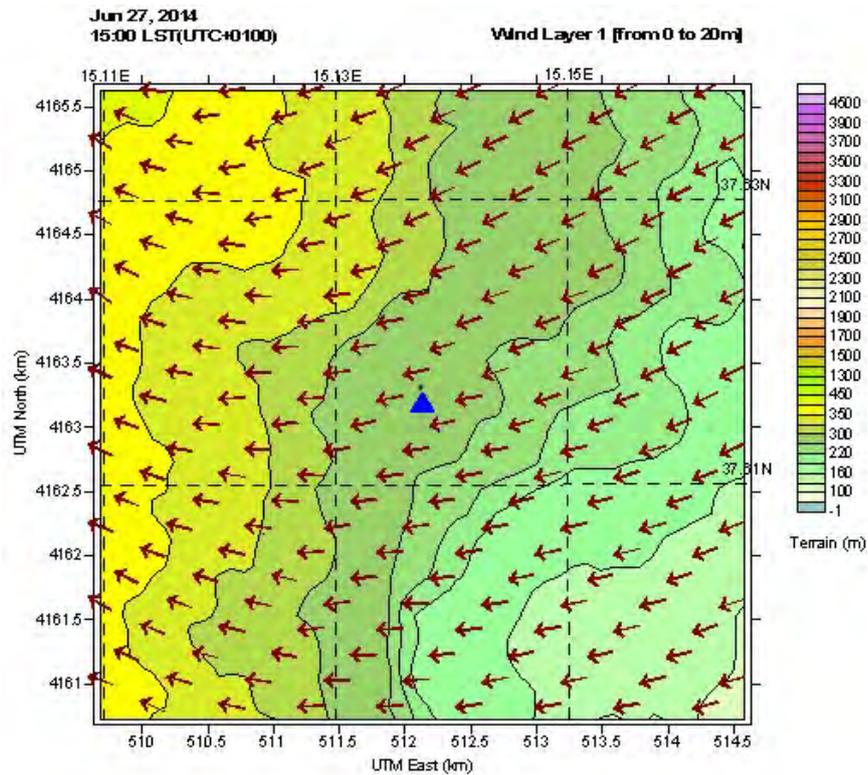


Figura 15 - Ore 15:00 - Ricostruzione meteo per il primo layer [0÷20m]

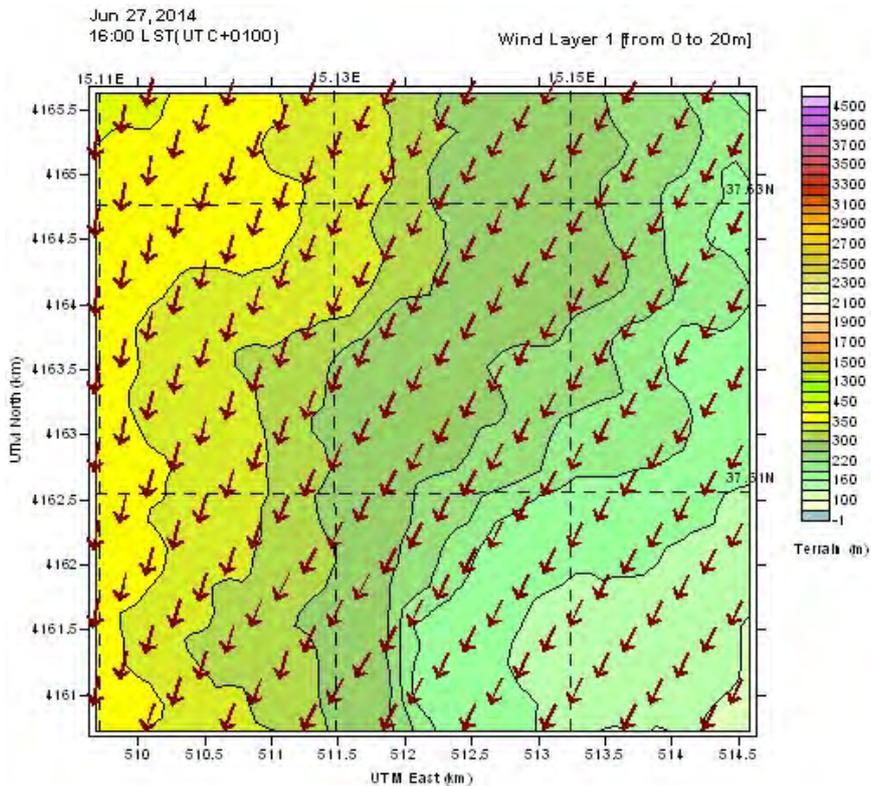


Figura 16- Ore 16:00 - Ricostruzione meteo per il primo layer [0÷20m]

Struttura: UO SG1.3	Direttore Tecnico ARPA Sicilia dott. Vincenzo Infantino	Responsabile procedimento: ing. G. Madonia Collaboratori: ing G. Agnello , ing G. Amorelli <i>*Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA</i>	Data: 13/2/2018	
-------------------------------	-------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

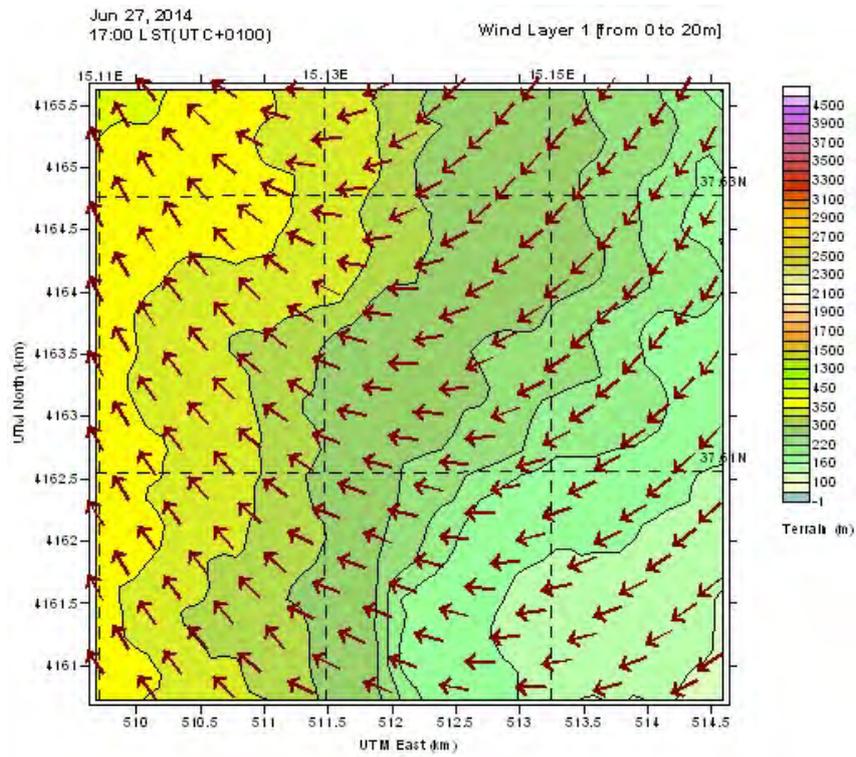


Figura 17- Ore 17:00 - Ricostruzione meteo per il primo layer [0÷20m]

Struttura: UO SG1.3	Direttore Tecnico ARPA Sicilia dott. Vincenzo Infantino	Responsabile procedimento: ing. G. Madonia Collaboratori: ing G. Agnello , ing G. Amorelli <i>*Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA</i>	Data: 13/2/2018	
-------------------------------	-------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

RICOSTRUZIONE CAMPI DI VENTO 3 Ottobre 2014 [h 8:00-17:00]

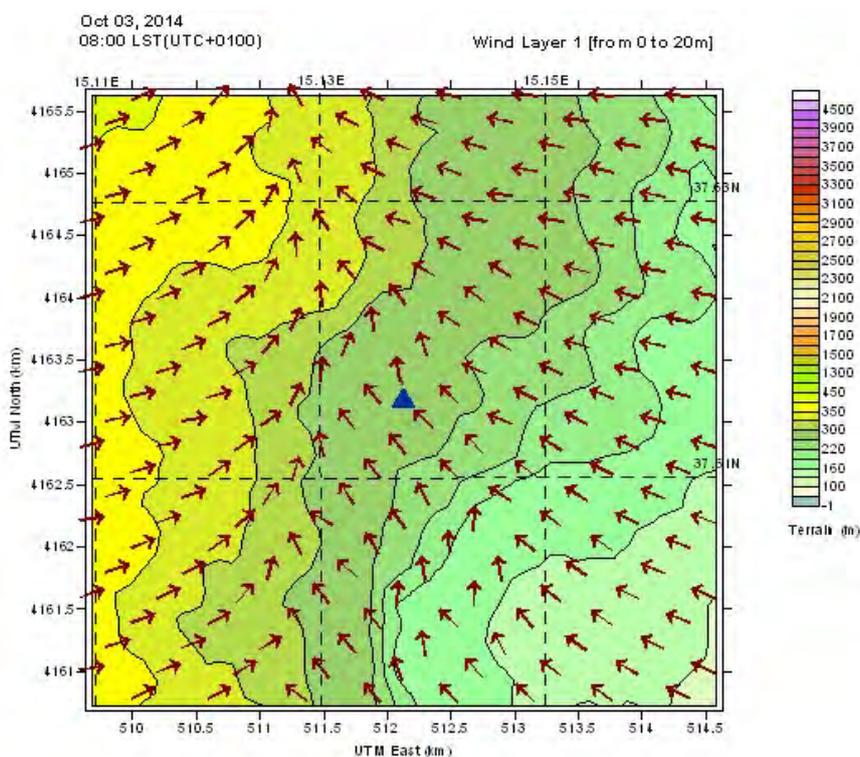


Figura 18 - Ore 8:00 - Ricostruzione meteo per il primo layer [0÷20m]

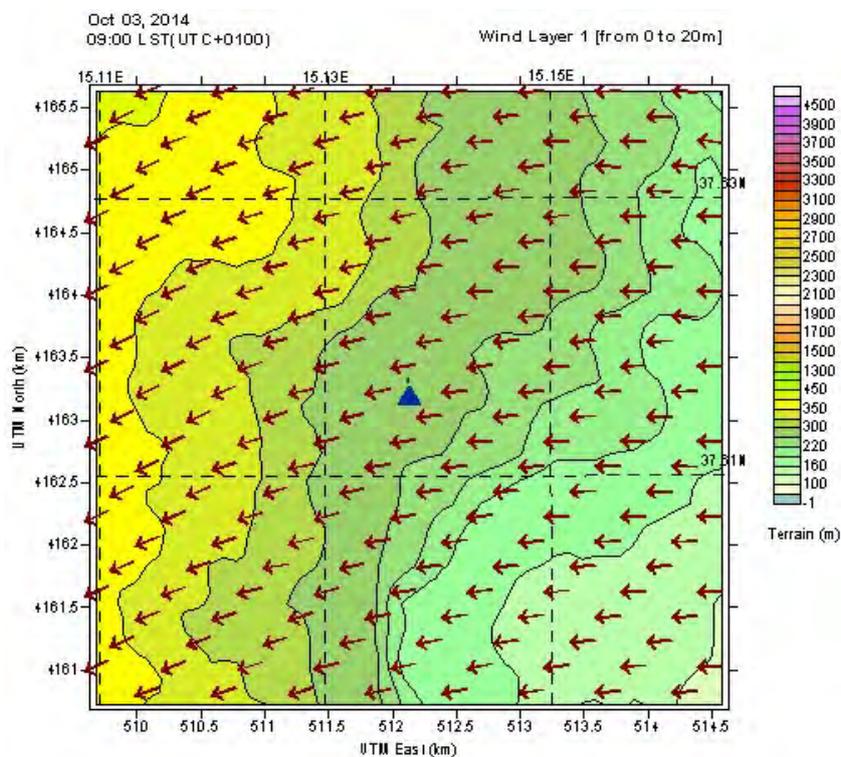


Figura 19- Ore 9:00 - Ricostruzione meteo per il primo layer [0÷20m]

Struttura: UO SG1.3	Direttore Tecnico ARPA Sicilia dott. Vincenzo Infantino	Responsabile procedimento: ing. G. Madonia Collaboratori: ing G. Agnello , ing G. Amorelli *Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA	Data: 13/2/2018	
-------------------------------	-------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

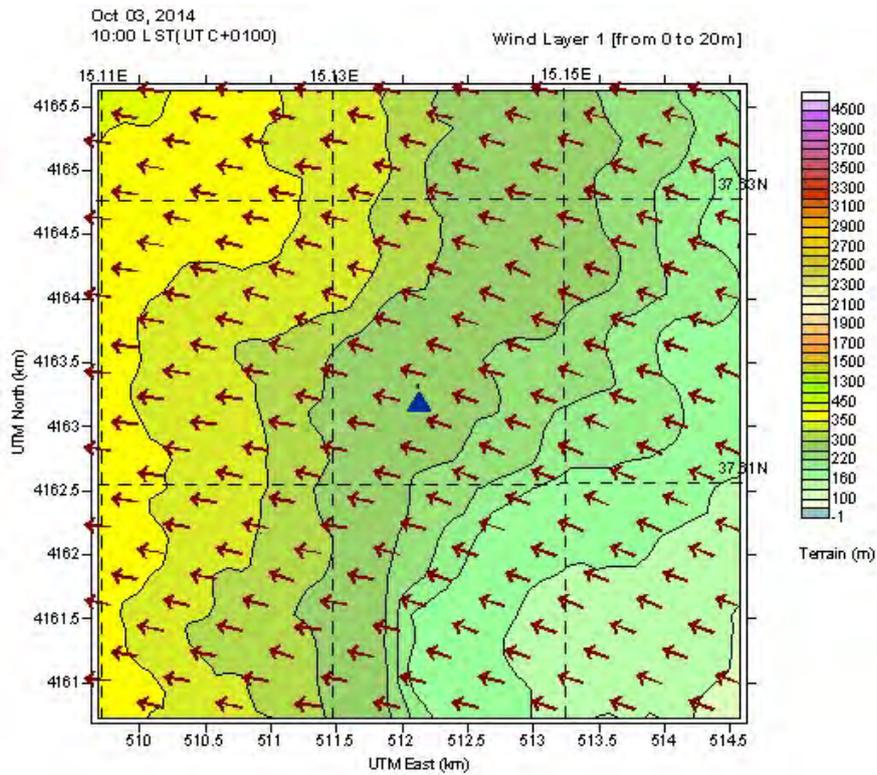


Figura 20- Ore 10:00 - Ricostruzione meteo per il primo layer [0÷20m]

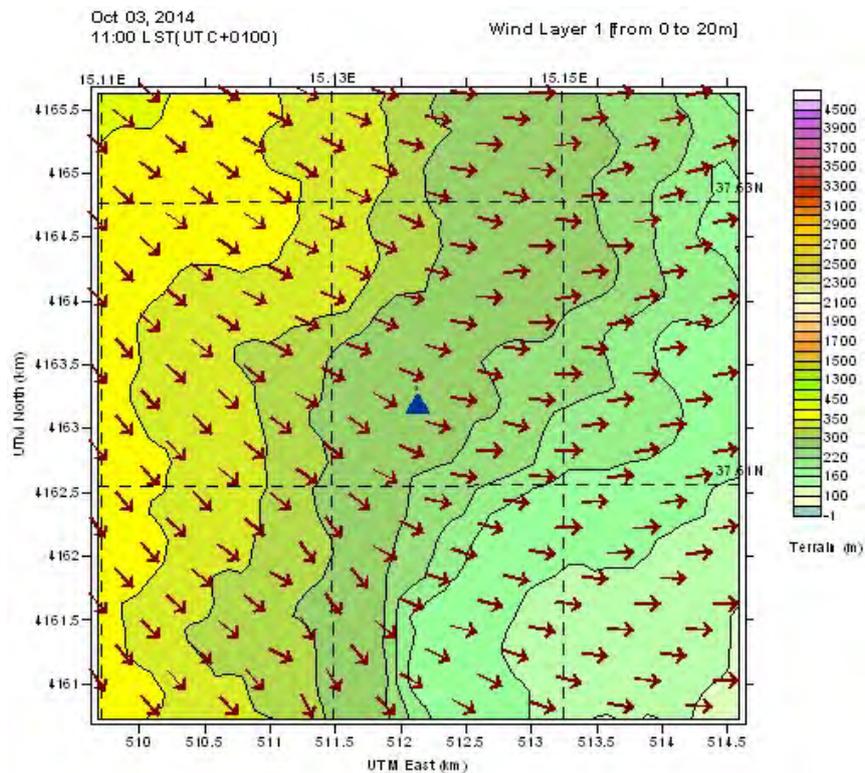


Figura 21- Ore 11:00 - Ricostruzione meteo per il primo layer [0÷20m]

Struttura: UO SG1.3	Direttore Tecnico ARPA Sicilia dott. Vincenzo Infantino	Responsabile procedimento: ing. G. Madonia Collaboratori: ing G. Agnello , ing G. Amorelli <i>*Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA</i>	Data: 13/2/2018	
-------------------------------	-------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

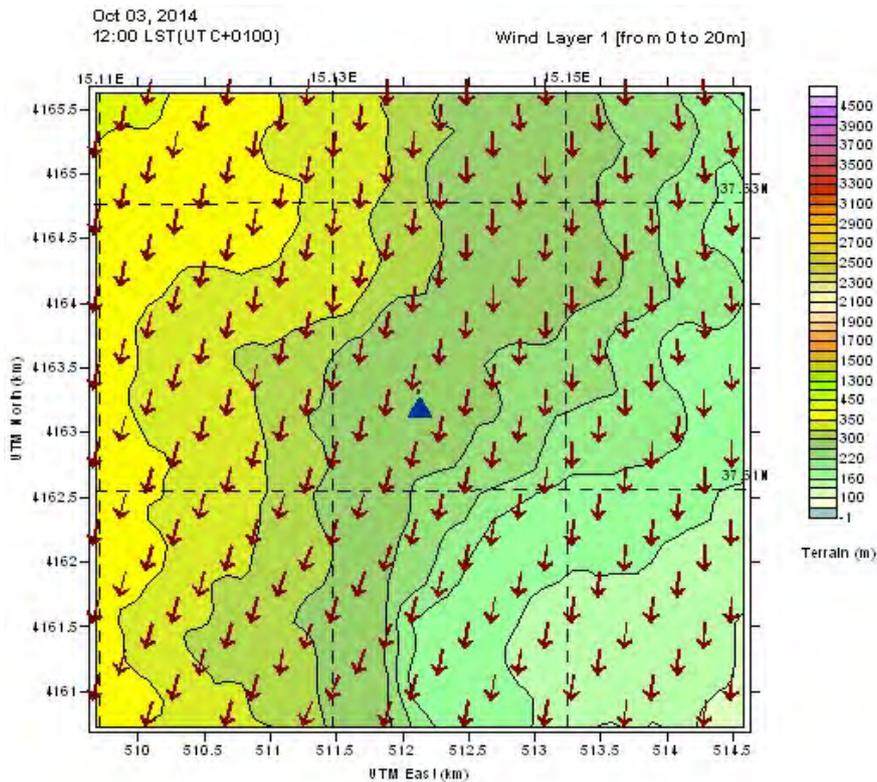


Figura 22- Ore 12:00 - Ricostruzione meteo per il primo layer [0÷20m]

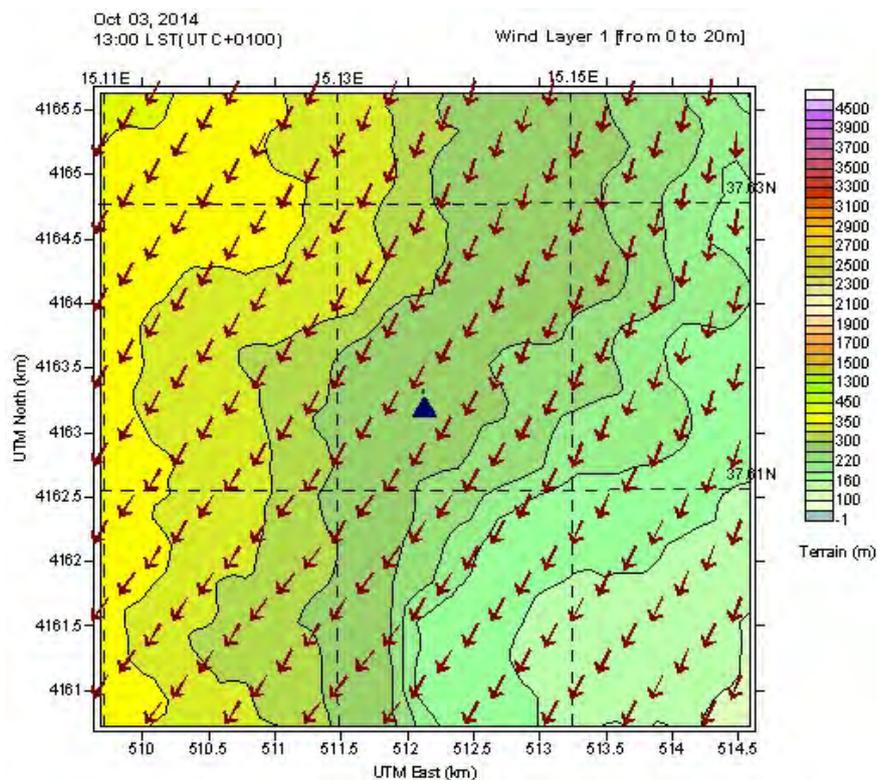


Figura 23- Ore 13:00 - Ricostruzione meteo per il primo layer [0÷20m]

Struttura: UO SG1.3	Direttore Tecnico ARPA Sicilia dott. Vincenzo Infantino	Responsabile procedimento: ing. G. Madonia Collaboratori: ing G. Agnello , ing G. Amorelli <i>*Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA</i>	Data: 13/2/2018	
-------------------------------	-------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

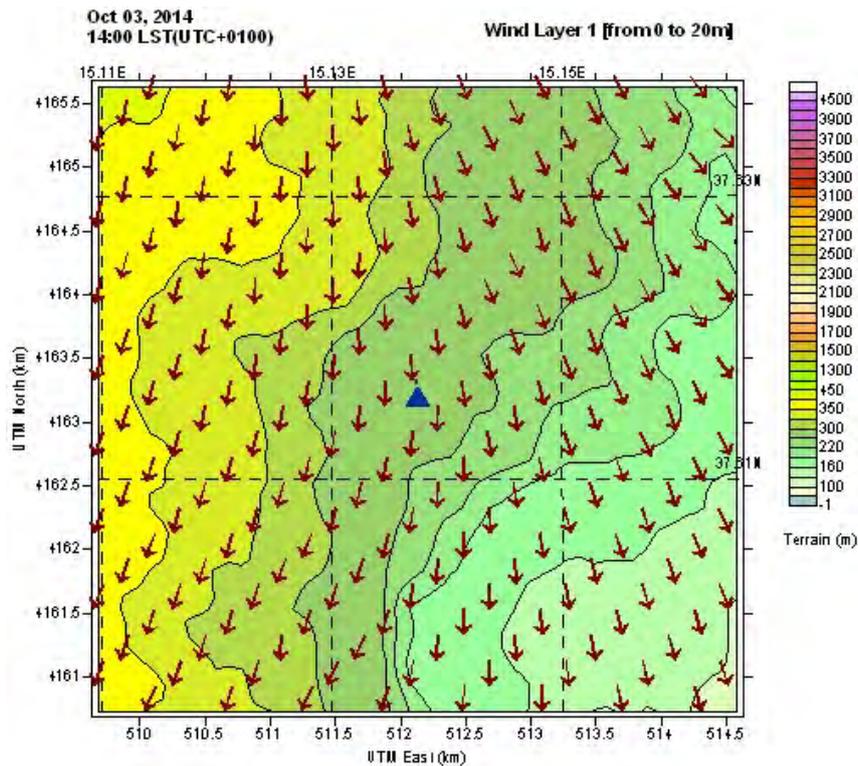


Figura 24- Ore 14:00 - Ricostruzione meteo per il primo layer [0÷20m]

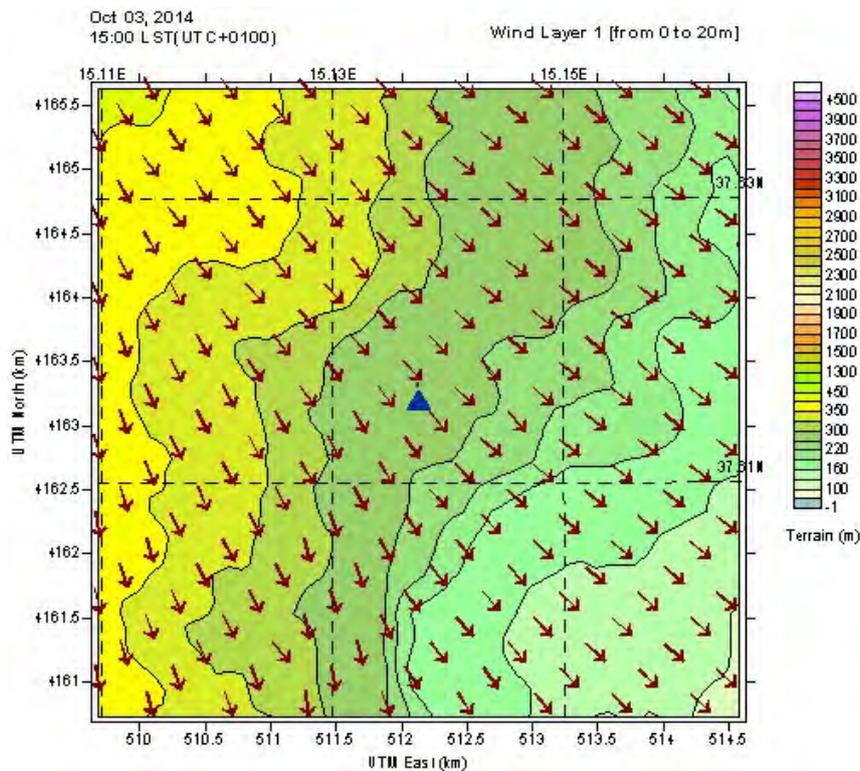


Figura 25- Ore 15:00 - Ricostruzione meteo per il primo layer [0÷20m]

Struttura: UO SG1.3	Direttore Tecnico ARPA Sicilia dott. Vincenzo Infantino	Responsabile procedimento: ing. G. Madonia Collaboratori: ing G. Agnello , ing G. Amorelli <i>*Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA</i>	Data: 13/2/2018	
-------------------------------	-------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

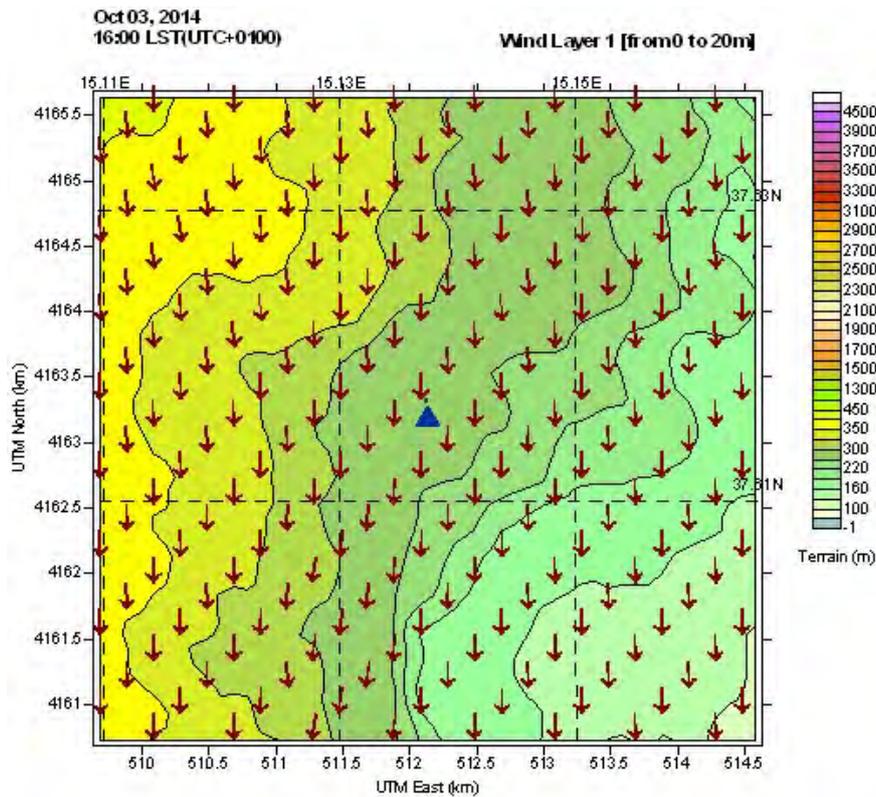


Figura 26- Ore 16:00 - Ricostruzione meteo per il primo layer [0÷20m]

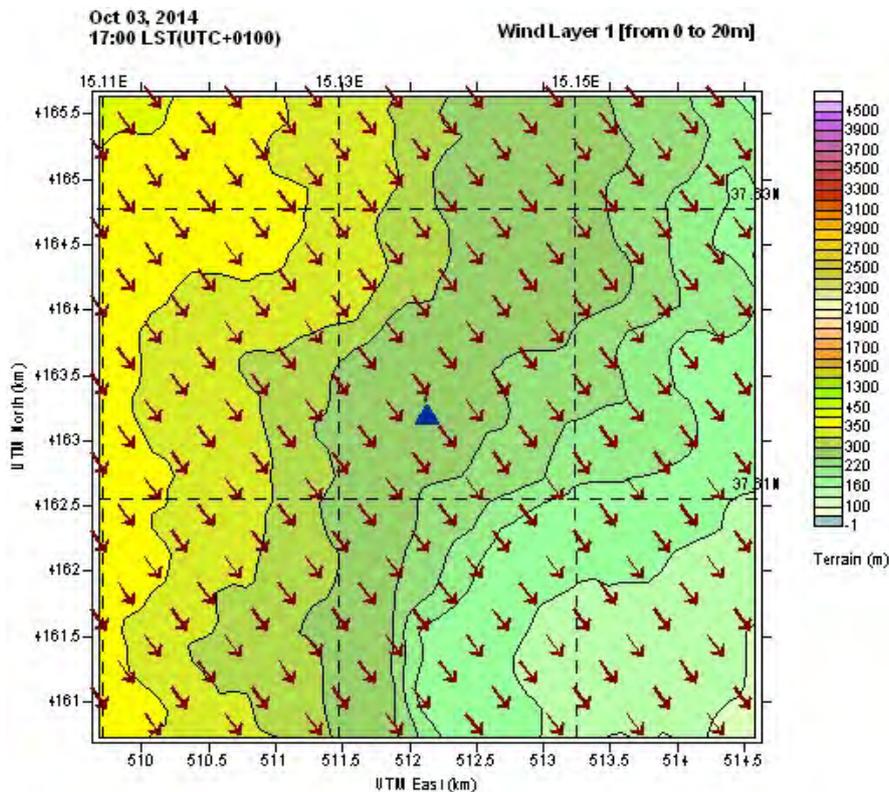


Figura 27- Ore 17:00 - Ricostruzione meteo per il primo layer [0÷20m]

Struttura: UO SG1.3	Direttore Tecnico ARPA Sicilia dott. Vincenzo Infantino	Responsabile procedimento: ing. G. Madonia Collaboratori: ing G. Agnello , ing G. Amorelli <i>*Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA</i>	Data: 13/2/2018	
-------------------------------	-------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

La ricostruzione dei campi meteorologici nei due giorni di simulazione è stata rappresentata solo con riferimento al primo layer [0÷20m]. Ciò in quanto il volume compreso tra il suolo ed il primo strato risulta essere quello maggiormente interessato dai fenomeni d'interazione con la rugosità del terreno, ed è ragionevole ammettere che al suo interno si consumino i principali processi di trasporto e diffusione dello stirene.

Sebbene per brevità la rappresentazione sia stata limitata al primo layer, il modello di simulazione ha interamente ricostruito gli andamenti orari dei parametri meteorologici per la totalità dei 9 layer presi in esame.

Dall'analisi dei campi si osserva una netta distinzione tra gli andamenti del vento di giugno e di ottobre: nel primo periodo si riscontra prevalentemente un vento da Est-Nord-Est, mentre nel secondo esso è prevalentemente spirante dalle direzioni Nord-Nord-Ovest.

Di seguito si riportano i quadri di concentrazione al suolo dello stirene ottenuti modellando la diffusione ed il trasporto dell'inquinante con i dati emissivi acquisiti presso lo stabilimento DACCA monouso S.p.A. Il report delle concentrazioni mostra i dati della prima simulazione riferita al 27 giugno e della seconda, valida per il 3 ottobre 2014.

Si precisa che i dati riportati non si riferiscono alla simulazione di eventi realmente accaduti nei giorni 27 giugno e 3 ottobre ma, piuttosto, ricostruiscono gli scenari di massima emissione (compatibilmente con i dati emissivi assunti) dipendenti dalle condizioni meteorologiche preselezionate. Il criterio di selezione delle giornate meteo di riferimento è stato in precedenza discusso e discende dall'analisi pluriennale delle serie storiche di vento registrate nell'intorno del dominio di studio. Pertanto, le condizioni rappresentate non costituiscono esiti modellistici assoluti, ma sono relative a quelle nelle quali l'intensità e la direzione del vento del campo meteo si manifestano con la maggiore frequenza oraria.

Struttura: UO SG1.3	Direttore Tecnico ARPA Sicilia dott. Vincenzo Infantino	Responsabile procedimento: ing. G. Madonia* Collaboratori: ing G. Agnello , ing G. Amorelli *Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA	Data: 13/2/2018	
-------------------------------	-------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

Simulazione dei quadri di ricaduta al suolo dello stirene rilasciato in atmosfera dallo stabilimento DACCA monouso S.p.A.

Legenda:

X : Recettori

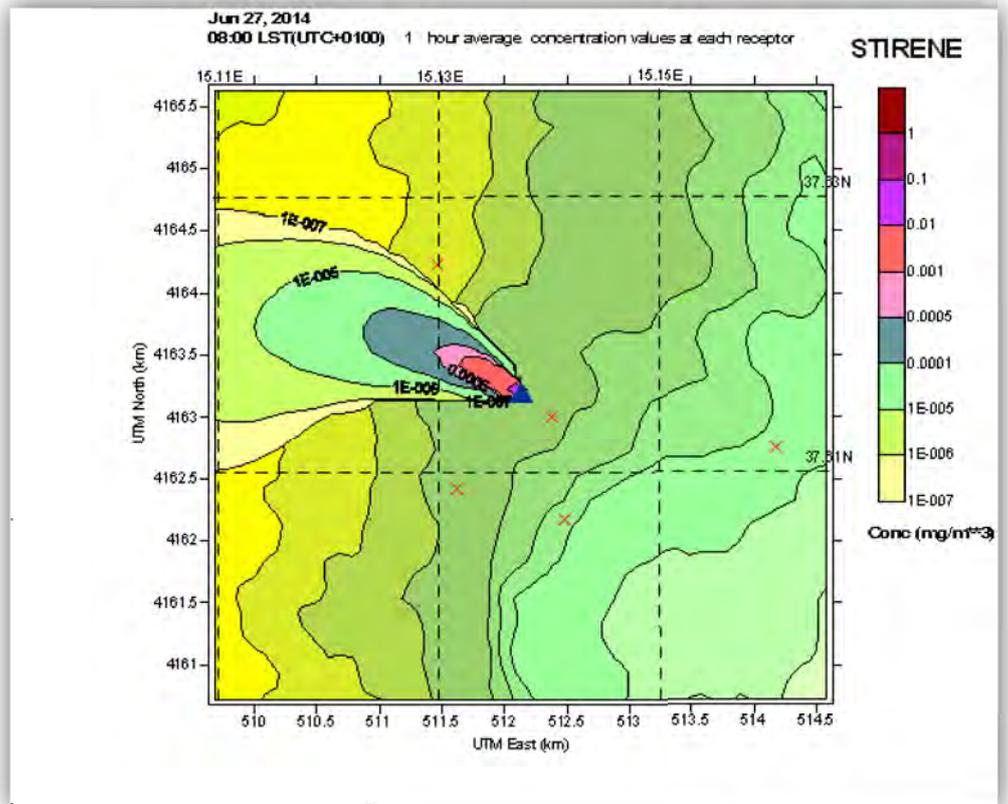
△: Sorgente

QUADRO 1

27 giugno ore 8^{:00}

La più alta concentrazione si registra in corrispondenza di valori trascurabili [$<0.1\mu\text{g}/\text{mc}$]. Nessuno tra i recettori risulta investito dalla ricaduta al suolo

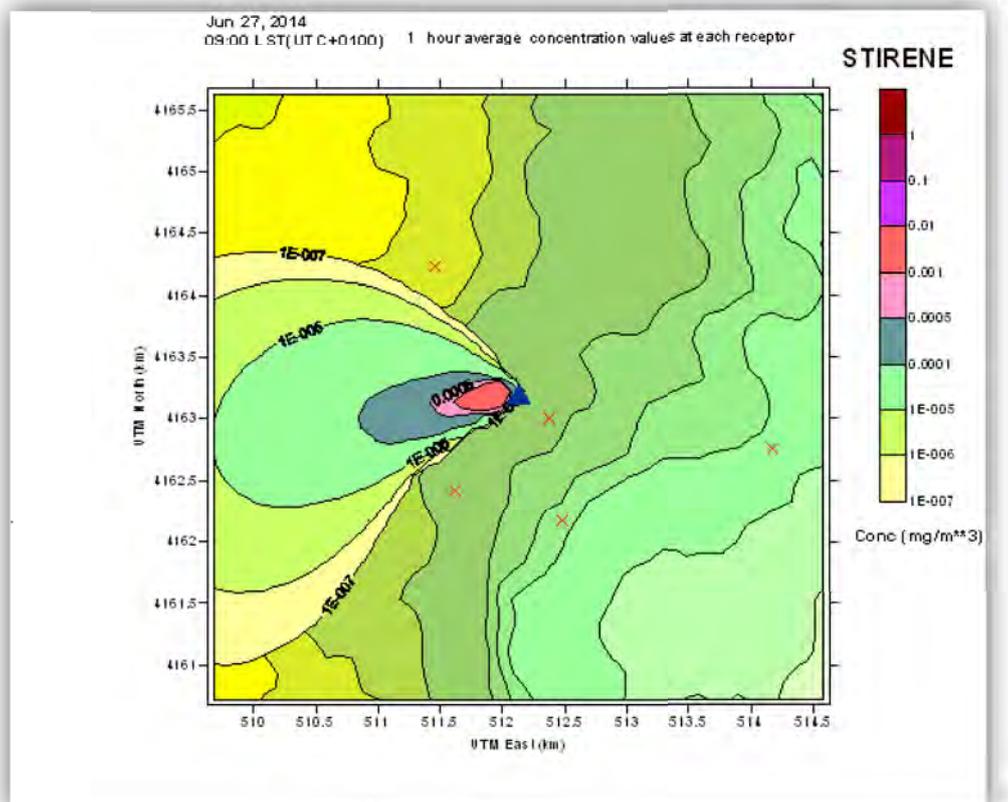
MODELLO SIMULAZIONE 27 GIUGNO



QUADRO 2

27 giugno ore 9^{:00}

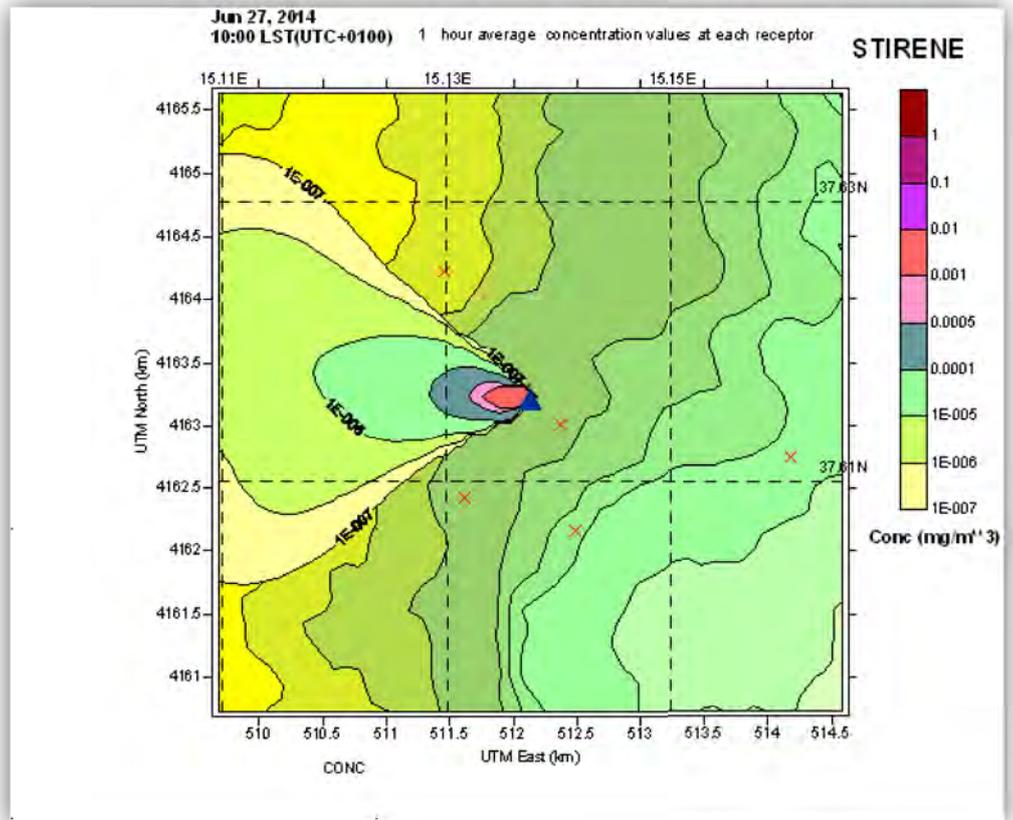
Nessuno tra i recettori risulta investito dalla ricaduta al suolo



QUADRO 3

27 giugno ore 10^{:00}

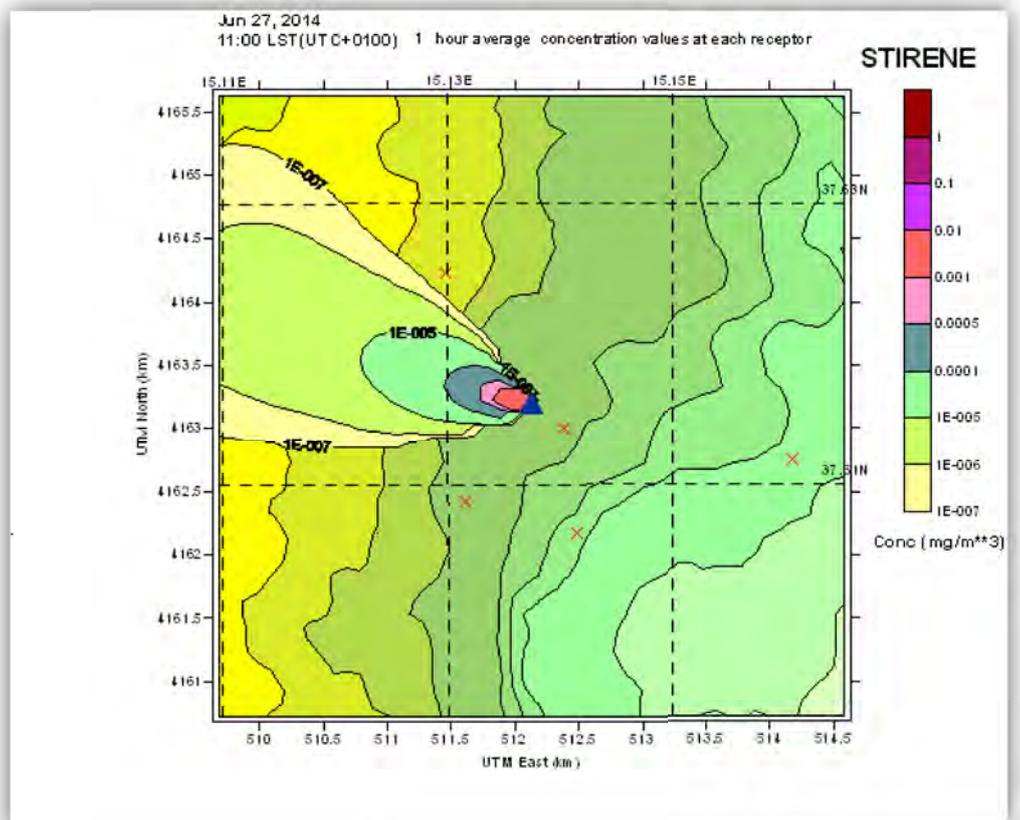
Il quadro diffusivo relativo alla terza ora di simulazione manifesta una ricaduta che non coinvolge alcun recettore tra quelli selezionati e monitorati.



QUADRO 4

27 giugno ore 11^{:00}

Nessuno tra i recettori risulta investito dalla ricaduta al suolo. In ciascuno punto di ricaduta i valori sono trascurabili ed inferiori ai limiti sanitario e odorigeno.

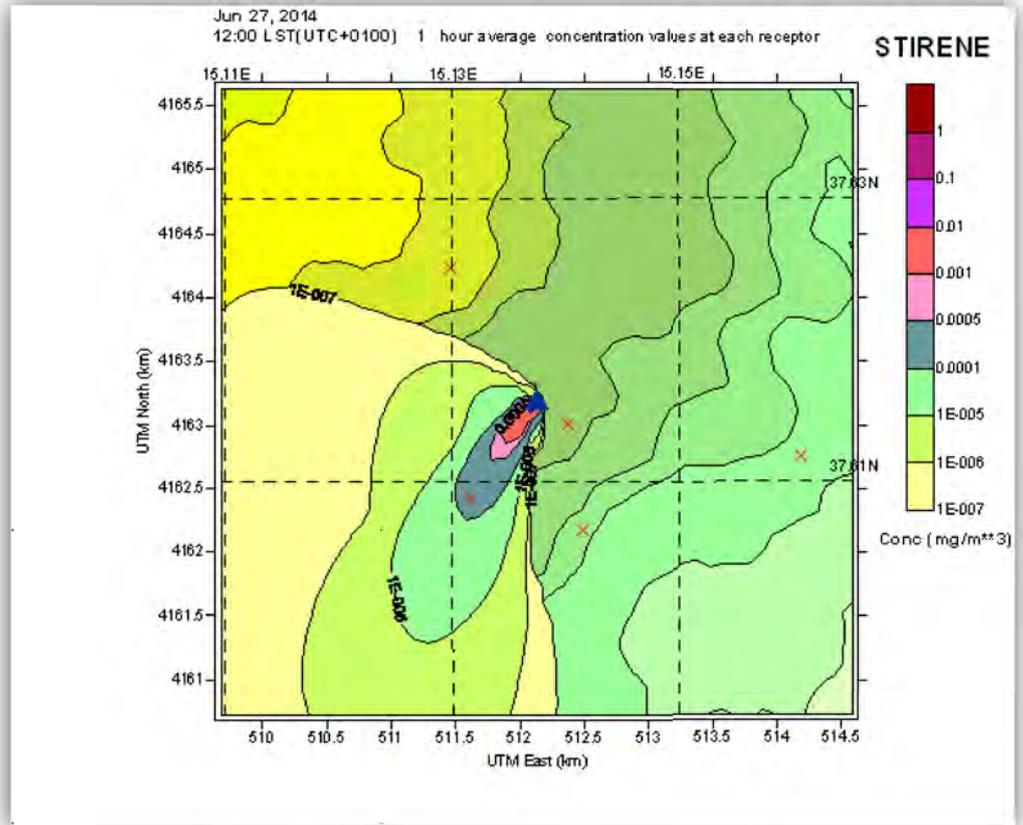


QUADRO 5

27 giugno ore 12^{:00}

Nessuno tra i recettori risulta investito dalla ricaduta al suolo ad eccezione del Recettore3 [Aci S.

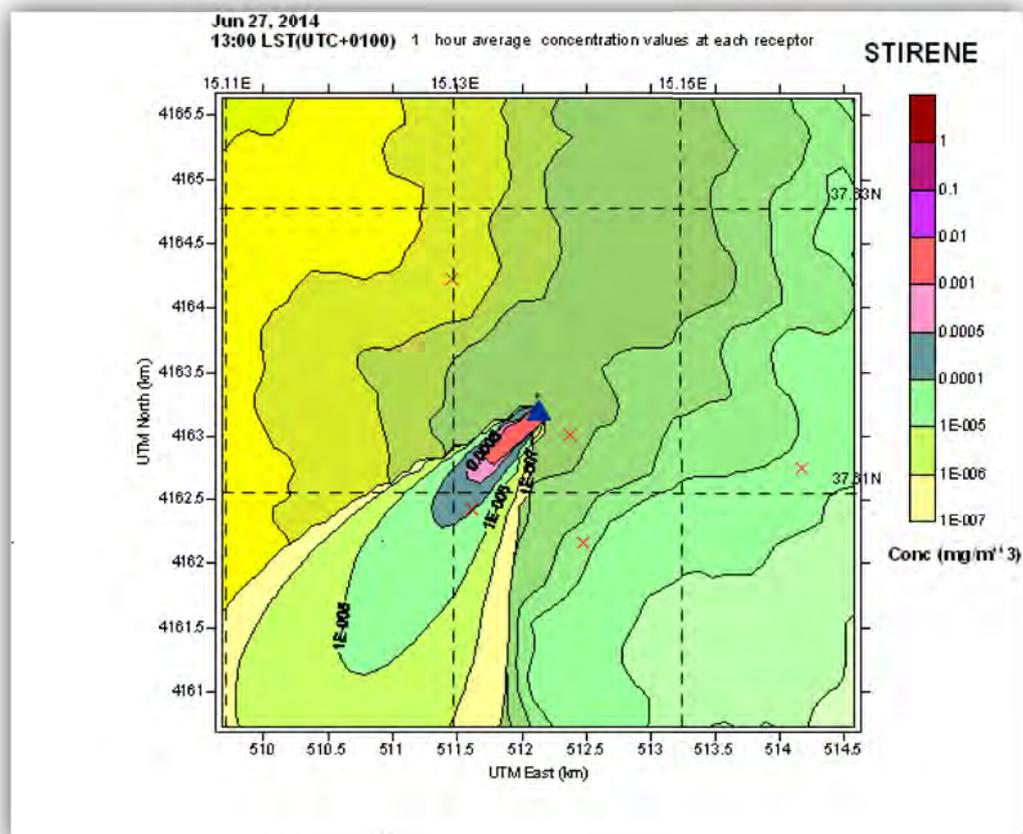
Antonio]dove si registra una ricaduta molto debole.



QUADRO 6

27 giugno ore 13^{:00}

L'unico recettore coinvolto nella ricaduta è R3 [Aci S. Antonio] sebbene con concentrazioni trascurabili ed inferiori ai limiti sanitario e odorigeno.



Struttura:
UO SG1.3

Direttore Tecnico ARPA Sicilia
dott. Vincenzo Infantino

Responsabile procedimento: ing. G. Madonia
Collaboratori: ing G. Agnello , ing G. Amorelli
*Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA

Data:
13/2/2018

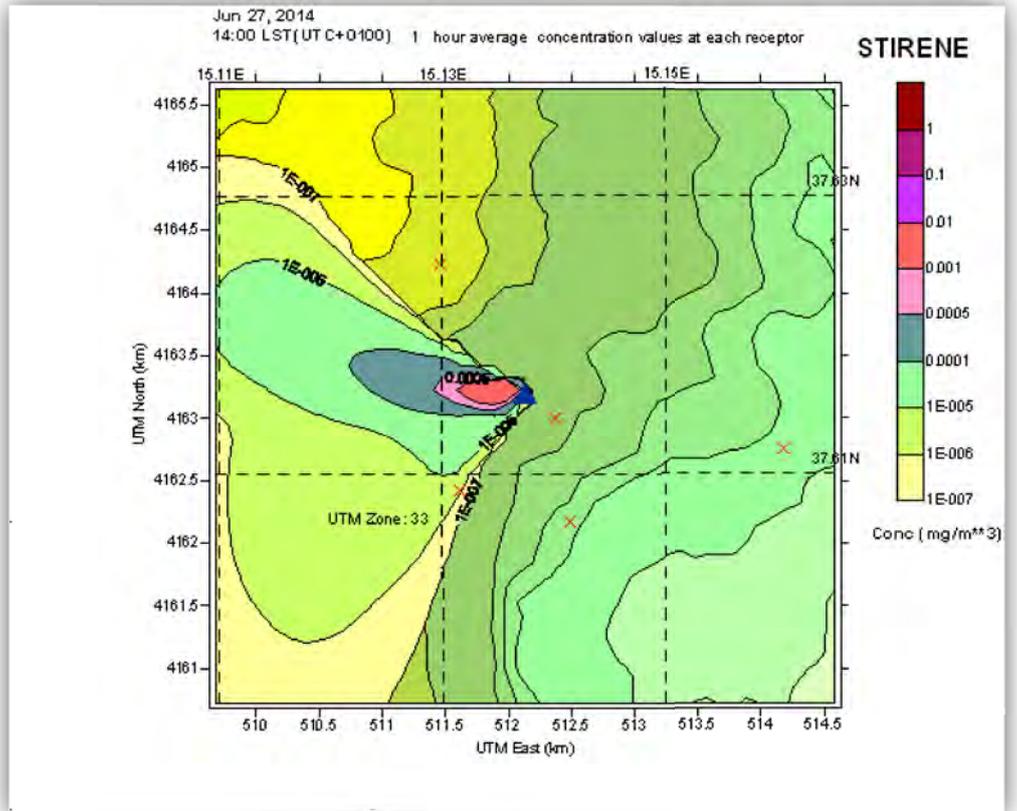


30

QUADRO 7

27 giugno ore 14^{:00}

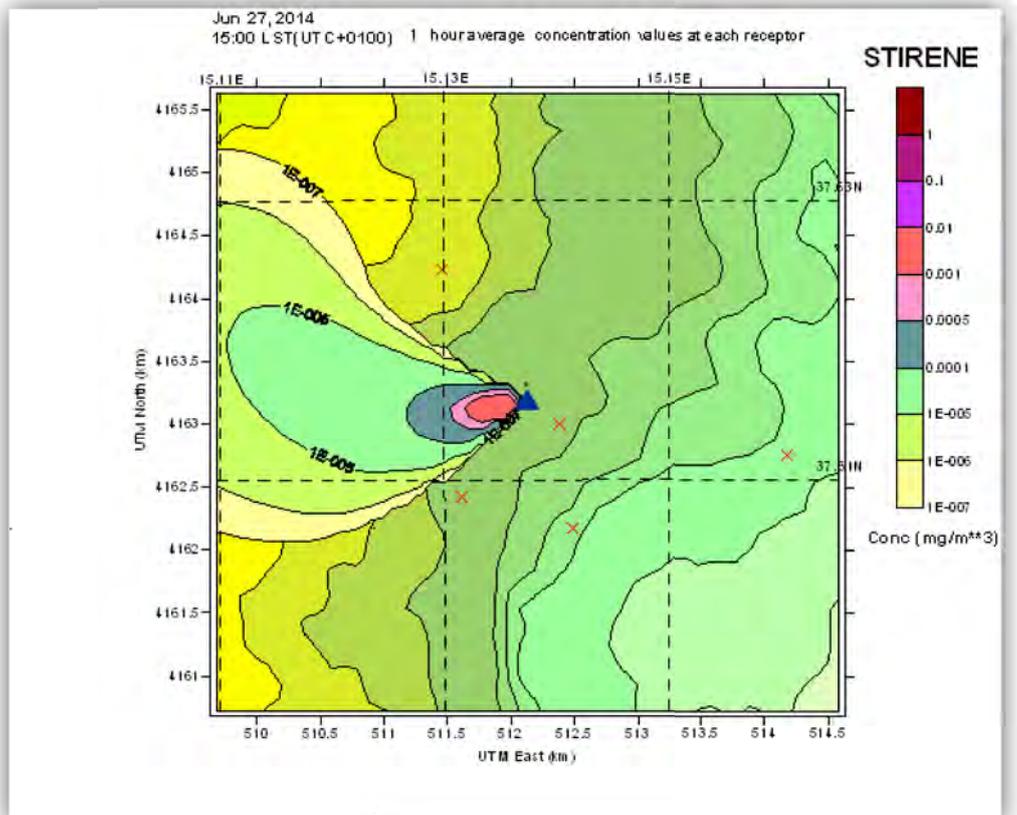
Il recettore coinvolto nella ricaduta è R3 [Aci S. Antonio] sebbene con concentrazioni trascurabili ed inferiori ai limiti sanitario e odorigeno.



QUADRO 8

27 giugno ore 15^{:00}

Nessuno tra i recettori risulta investito dalla ricaduta al suolo



Struttura:
UO SG1.3

Direttore Tecnico ARPA Sicilia
dott. Vincenzo Infantino

Responsabile procedimento: ing. G. Madonia
Collaboratori: ing G. Agnello , ing G. Amorelli
*Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA

Data:
13/2/2018

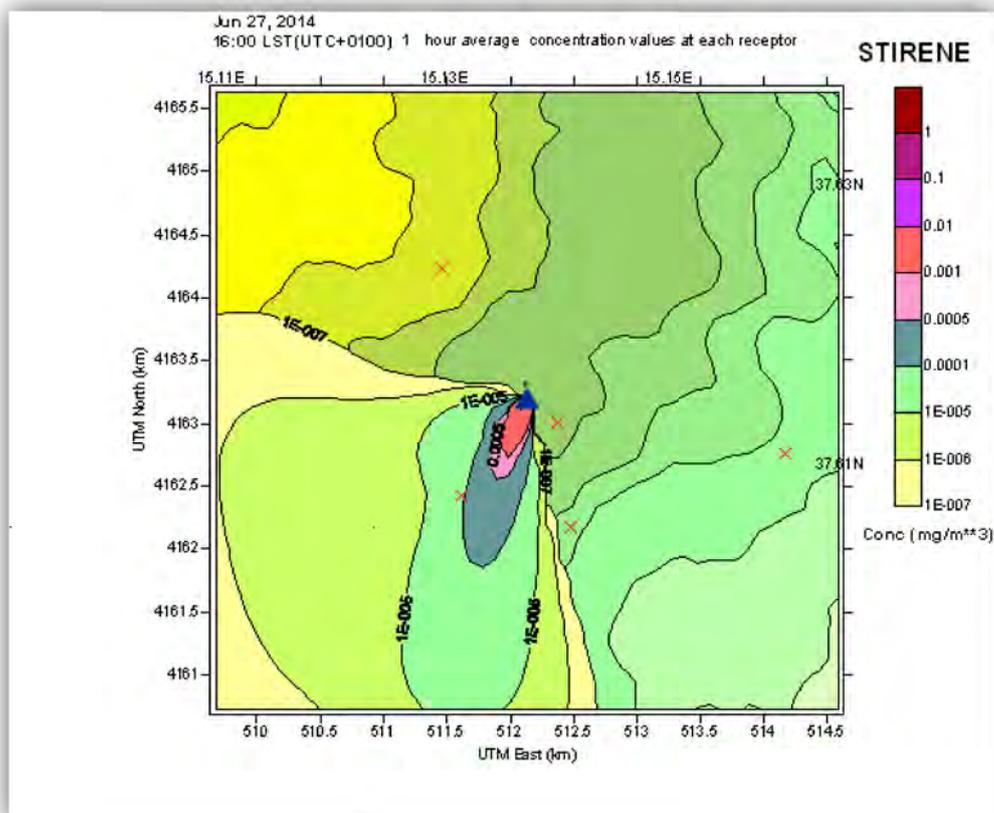


31

QUADRO 9

27 giugno ore 16⁰⁰

Il recettore coinvolto nella ricaduta è R3 [Aci S. Antonio] sebbene con concentrazioni trascurabili ed inferiori ai limiti sanitario e odorigeno.



COSA SI PUO' DIRE?

Alla luce dei risultati della simulazione modellistica del giorno 27 giugno, si può concludere che i valori di concentrazione al suolo dello stirene risultano estremamente bassi rispetto:

- 1) alla eventuale esposizione della popolazione a livelli di concentrazione di stirene superiori al valore limite suggerito dall'EPA ed adottato dall'Istituto Superiore della Sanità per la salvaguardia della salute umana [0.1 mg/l pari a 100 mg/m³ e 25 ppm];
- 2) alla eventuale esposizione della popolazione a interferenze odorigene in misura superiore alla soglia di percezione [202 µg/m³ equivalente ad una unità odorigena [UO_E/Nm³] di stirene].

Il valore soglia a cui si è fatto riferimento, ufficialmente adottato da ISPRA, corrisponde alla soglia bassa (ipotesi conservativa) dello styrene [inhibited]¹ così come riportato nelle linee guida "Metodi di misura delle emissioni Olfattive" Quadro normativo e campagne di misura – APAT 19/2003.

Struttura:
UO SG1.3

Direttore Tecnico ARPA Sicilia
dott. Vincenzo Infantino

Responsabile procedimento: ing. G. Madonia
Collaboratori: ing G. Agnello , ing G. Amorelli
*Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA

Data:
13/2/2018



32

Simulazione dei quadri di ricaduta al suolo dello stirene rilasciato in atmosfera dallo stabilimento DACCA monouso S.p.A.

Legenda:

X : Recettori

△: Sorgente

QUADRO 1

3 ottobre ore 8^{:00}

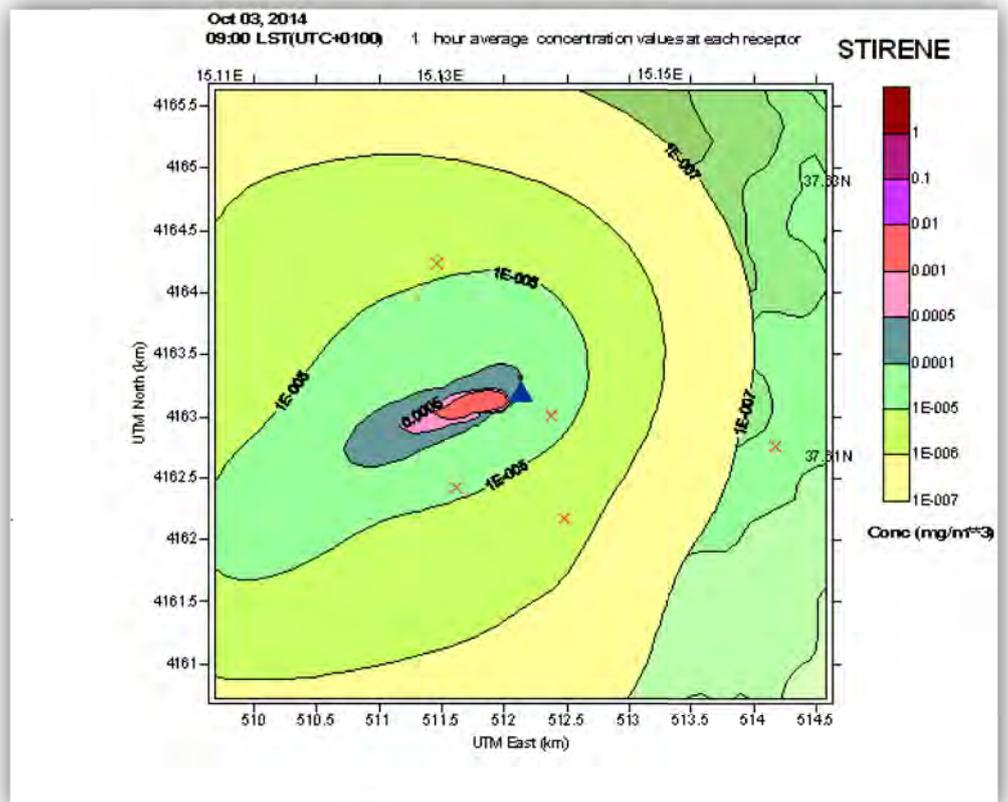
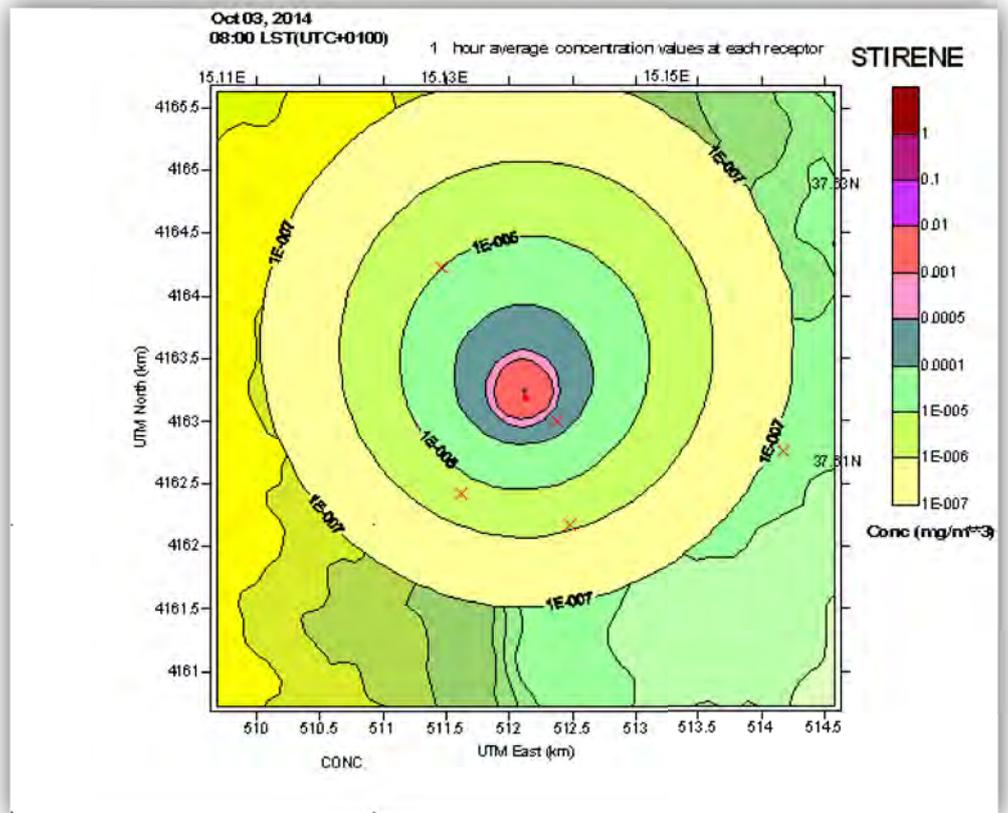
Il quadro di diffusione originato dalle condizioni meteorologiche delle ore 8:00 a.m. indica una uniformità di distribuzione dell'inquinante legata alla scarsa presenza di vento. La più alta concentrazione si registra in corrispondenza del Recettore1 (Condominio) sebbene il suo valore sia comunque trascurabile [$<1\mu\text{g}/\text{mc}$]

QUADRO 2

3 ottobre ore 9^{:00}

La più alta concentrazione si registra in corrispondenza del Recettore 1 (Condominio) e del Recettore 3 [Aci S. Antonio] sebbene i valori siano trascurabili [$<0.1\mu\text{g}/\text{mc}$]

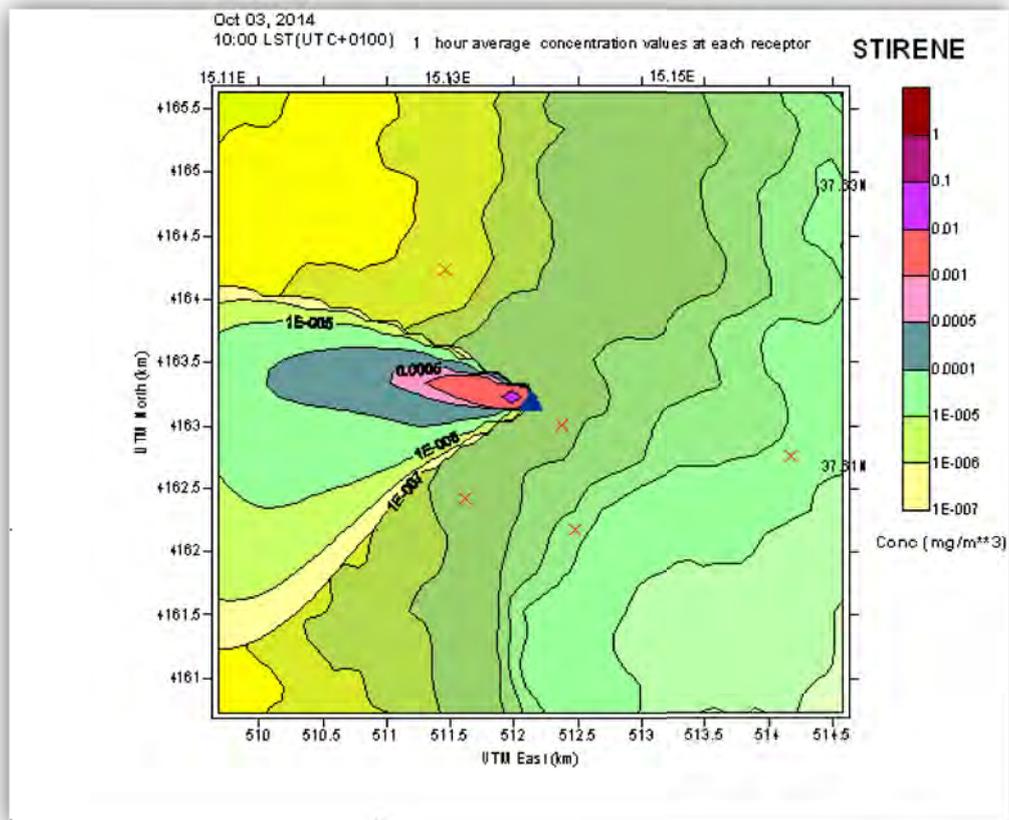
MODELLO SIMULAZIONE 3 OTTOBRE



QUADRO 3

3 ottobre ore 10^{:00}

Il quadro diffusivo relativo alla terza ora di simulazione manifesta una ricaduta che non coinvolge alcun recettore tra quelli selezionati e monitorati.

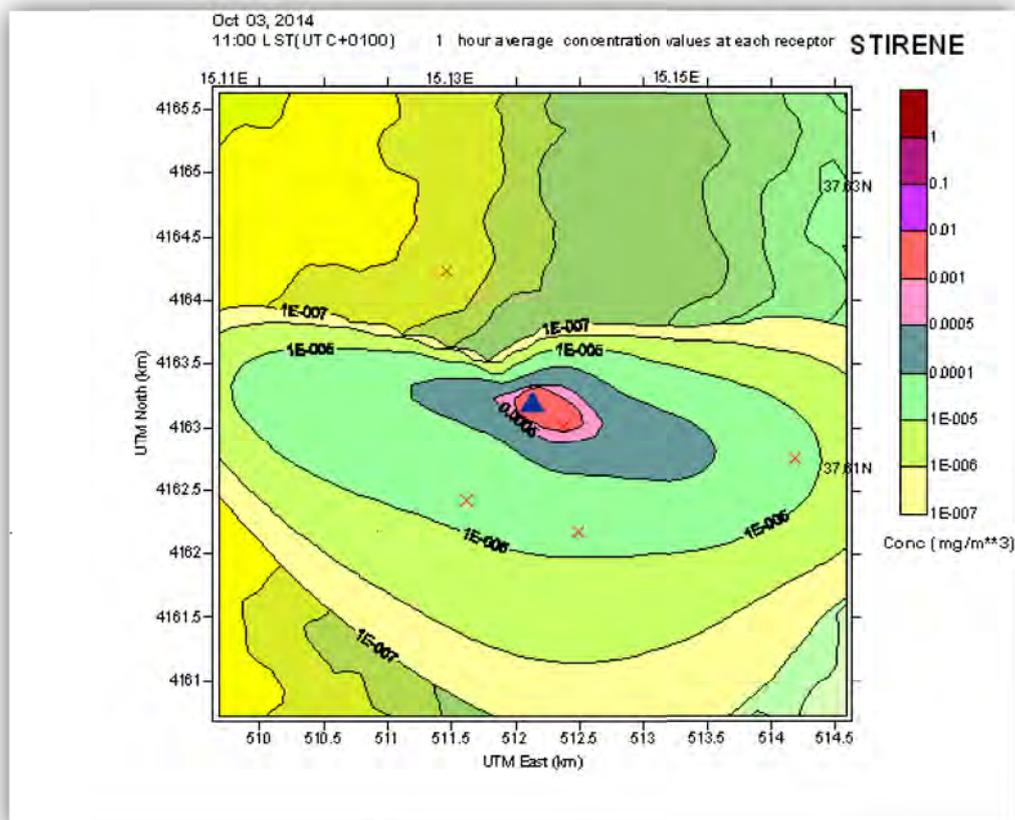


QUADRO 4

3 ottobre ore 11^{:00}

Le concentrazioni più alte si registrano in corrispondenza del Recettore 1 [Condominio] dove si raggiunge 1µg/mc, e dei Recettori 2 [Acicatena], 3[Aci S. Antonio] e 5[Acireale].

In ciascuno dei recettori i valori sono trascurabili ed inferiori ai limiti sanitario e odorigeno.



Struttura:
UO SG1.3

Direttore Tecnico ARPA Sicilia
dott. Vincenzo Infantino

Responsabile procedimento: ing. G. Madonia
Collaboratori: ing G. Agnello, ing G. Amorelli
*Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA

Data:
13/2/2018



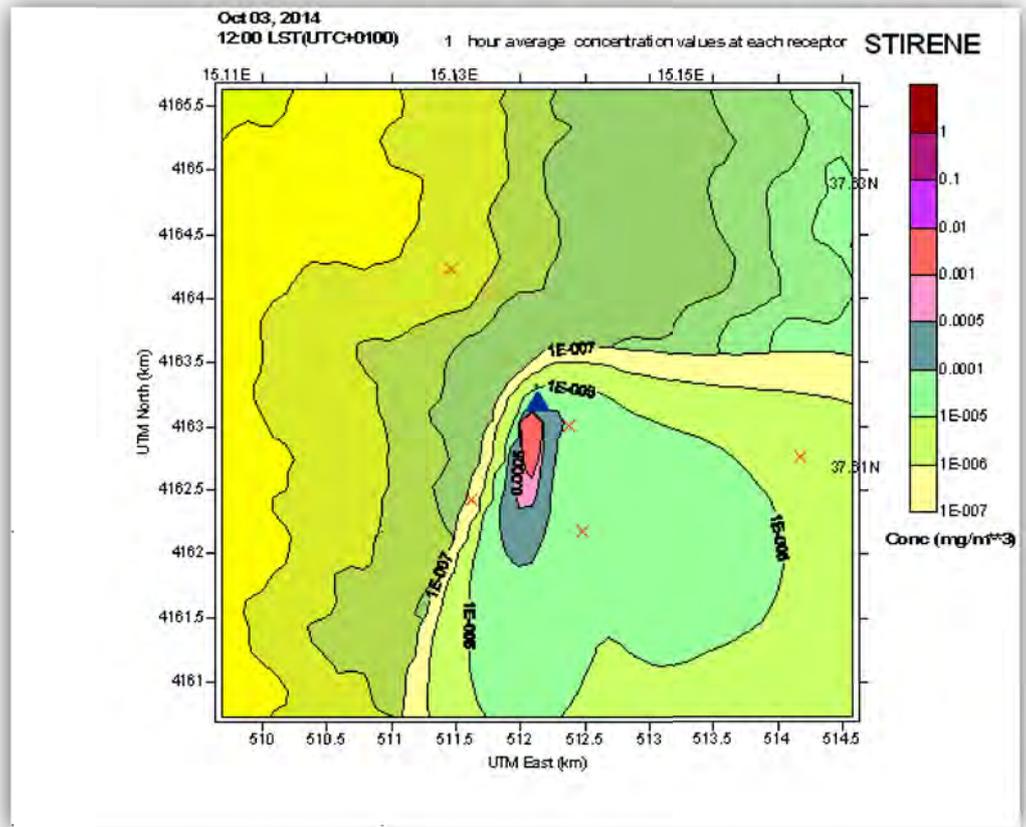
34

QUADRO 5

3 ottobre ore 12^{:00}

In ciascuno dei recettori i valori sono trascurabili ed inferiori ai limiti sanitario e odorigeno.

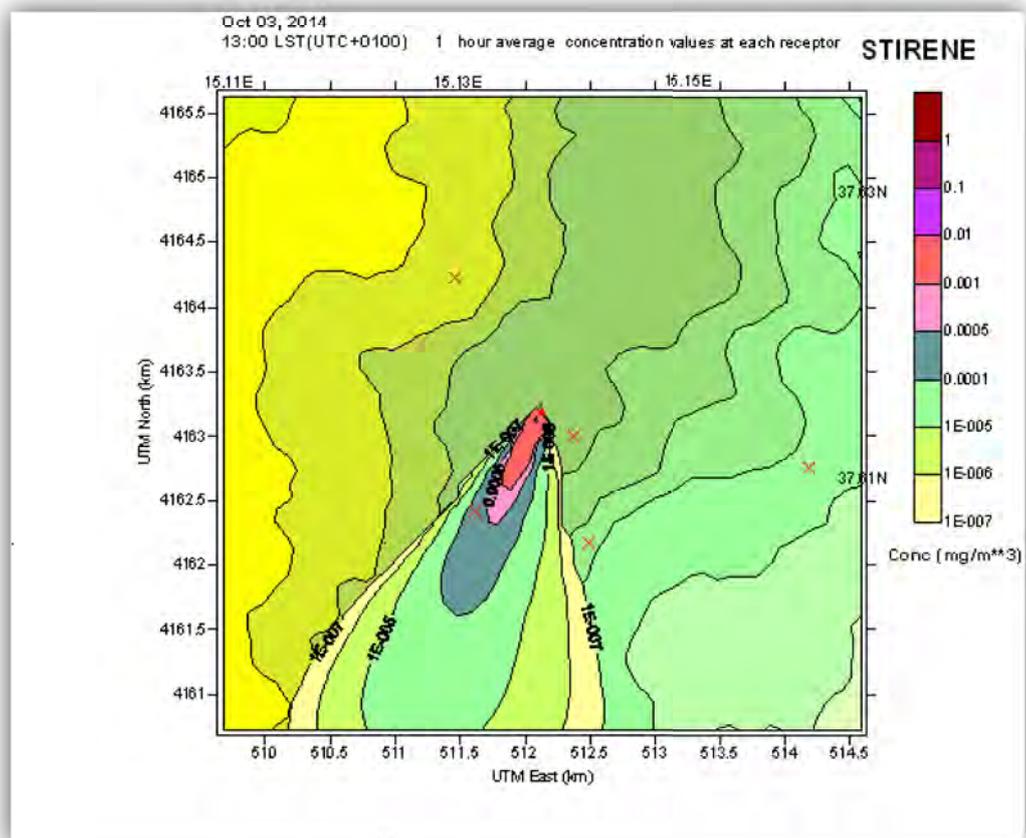
Nel Recettore4 [Santa Maria] non si registra alcuna ricaduta.



QUADRO 6

3 ottobre ore 13^{:00}

L'unico recettore coinvolto nella ricaduta è R3 [Aci S. Antonio] sebbene con concentrazioni trascurabili ed inferiori ai limiti sanitario e odorigeno.



Struttura:
UO SG1.3

Direttore Tecnico ARPA Sicilia
dott. Vincenzo Infantino

Responsabile procedimento: ing. G. Madonia
Collaboratori: ing G. Agnello, ing G. Amorelli
*Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA

Data:
13/2/2018

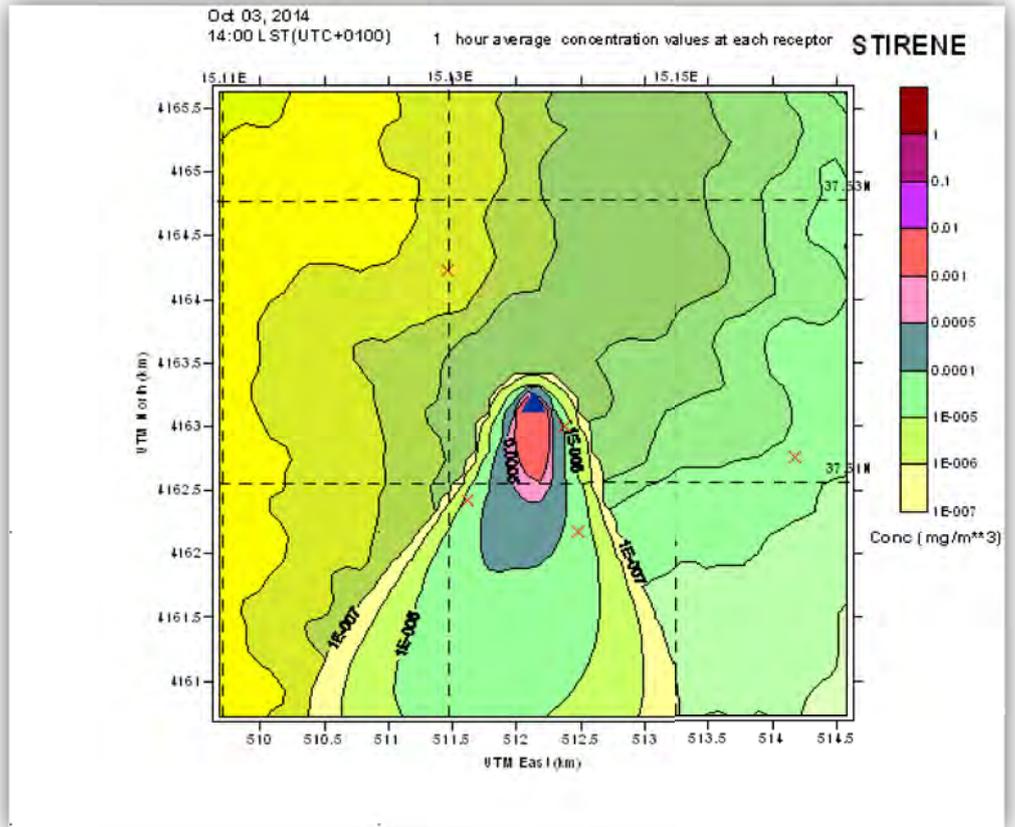


35

QUADRO 7

3 ottobre ore 14^{:00}

I recettori non coinvolti nella ricaduta sono R4 [Santa Maria] ed R5 [Acireale]. Gli altri recettori sono coinvolti sebbene con concentrazioni trascurabili ed inferiori ai limiti sanitario e odorigeno.

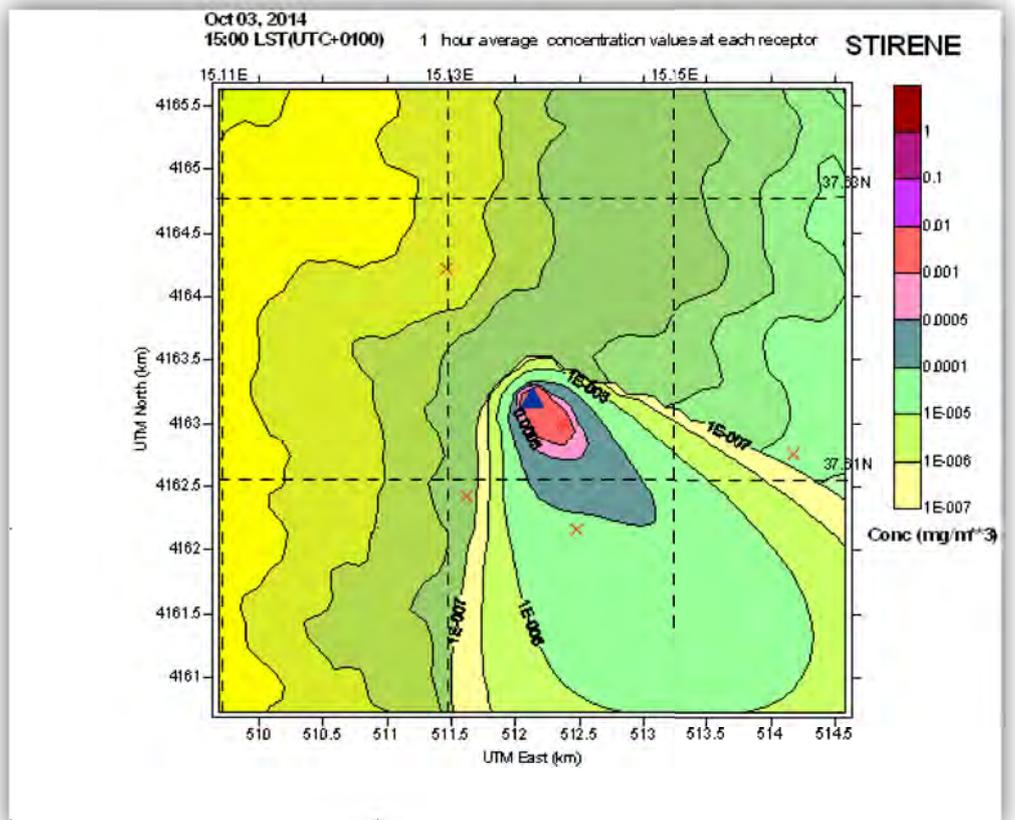


QUADRO 8

3 ottobre ore 15^{:00}

I recettori non coinvolti nella ricaduta sono ed R3[Acì S. Antonio] R4 [Santa Maria] ed R5[Acireale]. Il condominio raggiunge appena il limite di 1µg/mc.

Gli altri recettori sono coinvolti sebbene con concentrazioni trascurabili ed inferiori ai limiti sanitario e odorigeno.



Struttura:
UO SG1.3

Direttore Tecnico ARPA Sicilia
dott. Vincenzo Infantino

Responsabile procedimento: ing. G. Madonia
Collaboratori: ing G. Agnello, ing G. Amorelli
*Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA

Data:
13/2/2018



36

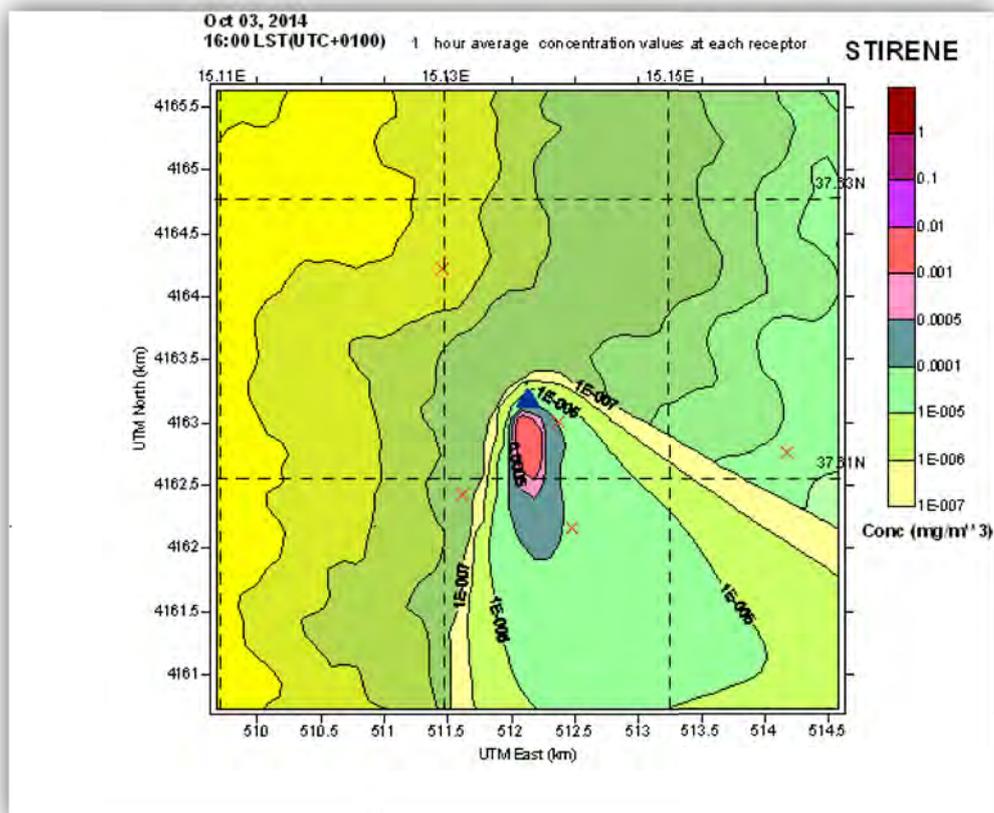
QUADRO 9

3 ottobre ore 16⁰⁰

Il quadro di diffusione n.9 è molto simile al precedente riferito alle ore 15:00

I recettori non coinvolti nella ricaduta sono ed R3[Acì S. Antonio] R4 [Santa Maria] ed R5[Acireale].

Gli altri recettori sono coinvolti sebbene con concentrazioni trascurabili ed inferiori ai limiti sanitario e odorigeno.



COSA SI PUO' DIRE?

Anche in questo caso, alla luce dei risultati della simulazione modellistica del giorno 3 ottobre, si può concludere che i valori di concentrazione al suolo dello stirene risultano estremamente bassi rispetto:

- 3) alla eventuale esposizione della popolazione a livelli superiori al limite di salvaguardia della salute umana [0.1 mg/l pari a 100 mg/m³ e 25 ppm];
- 4) alla eventuale esposizione della popolazione a interferenze odorigene [202 µg/m³ equivalente ad una unità odorigena [UO_E/Nm³] di stirene].

Struttura:
UO SG1.3

Direttore Tecnico ARPA Sicilia
dott. Vincenzo Infantino

Responsabile procedimento: ing. G. Madonia
Collaboratori: ing G. Agnello , ing G. Amorelli
*Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA

Data:
13/2/2018



37

7. Approfondimenti

Considerati i risultati a cui ha condotto la modellazione numerica appena presentata, ed atteso il fatto che non v'è ragione per dubitare delle doglianze dei residenti del Condominio "il Feudo Costruzioni" – lotto B, i quali con nota prot. n. 11458 del 24/02/2017 denunciano la percezione di odori sgradevoli provenienti dall'impianto DACCA, si è reputato utile approfondire lo studio modellistico attraverso i seguenti ulteriori approcci:

- 1) Delineazione di ulteriori 4 scenari emissivi, ciascuno caratterizzato da un tenore di emissioni progressivamente crescente (periodo di riferimento secondo: 3 ottobre 2014).
- 2) Valutazione della sovrapposizione degli effetti per meglio tenere conto dei tempi di permanenza in aria dello stirene prima della sua ricaduta al suolo;
- 3) Applicazione della metodologia suggerita dall'International Atomic Energy Agency, per tenere conto degli effetti di perturbazione degli edifici sulla forma del plume generato dalla sorgente emissiva⁴.

7.1 Analisi di scenari emissivi alternativi

Nello specifico si è scelto di modulare i dati emissivi di autocontrollo forniti da DACCA monouso S.p.A. con l'utilizzo di fattori incrementali applicati all'emissioni BASE: x2, x4, x16 e x32.

Units:	Source	STIRENE
g/s	P1	3.611E-03
	P2	2.944E-03
	P3	1.777E-03
	P4	5.27E-04
	P5	1.5E-03
	P6	6.944E-04
	P7	5.833E-04
	P8	1.972E-03
	P10	3.694E-03

BASE

Units:	Source	STIRENE
g/s	P1	7.222E-03
	P2	5.888E-03
	P3	3.554E-03
	P4	1.054E-03
	P5	3.E-03
	P6	1.389E-03
	P7	1.167E-03
	P8	3.944E-03
	P10	7.389E-03

F=2

Units:	Source	STIRENE
g/s	P1	1.444E-02
	P2	1.178E-02
	P3	7.108E-03
	P4	2.108E-03
	P5	6.E-03
	P6	2.778E-03
	P7	2.333E-03
	P8	7.888E-03
	P10	1.478E-02

F=4

Units:	Source	STIRENE
g/s	P1	5.778E-02
	P2	4.71E-02
	P3	2.843E-02
	P4	8.432E-03
	P5	2.4E-02
	P6	1.111E-02
	P7	9.333E-03
	P8	3.155E-02
	P10	5.911E-02

F=16

Units:	Source	STIRENE
g/s	P1	1.158E-01
	P2	9.421E-02
	P3	5.686E-02
	P4	1.686E-02
	P5	4.8E-02
	P6	2.222E-02
	P7	1.867E-02
	P8	6.31E-02
	P10	1.182E-01

F=32

Figura 28 – Concentrazioni adottate per l'analisi di scenari alternativi

I risultati di ciascuna delle 4 simulazioni di approfondimento condotte (F2, F4, F16, F32) hanno manifestato che, sostanzialmente, al variare delle concentrazioni perdurano gli esiti già osservati in precedenza con l'analisi della configurazione emissiva di base. Per tale ragione e per brevità espositiva, si riporta solo l'esito del calcolo delle concentrazioni nei recettori R1÷R5 con riguardo all'applicazione del fattore F32 (emissioni comprese tra circa 16÷120 mg/mc).

In considerazione del basso livello delle concentrazioni al suolo osservate⁵, si è adottato lo schema dei recettori previsto per la mappatura Odor (tabella 11) il quale, per estensione, risulta più contenuto rispetto a quello della simulazione base.

⁴ NCRP. 1996. Screening Models for Releases of Radionuclides to Atmosphere, Surface Water, and Ground. NCRP Report 123. National Council on Radiation Protection and Measurements, Bethesda, Maryland.

In tale schema sono previsti 20 punti di controllo disposti, in gruppi di cinque, secondo le direzioni S-E, S-W, N-W e N-E (cfr. figura 7).

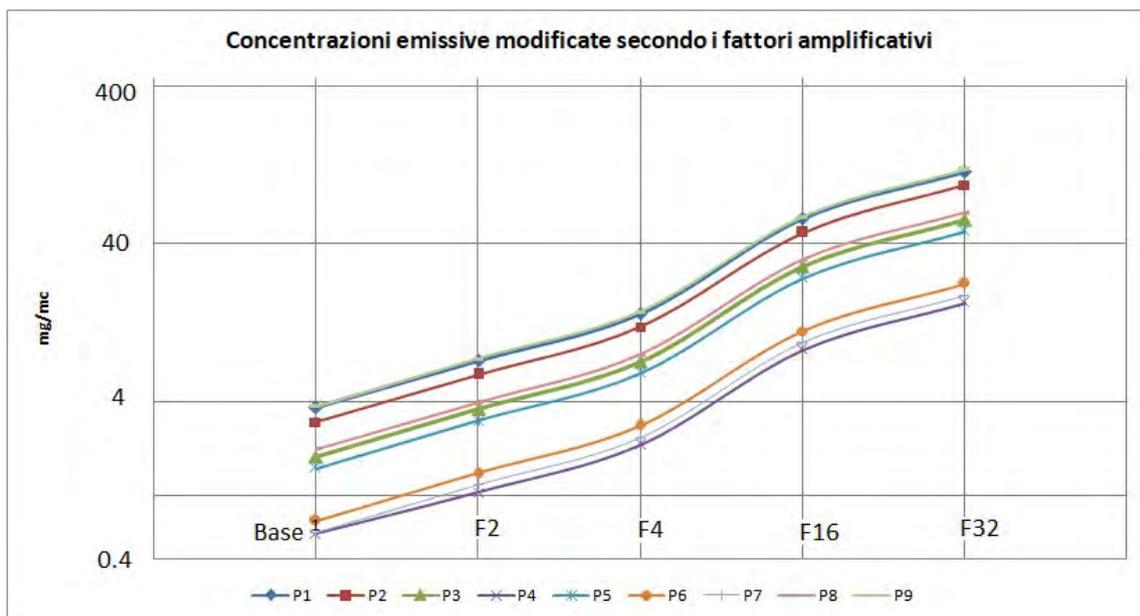


Grafico 1 – Amplificazione emissioni

Si riportano i risultati della simulazione, disaggregati nei differenti step orari, e per un'ipotesi di massima sovrastima dell'emissioni (3200%):

year: 2014 month: 10 day: 3 Julian day: 276 hour: 8 sec: 0
 to year: 2014 month: 10 day: 3 Julian day: 276 hour: 9 sec: 0

DISCRETE RECEPTOR CONCENTRATIONS (mg/m**3)

Receptor No.	STIRENE
1	1.3275E-01
2	6.2508E-02
3	2.2167E-02
4	1.0293E-02
5	6.2662E-03
6	6.9851E-02
7	2.3750E-02
8	6.8726E-03
9	3.1593E-03
10	1.7922E-03
11	7.1475E-02
12	2.6215E-02
13	7.5316E-03
14	3.3905E-03
15	1.9253E-03
16	1.1923E-01
17	7.2564E-02
18	2.4818E-02
19	1.0638E-02
20	6.6554E-03

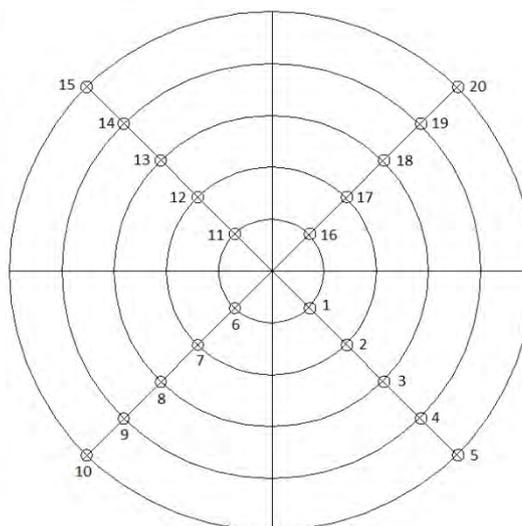


Tabella 13 – Ipotesi di ricaduta ore 8-9

⁵ Per concentrazione al suolo deve intendersi il livello di concentrazione stimato ad un'altezza di 1.5 m dal suolo, pari all'altezza media a cui avviene la respirazione umana.

year: 2014 month: 10 day: 3 Julian day: 276 hour: 9 sec: 0
 to year: 2014 month: 10 day: 3 Julian day: 276 hour: 10 sec: 0

DISCRETE RECEPTOR CONCENTRATIONS (mg/m**3)

Receptor No.	STIRENE
1	2.9244E-03
2	2.1677E-03
3	1.4872E-03
4	9.9954E-04
5	6.4779E-04
6	2.2494E-03
7	1.4404E-03
8	8.1781E-04
9	4.9365E-04
10	3.0955E-04
11	3.0558E-03
12	2.8174E-03
13	2.3908E-03
14	2.0014E-03
15	1.6910E-03
16	3.6105E-03
17	3.7486E-03
18	3.2511E-03
19	2.5953E-03
20	1.9107E-03

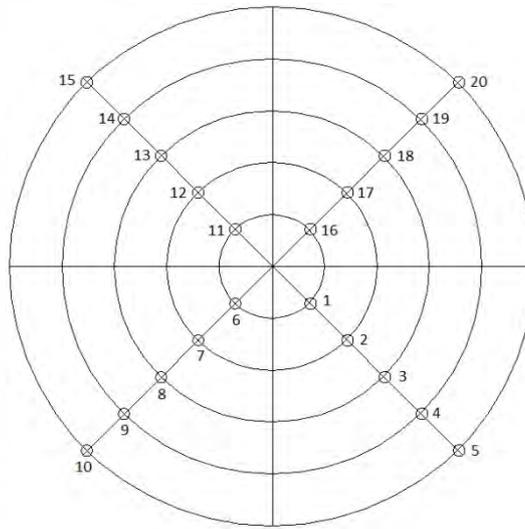


Tabella 14 - Ipotesi di ricaduta ore 9-10

year: 2014 month: 10 day: 3 Julian day: 276 hour: 10 sec: 0
 to year: 2014 month: 10 day: 3 Julian day: 276 hour: 11 sec: 0
 DISCRETE RECEPTOR CONCENTRATIONS (mg/m**3)

Receptor No.	STIRENE
1	0.0000E+00
2	0.0000E+00
3	0.0000E+00
4	0.0000E+00
5	0.0000E+00
6	0.0000E+00
7	0.0000E+00
8	0.0000E+00
9	0.0000E+00
10	0.0000E+00
11	0.0000E+00
12	0.0000E+00
13	0.0000E+00
14	0.0000E+00
15	0.0000E+00
16	6.4076E-03
17	0.0000E+00
18	0.0000E+00
19	0.0000E+00
20	0.0000E+00

Tabella 15 - Ipotesi di ricaduta ore 10-11

year: 2014 month: 10 day: 3 Julian day: 276 hour: 11 sec: 0
 to year: 2014 month: 10 day: 3 Julian day: 276 hour: 12 sec: 0

DISCRETE RECEPTOR CONCENTRATIONS (mg/m**3)

Receptor No.	STIRENE
1	8.7487E-02
2	1.7619E-02
3	7.8434E-03
4	2.9956E-03
5	1.1126E-03
6	9.8449E-02
7	4.3263E-02
8	2.7993E-02
9	1.6654E-02
10	9.7113E-03
11	2.6537E-02
12	1.0188E-02
13	4.5895E-03
14	2.8635E-03
15	2.0795E-03
16	1.9594E-02
17	4.4417E-03
18	5.0079E-04
19	3.8591E-05
20	2.1502E-07

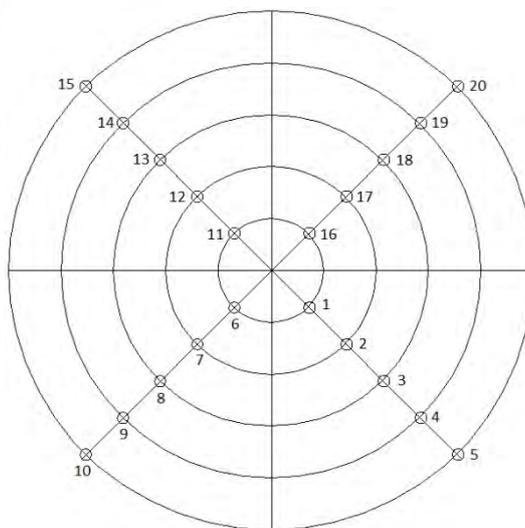


Tabella 16 - Ipotesi di ricaduta ore 11-12

year: 2014 month: 10 day: 3 Julian day: 276 hour: 12 sec: 0
 to year: 2014 month: 10 day: 3 Julian day: 276 hour: 13 sec: 0

DISCRETE RECEPTOR CONCENTRATIONS (mg/m**3)

Receptor No.	STIRENE
1	8.5435E-04
2	3.1905E-04
3	1.1959E-04
4	4.7259E-05
5	1.4799E-05
6	2.9363E-03
7	4.1326E-03
8	3.2026E-03
9	2.0052E-03
10	1.4067E-03
11	7.4416E-04
12	3.3304E-04
13	1.1655E-04
14	2.9024E-05
15	9.1389E-06
16	1.4211E-04
17	1.4233E-05
18	7.9215E-08
19	0.0000E+00
20	0.0000E+00

Tabella 17 - Ipotesi di ricaduta ore 12-13

year: 2014 month: 10 day: 3 Julian day: 276 hour: 13 sec: 0
 to year: 2014 month: 10 day: 3 Julian day: 276 hour: 14 sec: 0

DISCRETE RECEPTOR CONCENTRATIONS (mg/m**3)

Receptor No.	STIRENE
1	0.0000E+00
2	0.0000E+00
3	0.0000E+00
4	0.0000E+00
5	0.0000E+00
6	0.0000E+00
7	0.0000E+00
8	0.0000E+00
9	0.0000E+00
10	0.0000E+00
11	6.8785E-03
12	2.5059E-03
13	8.5656E-04
14	2.8518E-04
15	0.0000E+00
16	0.0000E+00
17	0.0000E+00
18	0.0000E+00
19	0.0000E+00
20	0.0000E+00

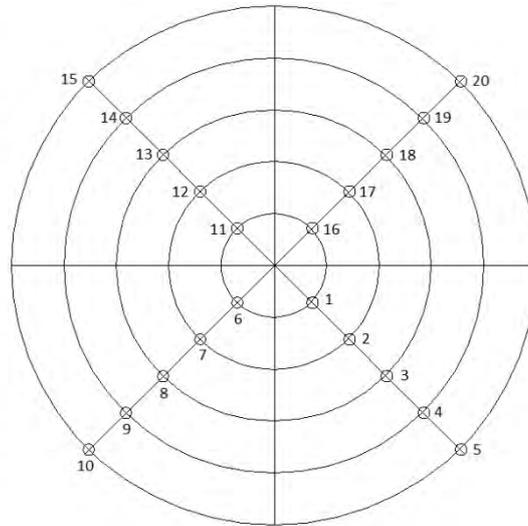


Tabella 18 - Ipotesi di ricaduta ore 13-14

year: 2014 month: 10 day: 3 Julian day: 276 hour: 14 sec: 0
 to year: 2014 month: 10 day: 3 Julian day: 276 hour: 15 sec: 0

DISCRETE RECEPTOR CONCENTRATIONS (mg/m**3)

Receptor No.	STIRENE
1	5.6537E-03
2	7.2333E-05
3	0.0000E+00
4	0.0000E+00
5	0.0000E+00
6	7.1253E-02
7	2.6124E-02
8	7.1638E-03
9	1.7188E-03
10	2.4417E-04
11	3.6971E-02
12	1.3959E-02
13	2.7471E-03
14	3.0953E-04
15	9.3402E-05
16	1.3545E-03
17	3.8462E-05
18	0.0000E+00
19	0.0000E+00
20	0.0000E+00

Tabella 19 - Ipotesi di ricaduta ore 14-15

year: 2014 month: 10 day: 3 Julian day: 276 hour: 15 sec: 0
 to year: 2014 month: 10 day: 3 Julian day: 276 hour: 16 sec: 0

DISCRETE RECEPTOR CONCENTRATIONS (mg/m**3)

Receptor No.	STIRENE
1	3.0697E-02
2	3.3618E-03
3	4.4376E-04
4	0.0000E+00
5	0.0000E+00
6	1.2987E-01
7	1.0000E-01
8	8.2424E-02
9	4.9141E-02
10	2.7824E-02
11	1.2806E-02
12	3.4798E-03
13	4.7259E-04
14	4.3221E-05
15	7.0380E-06
16	4.0328E-03
17	2.5147E-04
18	2.0635E-07
19	0.0000E+00
20	0.0000E+00

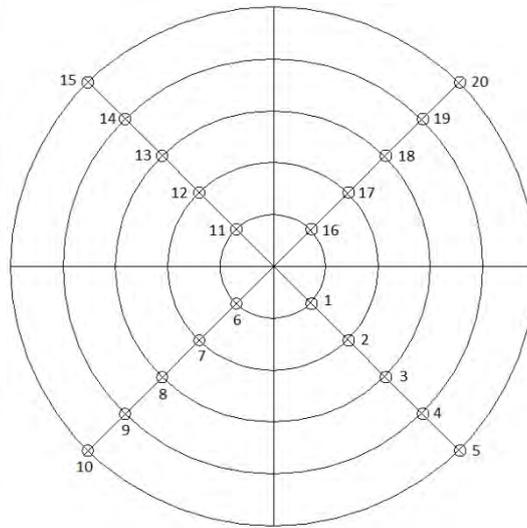


Tabella 20 - Ipotesi di ricaduta ore 15-16

year: 2014 month: 10 day: 3 Julian day: 276 hour: 16 sec: 0
 to year: 2014 month: 10 day: 3 Julian day: 276 hour: 17 sec: 0

DISCRETE RECEPTOR CONCENTRATIONS (mg/m**3)

Receptor No.	STIRENE
1	2.4094E-04
2	2.5014E-05
3	2.0268E-06
4	0.0000E+00
5	0.0000E+00
6	3.7822E-03
7	6.2854E-03
8	5.5311E-03
9	3.9953E-03
10	2.5993E-03
11	6.0425E-04
12	2.0495E-04
13	1.4123E-05
14	1.7902E-06
15	0.0000E+00
16	2.2356E-05
17	0.0000E+00
18	0.0000E+00
19	0.0000E+00
20	0.0000E+00

Tabella 21 – Variazioni orarie delle concentrazioni di Stirene maggiorate con F32

Delineazione di ulteriori 4 scenari emissivi, ciascuno caratterizzato da un tenore di emissioni progressivamente crescente

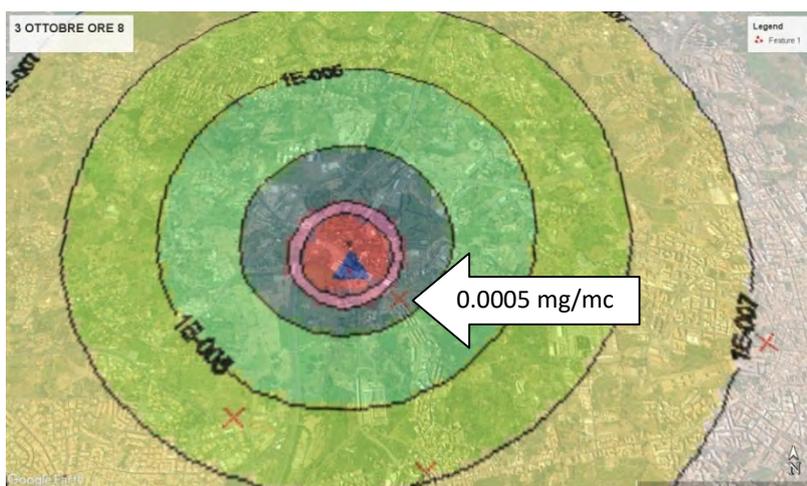
Primo approccio: Cosa si può dire?

L'esame delle Tabelle 12÷20 indica con evidenza che, anche nell'ipotesi di sovrastima delle emissioni oltre un ragionevole limite (3200%!), gli effetti di ricaduta producono concentrazioni al suolo compatibili sia con gli aspetti di salvaguardia della salute sia con quelli che ineriscono l'impatto odorigeno.

7.2 Analisi della sovrapposizione degli effetti

L'esiguità dei risultati ottenuti con la distorsione dei campi emissivi, secondo i predetti fattori di maggiorazione (F2, F4, F16, F32), ha portato a sviluppare ulteriori considerazioni inerenti la meccanica di sovrapposizione degli effetti di ricaduta dello stirene al suolo. Infatti, atteso che i tempi di permanenza in aria dello stirene – secondo la letteratura tecnica - possono riferirsi ad un periodo massimo di 48 ore, si è ipotizzato che il valore registrato in ciascuno step orario di simulazione potesse risentire di un "fondo" accumulato dai depositi delle ore precedenti.

Sul piano operativo, quindi, sono stati sovrapposti i campi orari di diffusione e cumulati i valori di concentrazione in particolare nell'area dove abitano i residenti del Condominio "il Feudo Costruzioni" i quali, per'altro si trovano nella posizione più vicina allo stabilimento DACCA monouso S.p.A. Anche in questo caso, come nel precedente, è stato preso come riferimento il secondo periodo di osservazione in quanto ritenuto più significativo in termini di effetti di ricaduta al suolo dell'inquinante.

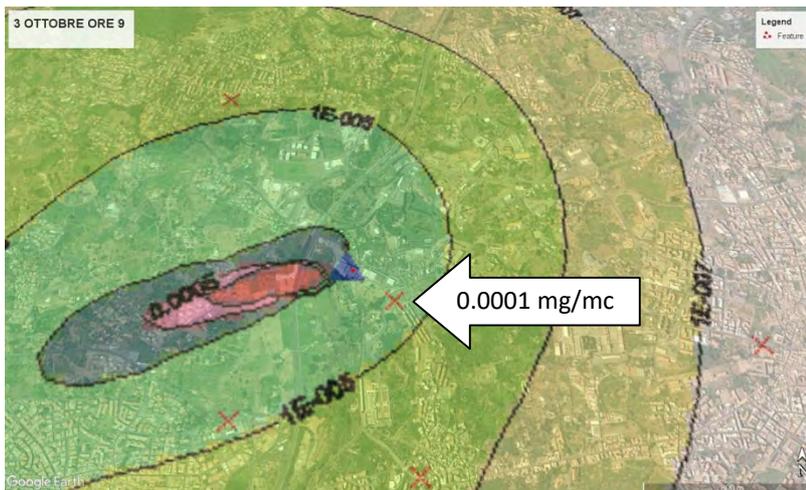


1. In corrispondenza del Condominio (R1) la concentrazione risulta 0,0005 mg/mc ovvero 0,5 µg/mc

Limite esp. Salute: 100 mg/mc
Soglia perc. Odore: 202 µg/mc

Figura 29 – Quadro di diffusione STIRENE ore 8:00

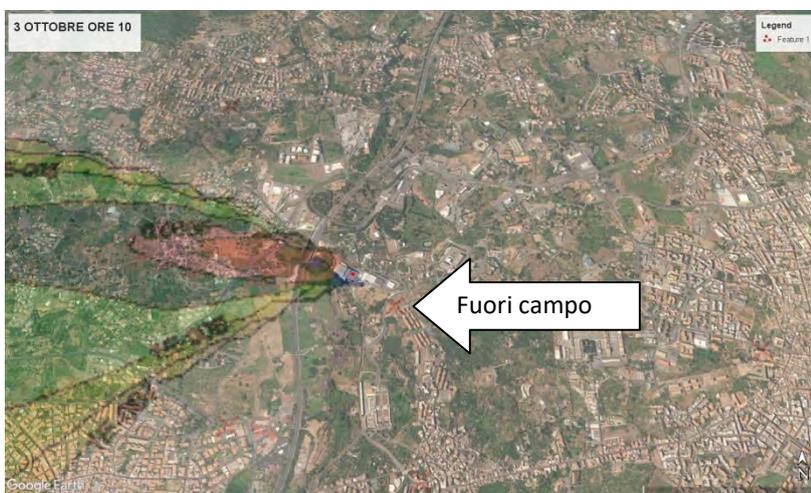
Struttura: UO SG1.3	Direttore Tecnico ARPA Sicilia dott. Vincenzo Infantino	Responsabile procedimento: ing. G. Madonia Collaboratori: ing G. Agnello , ing G. Amorelli *Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA	Data: 13/2/2018	
-------------------------------	-------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------



2. In corrispondenza del Condominio (R1) la concentrazione risulta 0.0001 mg/mc [ovvero 0.1 $\mu\text{g}/\text{mc}$]

Σ : 0,0006 mg/mc
(0,6 $\mu\text{g}/\text{mc}$)

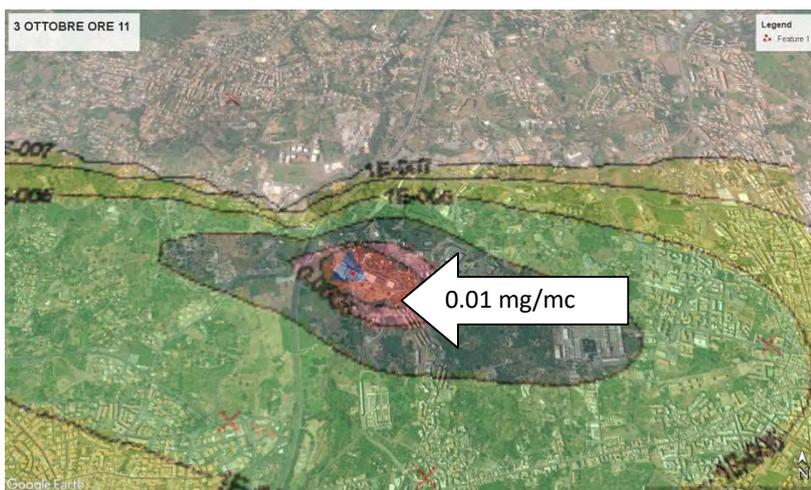
Figura 30 – Quadro di diffusione STIRENE ore 9:00



3. In corrispondenza del Condominio (R1) in dipendenza delle condizioni del vento non si registrano ricadute

Σ : 0,0006 mg/mc
(0,6 $\mu\text{g}/\text{mc}$)

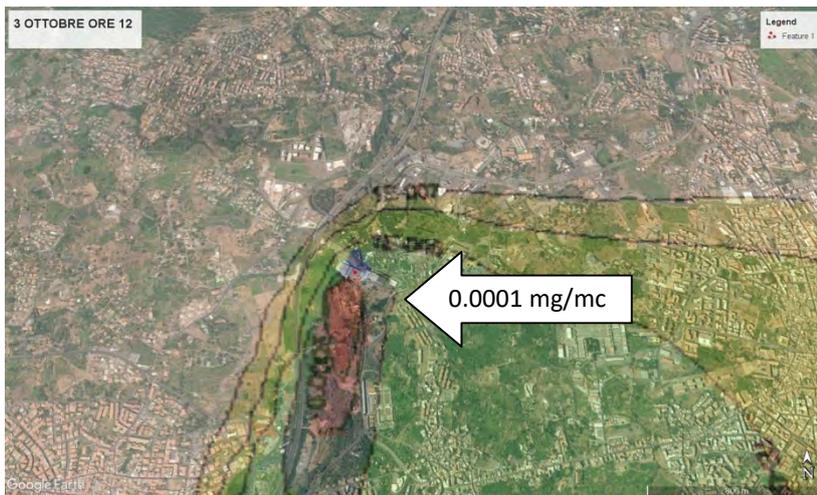
Figura 31– Quadro di diffusione STIRENE ore 10:00



4. In corrispondenza del Condominio (R1) la concentrazione risulta 0.01 mg/mc [ovvero 10 $\mu\text{g}/\text{mc}$]

Σ : 0,0106 mg/mc
(10,6 $\mu\text{g}/\text{mc}$)

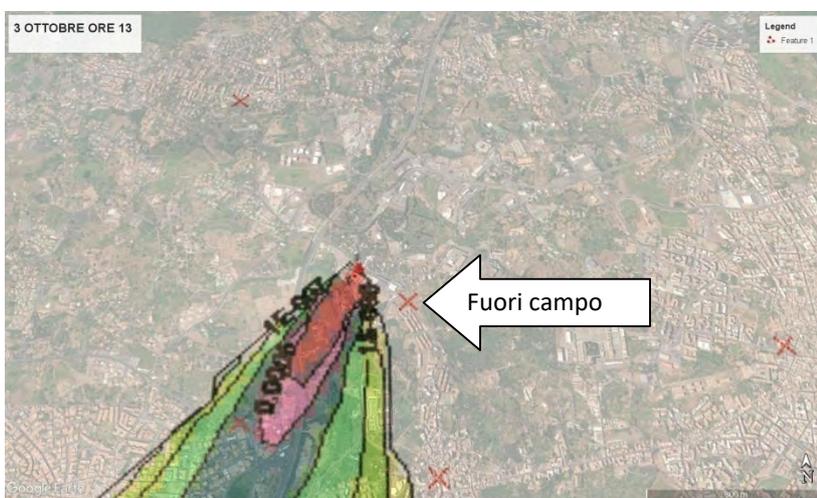
Figura 32– Quadro di diffusione STIRENE ore 11:00



5. In corrispondenza del Condominio (R1) la concentrazione risulta 0.0001 mg/mc ovvero 0.1 µg/mc

Σ : 0,0107 mg/mc
(10,7 µg/mc)

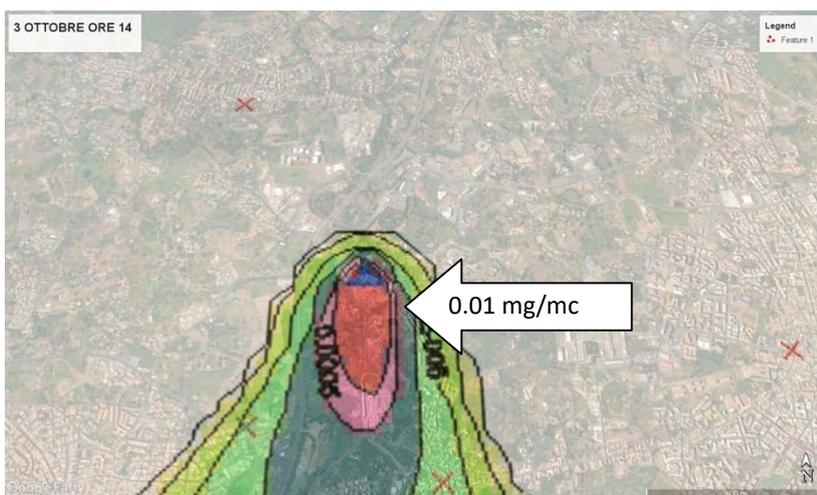
Figura 33– Quadro di diffusione STIRENE ore 12:00



6. In corrispondenza del Condominio (R1) in dipendenza delle condizioni del vento non si registrano ricadute

Σ : 0,0107 mg/mc
(10,7 µg/mc)

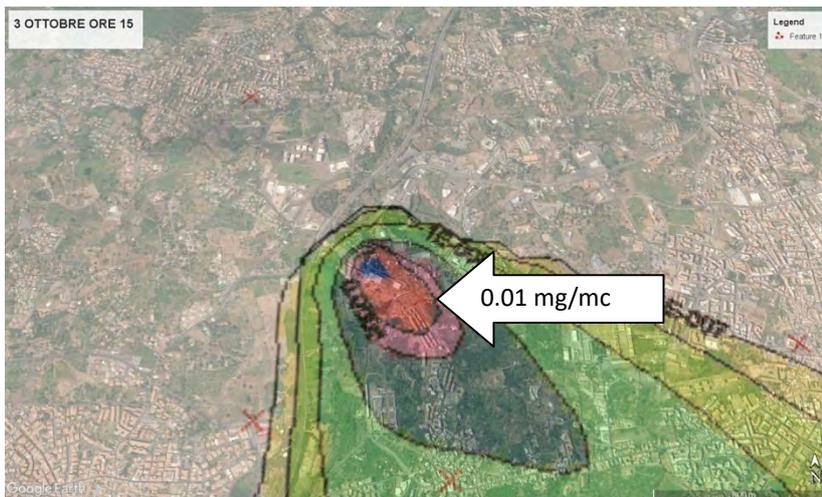
Figura 34– Quadro di diffusione STIRENE ore 13:00



7. In corrispondenza del Condominio (R1) la concentrazione risulta 0,01 mg/mc ovvero 10 µg/mc

Σ : 0,0207 mg/mc
(20,7 µg/mc)

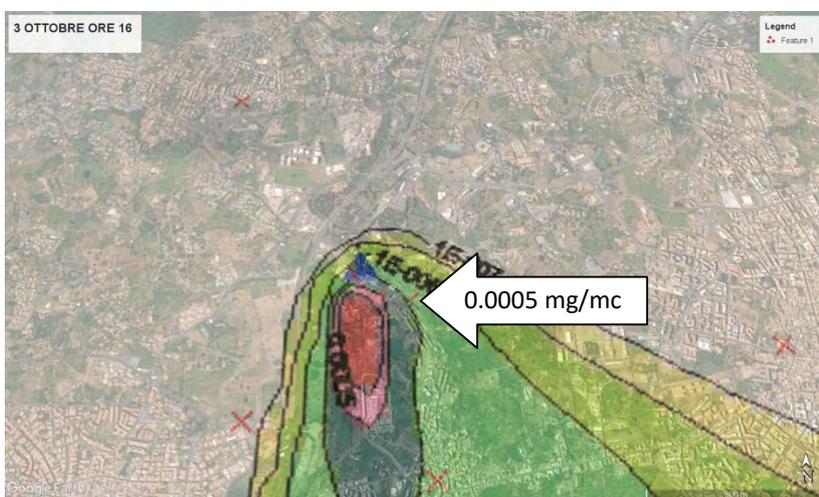
Figura 35– Quadro di diffusione STIRENE ore 14:00



8. In corrispondenza del Condominio (R1) la concentrazione risulta 0.01 mg/mc ovvero 10 µg/mc

Σ : 0,0307 mg/mc
(30,7 µg/mc)

Figura 36– Quadro di diffusione STIRENE ore 15:00



9. In corrispondenza del Condominio (R1) la concentrazione risulta 0.0005 mg/mc ovvero 0.5 µg/mc

Σ : 0,0312 mg/mc
(31,2 µg/mc)

Figura 37– Quadro di diffusione STIRENE ore 16:00

Valutazione della sovrapposizione degli effetti per meglio tenere conto dei tempi di permanenza in aria dello stirene prima della sua ricaduta al suolo

Secondo approccio: Cosa si può dire?

L'esame delle Tabelle 12÷20 indica con evidenza che, la somma cumulata delle concentrazioni al suolo, nel corso delle ore lavorative dello stabilimento DACCA monouso S.p.A., – nelle condizioni ideali di massima sovrapposizione - conduce ad un accumulo massimo di stirene pari a circa 0.031 mg/mc. Tale concentrazione è, ancora una volta abbondantemente inferiore ai limiti sanitario ed odorigeno.

7.3 Metodo dell'International Atomic Agency

La metodologia suggerita dall'International Atomic Energy Agency, pubblicata nel 1982 sul Report n.123 del National Council on Radiation Protection and Measurements, (Bethesda, Maryland) si adotta:

- per tenere conto degli effetti di perturbazione degli edifici sulla forma del *plume* generato dalla sorgente emissiva;
- per valutare gli effetti del trasporto di sostanze inquinanti allorquando le condizioni di alta pressione dello strato basso dell'atmosfera "schiacciano" al suolo il *plume*, determinando una meccanica di dispersione influenzata:
 - dalle interazioni della massa inquinante con la rugosità del suolo
 - dalla turbolenza generata dal flusso di calore antropogenico.

L'adozione del metodo richiede come ipotesi preliminare:

- a) che la sorgente si trovi sul tetto/superficie dell'edificio;
- b) che risulti $x > 2.5 \times \sqrt{AG}$
con x distanza del recettore dal baricentro della sorgente,
 $AG = hc \times hw$ (m^2) valore della sezione frontale dell'edificio vista dal recettore (Figura 38).

oppure

- c) che risulti $x > 100m$, posto che la sorgente si trovi sul tetto/superficie dell'edificio.

Se sono prevalenti queste ipotesi, l'I.A.E.A, suggerisce di utilizzare la seguente espressione per il calcolo della concentrazione d'inquinante al recettore:

$$C = \frac{f Q B}{u} \quad [1]$$

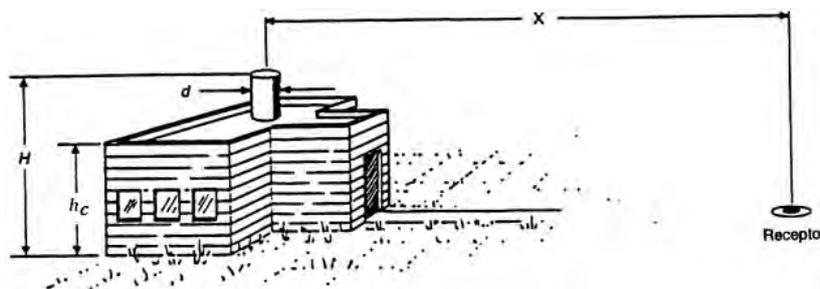
dove:

B è il fattore di diffusione del modello gaussiano a *plume* modificato per tenere conto degli effetti di perturbazione degli edifici (vedi Grafico 2),

Q la portata di inquinante

u il valore mediato del vento che spira nella direzione del recettore.

f è un parametro che riguarda la frequenza con cui vento spira verso il recettore (può essere assunto pari a 1 se si vogliono utilizzare ipotesi conservative)



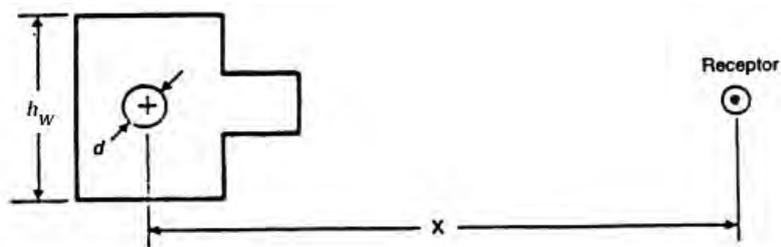


Figura 38

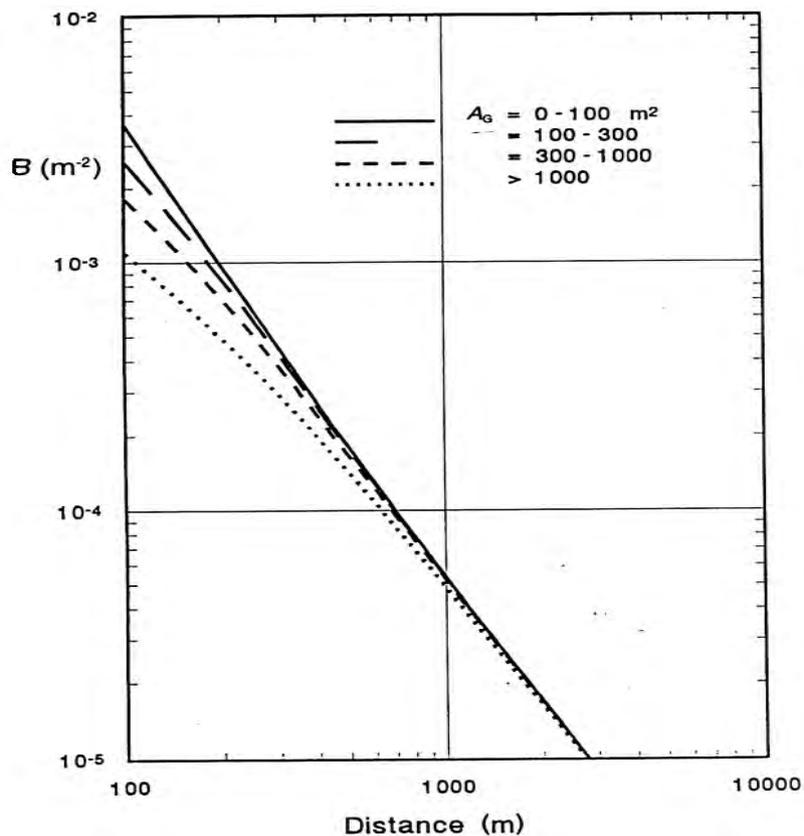


Grafico 2 – Andamento del parametro B in funzione della distanza sottovento per vari valori di A_g che influenzano il flusso.

Nella fattispecie ricorrono le ipotesi preliminari per l'applicazione del metodo in quanto:

- la sorgente emissiva è schematizzata sulla copertura dello stabilimento;
- la distanza tra la sorgente ed il recettore risulta pari a 320 metri.

Struttura: UO SG1.3	Direttore Tecnico ARPA Sicilia dott. Vincenzo Infantino	Responsabile procedimento: ing. G. Madonia Collaboratori: ing G. Agnello , ing G. Amorelli <i>*Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA</i>	Data: 13/2/2018	
-------------------------------	-------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------



Figura 39 – Distanza tra sorgente e recettore

Il periodo di riferimento, anche in questo caso, è il giorno 3 del mese di ottobre 2014. Ai fini del calcolo la sorgente DACCA, costituita da un gruppo di 10 punti emissivi, si schematizza come una sorgente equivalente puntuale, posizionata nel baricentro dell'area di distribuzione dei 10 punti. Il flusso emissivo della sorgente equivalente, pari a 50,553 mg/sec, è ottenuto come somma aritmetica dei singoli flussi.



Figura 40 – Sorgente equivalente

La sezione frontale dello stabilimento, vista dal recettore, occupa un ingombro sul piano verticale pari a circa 300 mq e costituisce il termine AG che nell'equazione [1] compare indirettamente attraverso il termine B che è il fattore di diffusione del modello gaussiano a *plume*, modificato per tenere conto degli effetti di perturbazione degli edifici.

Dati di input per il calcolo

$$B = 7.20 \times 10^{-3}$$

$$Q = 50,553 \text{ mg/sec}$$

u = velocità variabile entro il range 0÷2 m/sec (rilevato dalla windrose del giorno 3 ottobre)

$$f' = 0.04167 \text{ per classe vel. } 0 \div 1.40 \text{ m/sec e deg } 101.25 \div 123.75$$

$$f'' = 0.04167 \text{ per classe vel. } 1.90 \div 2.40 \text{ m/sec e deg } 78.75 \div 101.25$$

Struttura: UO SG1.3	Direttore Tecnico ARPA Sicilia dott. Vincenzo Infantino	Responsabile procedimento: ing. G. Madonia Collaboratori: ing G. Agnello , ing G. Amorelli *Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA	Data: 13/2/2018	
------------------------	------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------	--



Figura 41 - Direzione/frequenza del vento del giorno 3 ottobre 2014

				C						C	
f'	Q [mg/s]	B [m ²]	U [m/s]	[mg/mc]	[µg/mc]	f''	Q [mg/s]	B [m ²]	U [m/s]	[mg/mc]	[µg/mc]
WIND DIRECTION				HEALT	ODOR	WIND DIRECTION				HEALT	ODOR
deg 101.25 – 123.75				Threshold value		deg 78.75 – 101.25				Threshold value	
				(100)	(202)					(100)	(202)
0.04167	50.553	7.20E-03	0.05	0.303342	303.3423	0.04167	50.553	7.20E-03	1.4	0.010834	10.83365
			0.1	0.151671	151.6711				1.5	0.010111	10.11141
			0.15	0.101114	101.1141				1.6	0.009479	9.479446
			0.25	0.060668	60.66845				1.7	0.008922	8.921831
			0.35	0.043335	43.33461				1.8	0.008426	8.426174
			0.45	0.033705	33.7047				1.9	0.007983	7.982691
			0.55	0.027577	27.57657				2	0.007584	7.583557
			0.65	0.023334	23.33402				2.1	0.007222	7.222435
			0.75	0.020223	20.22282				2.2	0.006894	6.894142
			0.85	0.017844	17.84366				2.3	0.006594	6.594397
			0.95	0.015965	15.96538				2.4	0.00632	6.319631
			1.05	0.014445	14.44487						
			1.15	0.013189	13.18879						
			1.25	0.012134	12.13369						
			1.35	0.011235	11.2349						
			1.4	0.010834	10.83365						

Tabella 22

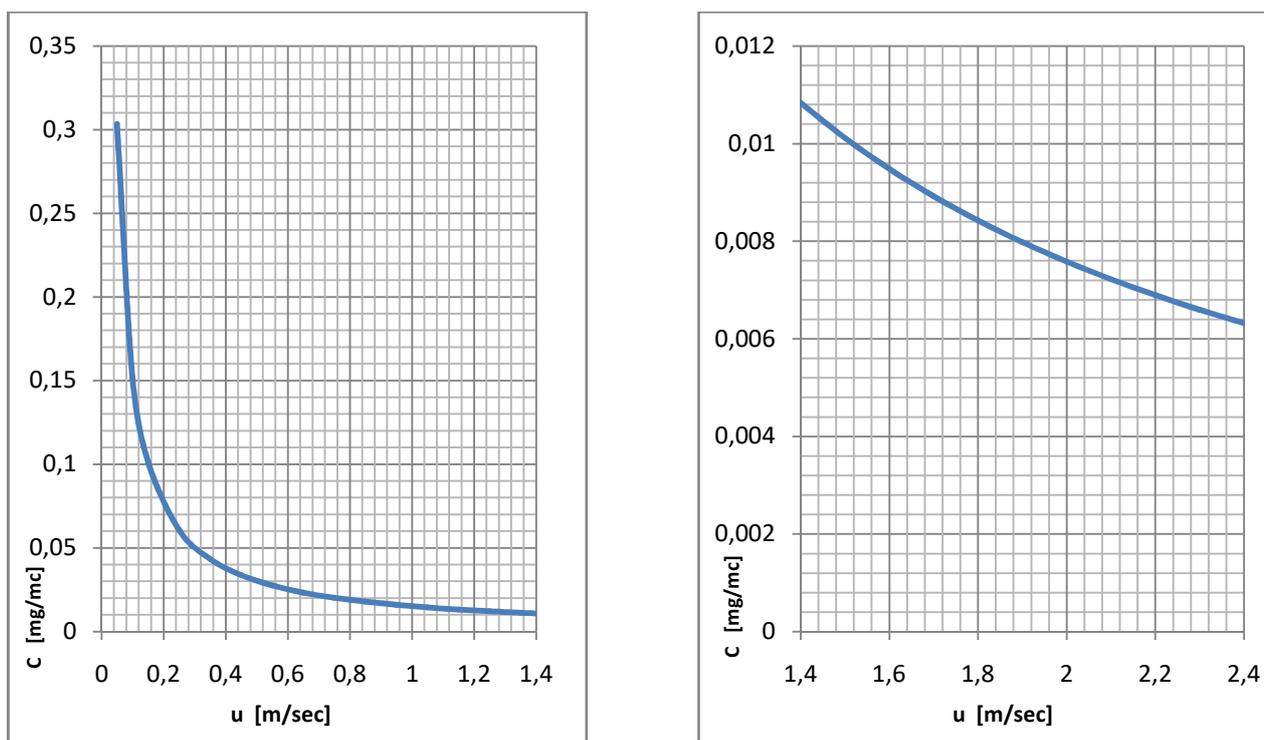


Grafico 3 – Curve di variazione della Concentrazione di Stirene

L'esame del grafico 3 unitamente alla lettura della tabella 21 indica che nel periodo di riferimento il livello di concentrazione al suolo di Stirene, secondo il modello suggerito dall'International Atomic Energy Agency, oscilla tra i valori minimo 0.00632 mg/mc e massimo 0.303342 mg/mc corrispondenti, rispettivamente, a condizioni di vento pari a $u=2.4$ m/s e $u=0.05$ m/s.

Risulta evidente quindi che, nelle condizioni di calma di vento, per effetto della ridotta turbolenza prevalga l'effetto di trasporto dell'inquinante su quello diffusivo.

Si nota che, in corrispondenza della condizione di scarso vento ($u < 0.05$ m/s), il corrispondente valore di concentrazione stimata al recettore supera la soglia di percezione dell'odore (202.00 $\mu\text{g}/\text{mc}$) riportata nelle linee guida "Metodi di misura delle emissioni Olfattive" Quadro normativo e campagne di misura – APAT 19/2003.

Tale valore (corrispondente a $u=0.05$ m/s) risulta, infatti, pari a 303,34 $\mu\text{g}/\text{mc}$.

Tuttavia il predetto valore, seppure sia in grado di attivare la percezione odorigena della popolazione esposta, risulta ancora ben al di sotto del limite prescritto per la salvaguardia della salute umana, che è pari a 100 mg/mc.

Considerato che il limite di velocità 0.05 m/s risulta discriminare la soglia di percezione, si è approfondita l'analisi delle concentrazioni per valori di velocità ancora inferiori. Il risultato è riportato nella seguente tabella 22:

Struttura: UO SG1.3	Direttore Tecnico ARPA Sicilia dott. Vincenzo Infantino	Responsabile procedimento: ing. G. Madonia* Collaboratori: ing G. Agnello , ing G. Amorelli *Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA	Data: 13/2/2018	
-------------------------------	-------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

f	Q [mg/s]	B [m ²]	U [m/s]	[mg/mc]	[µg/mc]
WIND DIRECTION			HEALT	ODOR	
deg 101.25 – 123.75			Threshold value		
			(100)	(202)	
0.04167	50.553	7.20E-03	0.01	1.516711	1516.711
			0.015	1.011141	1011.141
			0.02	0.758356	758.3557
			0.025	0.606685	606.6845
			0.03	0.50557	505.5704
			0.035	0.433346	433.3461
			0.04	0.379178	379.1778
			0.045	0.337047	337.047

Tabella 22

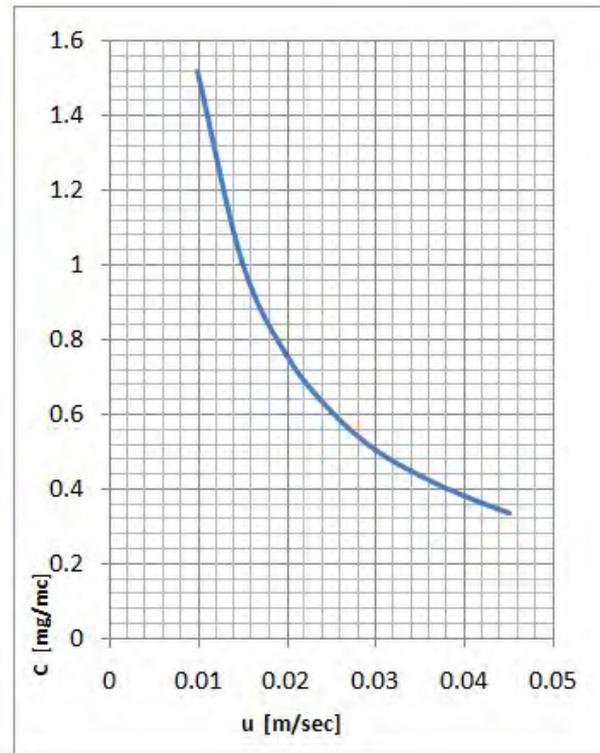


Grafico 4 – Andamento delle concentrazioni per basse velocità del vento

Ne consegue, pertanto, che le condizioni più gravose – esclusivamente sotto il profilo dell’impatto odorigeno – possono manifestarsi allorquando si sovrappongono le seguenti specifiche condizioni:

- Recettore sottovento rispetto allo stabilimento;
- Emissione cumulata pari almeno ai valori di autocontrollo considerati;
- Condizioni anemologiche di calma di vento ($u < 0.05$ m/s)

Applicazione della metodologia suggerita dall’International Atomic Energy Agency, per tenere conto degli effetti di perturbazione degli edifici sulla forma del plume

Terzo approccio: Cosa si può dire?

Secondo quanto evidenziato con la metodologia descritta, in corrispondenza del Condominio non si stimano livelli di esposizione allo stirene superiori ai valori suggeriti dall’Istituto Superiore della Sanità per la salvaguardia della salute umana.

L’impatto odorigeno, limitatamente al realizzarsi di specifiche condizioni emissive e di vento, risulta invece dimostrato in base al confronto tra i livelli di concentrazione stimati ed il valore della soglia di percezione dello stirene.

8. Conclusioni

In riscontro alla richiesta della Struttura Territoriale ARPA di Catania di cui al prot.n. 45369 del 25/7/2017, discendente dall'Esposto degli abitanti del Condominio "il Feudo Costruzioni" – lotto B relativo alla percezione di odori sgradevoli provenienti dall'impianto DACCA monouso S.p.A, si è provveduto ad implementare un modello di diffusione d'inquinanti in atmosfera ricorrendo alla catena modellistica CALMET-CALPUFF-CALPOST, approvata dall' Environmental Protection Agency (USA). Al fine di contestualizzare l'applicazione modellistica è stato definito un dominio di studio costituito da una griglia 5x5Km, centrata sulla posizione dello stabilimento DACCA monouso S.p.A., avente risoluzione pari a 100 m.

I dati meteorologici a cui si è fatto riferimento sono stati forniti dal Sistema Agrometeorologico Siciliano (SIAS) e riguardano le stazioni secondarie di Pedara, Riposto e Lentini.

Trattandosi di una sorgente costituita da emissioni convogliate di stirene, per la quale non è possibile riferirsi ad un qualsivoglia intervallo temporale che rappresenti con carattere di generalità la fenomenologia nel suo complesso, è stato necessario definire prioritariamente due periodi di osservazione (stagionali) che consentissero di mettere in rilievo, verosimilmente, le eventuali condizioni d'impatto ambientale dello stabilimento.

A tal fine, sulla scorta dei dati anemologici delle serie storiche degli anni 2012÷2016, sono stati individuati i periodi stagionali di maggiore frequenza di vento nel dominio di studio. In particolare, il processo di ottimizzazione dell'indagine ha suggerito di esaminare la quarta settimana di giugno e la prima di ottobre 2014, scegliendo le giornate lavorative del 27 giugno e del 3 ottobre.

Sono stati acquisiti i valori di autocontrollo delle emissioni convogliate presso lo stabilimento DACCA S.p.A, riferiti ai giorni di prelievo 12/07/2016, 13/07/2016, 02/08/2016 [primo semestre 2016] e 15/12/2016, 16/12/2016, 03/01/2017 [secondo semestre 2016]. Tali dati hanno consentito la definizione dei campi emissivi sia per la simulazione riferita al primo semestre (27/6/2014) sia per quella del secondo semestre (3/10/2014).

L'analisi modellistica CALPUFF per il giorno 27/6 non ha mostrato significative evidenze di ricadute al suolo; quella riferita al giorno 3/10 ha mostrato un maggiore impatto, sebbene i valori di concentrazione siano sempre al di sotto dei limiti sanitario ed odorigeno.

Riguardo ai limiti si è precisato che:

- 1) il limite suggerito dall'Environmental Protection Agency (EPA), a cui fa riferimento l'Istituto Superiore della Sanità per la salvaguardia della salute umana è 100 mg/m^3 [pari a 0.1 mg/l e 25 ppm];
- 2) le soglie di percezione odorigena **non hanno validità prescrittiva dal momento che in Italia l'impatto odorigeno non è ancora normato**, ed esse possono essere desunte dal manuale "Metodi di misura delle emissioni Olfattive" Quadro normativo e campagne di misura – APAT 19/2003 che costituisce, per numerose specie inquinanti, un autorevole riferimento bibliografico.

Struttura: UO SG1.3	Direttore Tecnico ARPA Sicilia dott. Vincenzo Infantino	Responsabile procedimento: ing. G. Madonia* Collaboratori: ing G. Agnello , ing G. Amorelli *Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA	Data: 13/2/2018	
------------------------	------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

Il limite odorigeno di stirene a cui si è fatto riferimento è pari a 202 µg/m³ (equivalente ad una unità odorigena [UO_E/Nm³]) e corrisponde all'estremo inferiore del campo di variazione dello styrene uninhibited⁶ (soglia bassa) riportato in tabella 1.

Tale scelta, che ha condotto a lavorare sulla stima d'impatto più restrittiva, **si è preferita per tenere conto di tutti i possibili gradi di sensibilità dei soggetti recettori.**

In considerazione dei risultati e delle doglianze riferite nell'Esposto dei residenti presso il recettore sensibile contrassegnato come R1 (prot. n. 11458/2017), si è reputato dover approfondire lo studio modellistico adottando le seguenti metodologie operative:

- 1) Delineazione di ulteriori 4 scenari emissivi, ciascuno caratterizzato da un tenore di emissioni progressivamente crescente (secondo periodo di riferimento: 3 ottobre 2014).
- 2) Valutazione della sovrapposizione degli effetti per meglio tenere conto dei tempi di permanenza in aria dello stirene prima della sua ricaduta al suolo;
- 3) Applicazione della metodologia suggerita dall'International Atomic Energy Agency, per tenere conto degli effetti di perturbazione degli edifici sulla forma del *plume* generato dalla sorgente emissiva.

La metodologia 1) non ha mostrato evidenze d'impatto significative sebbene la portata emissiva sia stata amplificata, in ciascun punto emissivo, fino ad un fattore F=32.

La metodologia 2) ha mostrato che la sovrapposizione degli effetti di ricaduta conduce a concentrazione di stirene che non superano sia la soglia di esposizione per la salute [0.031 mg/mc <<100 mg/mc] sia la soglia di percezione dello stirene [31,2 µg/mc <<202 µg/mc].

La metodologia 3), abbandona l'approccio tridimensionale alla diffusione ed al trasporto per adottare l'approccio investigativo bidimensionale, nel piano verticale che contiene la sorgente ed il recettore.

Con riferimento agli aspetti di salvaguardia della salute, essa ha evidenziato che ancora una volta il tenore di concentrazione al suolo di stirene è estremamente basso [max 1.51 mg/mc <<100 mg/mc] rispetto alla soglia di protezione della salute.

Tale metodologia ha consentito, altresì, d'intersecare i risultati con quelli del modello Lagrangiano (a parità di condizioni di velocità e direzione del vento) e di esaminare la risposta del sistema, secondo i gradi di libertà disponibili, rispetto alla variazione delle possibili forzanti esterne.

In particolare, con il metodo dell' International Atomic Energy Agency, è stato possibile studiare le variazioni di concentrazione dello stirene con il mutare delle condizioni del vento.

La metodologia 3) ha mostrato che, in corrispondenza del prefissato campo emissivo, la soglia di velocità u=0.05 m/s costituisce una discriminante per la percezione dell'odore.

⁶ Per ridurre la polimerizzazione spontanea dello stirene, esso viene addizionato con un anti-polimerizzante, il t-butilcatecolo (TBC), che inibisce la reazione radicalica del gruppo vinile. Nella definizione del campo emissivo, in favore di sicurezza ci si è riferiti allo stirene non additivato e, pertanto, considerato nella sua forma maggiormente reattiva a cui corrisponde la soglia bassa prescelta.

Struttura: UO SG1.3	Direttore Tecnico ARPA Sicilia dott. Vincenzo Infantino	Responsabile procedimento: ing. G. Madonia Collaboratori: ing G. Agnello , ing G. Amorelli <i>*Tirocinanti Unipa DEIM presso ARPA</i>	Data: 13/2/2018	
-------------------------------	-------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------	---------------------------------------------------------------------------------------

Infatti, nei casi in cui la velocità del vento scende al di sotto di 0.05 m/s (ovvero attinge a tale valore) la concentrazione al recettore di stirene aumenta sensibilmente oltrepassando nettamente il limite odorigeno di 202 µg/mc.

In conclusione,

sulla base dei dati emissivi assunti:

- non vi sono evidenze modellistiche che dimostrano il superamento del limite suggerito dall'EPA a cui si riferisce l'Istituto Superiore della Sanità per la salvaguardia della salute umana [0.1 mg/l pari a 100 mg/m³ e 25 ppm]; ARPA Sicilia, tuttavia, **non essendo competente ad esprimere alcun giudizio sugli aspetti tossicologici connessi all'esposizione umana agli inquinanti**, rimanda le valutazioni sanitarie al competente organo di controllo a tal fine deputato;
- per quanto attiene l'impatto odorigeno, *che non risulta vincolato ad alcuna norma cogente di legge*, **i risultati indicano una verosimile compatibilità** con quanto lamentato ed esposto nella nota prot. 11458 del 24/02/2017.
