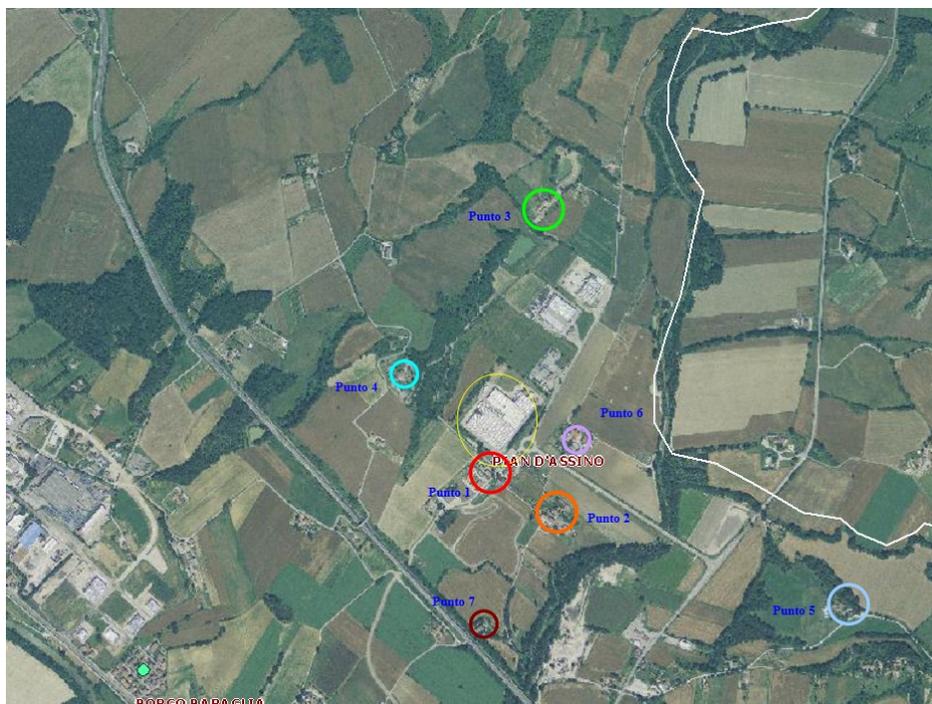




PROBLEMI ODORIGENI PRESSO LA ZONA INDUSTRIALE PIAN D'ASSINO NEL COMUNE DI UMBERTIDE

INDAGINE EFFETTUATA NEL PERIODO 2011-2012



arpa umbria

Rapporto Tecnico

Maggio 2012

Gruppo di Lavoro

De Luca Giuseppe
Galletti Mara
Passeri Sara
Pincardini Maurizio
Paolo Giuseppe Fabbriciani
Narducci Rita
Innocenti Giuseppe
Belardinelli Stefano
Vecchiocattivi Marco
Angelucci Monica

Nel presente studio effettuato da ARPA Umbria, in collaborazione con gli abitanti della zona di Pian d'Assino e la ditta IRCE, sono state compiute una serie di indagini finalizzate a comprendere la causa dei fenomeni odorigeni talvolta percepiti dagli abitanti della zona e considerati dagli stessi molto disturbanti. Vista la tipologia degli odori percepiti l'attenzione è stata puntata nei confronti della ditta IRCE e lo studio ha inteso comprendere la natura delle sostanze oggetto del disturbo e le condizioni che provocano la presenza dei cattivi odori.

Per tale motivo sono state fatte tre indagini separate di cui due con lo scopo di comprendere le caratteristiche qualitative e quantitative della/e sostanza/e coinvolta/e nel disturbo odorigeno e l'altra indagine con lo scopo di comprendere se il disturbo fosse collegato a particolari condizioni meteorologiche.

I risultati di tale studio dovranno essere in seguito, oggetto, da parte della ditta IRCE, di proposte operative finalizzate a minimizzare il disturbo per la popolazione circostante e di una valutazione da parte dell'Azienda Sanitaria Locale di eventuali impatti sulla salute con riferimento alle sostanze e concentrazioni delle stesse rilevate dallo studio presso gli insediamenti abitativi.

Premessa

Lo stabilimento IRCE di Pian d'Assino ad Umbertide produce filo smaltato di alluminio e rame per conduttori. Il processo consta essenzialmente di tre fasi:

- 1) Trafilatura del filo di rame e di alluminio per realizzare i diametri richiesti dal mercato; è una operazione meccanica che non può essere messa in relazione con le segnalazioni;
- 2) Smaltatura del filo che prevede l'applicazione di vernici isolanti per passaggi successivi. In questa fase vengono utilizzati prodotti a solvente ed un successivo trattamento termico che causa la polimerizzazione dei prodotti applicati e l'allontanamento del solvente e contestuale abbattimento attraverso un combustore catalitico prima della emissione in atmosfera.
- 3) Finitura che prevede la lubrificazione del filo smaltato con prodotti naturali sciolti in solventi alifatici (Iso-ottano, cicloesano, eptano etc.).

Studio finalizzato all' identificazione delle caratteristiche qualitative e quantitative della/e sostanza/e coinvolta/e nel disturbo odorigeno

L'Arpa, per caratterizzare il fenomeno lamentato, viste le materie prime utilizzate dalla Ditta, ha individuato, dislocati nel territorio oggetto della verifica, dei punti di monitoraggio, ove posizionare dei sistemi di campionamenti passivi dell'aria (RADIELLO) per la ricerca di Fenoli, o-Cresolo, mp-Cresolo, Sostanze organiche volatili (esprese come n-esano), Benzene, Toluene, EtilBenzene, mp-Xileni, o-Xilene.

I punti sono stati scelti nei pressi di nuclei abitati (punti più sensibili) come da figura 1A per avere un quadro completo e rappresentativo della situazione da indagare. E' stato inoltre scelto un punto da considerarsi come bianco di riferimento (Loc. Sioli) sicuramente non interessato dal fenomeno indagato. Nella stessa zona è stata posizionata anche una centralina meteo al fine di relazionare i dati ottenuti con le diverse condizioni meteo climatiche. Il monitoraggio ha avuto inizio il 31/05/2011 e si è concluso il 01/09/2011 con sostituzione settimanale o quindicinale delle fiale. Complessivamente sono stati effettuati 45 campionamenti per la ricerca di Fenoli, o-Cresolo, mp-Cresolo e 38 campionamenti

per la ricerca di Sostanze organiche volatili (esprese come n-esano), Benzene, Toluene, EtilBenzene, mp-Xileni, o-Xilene.

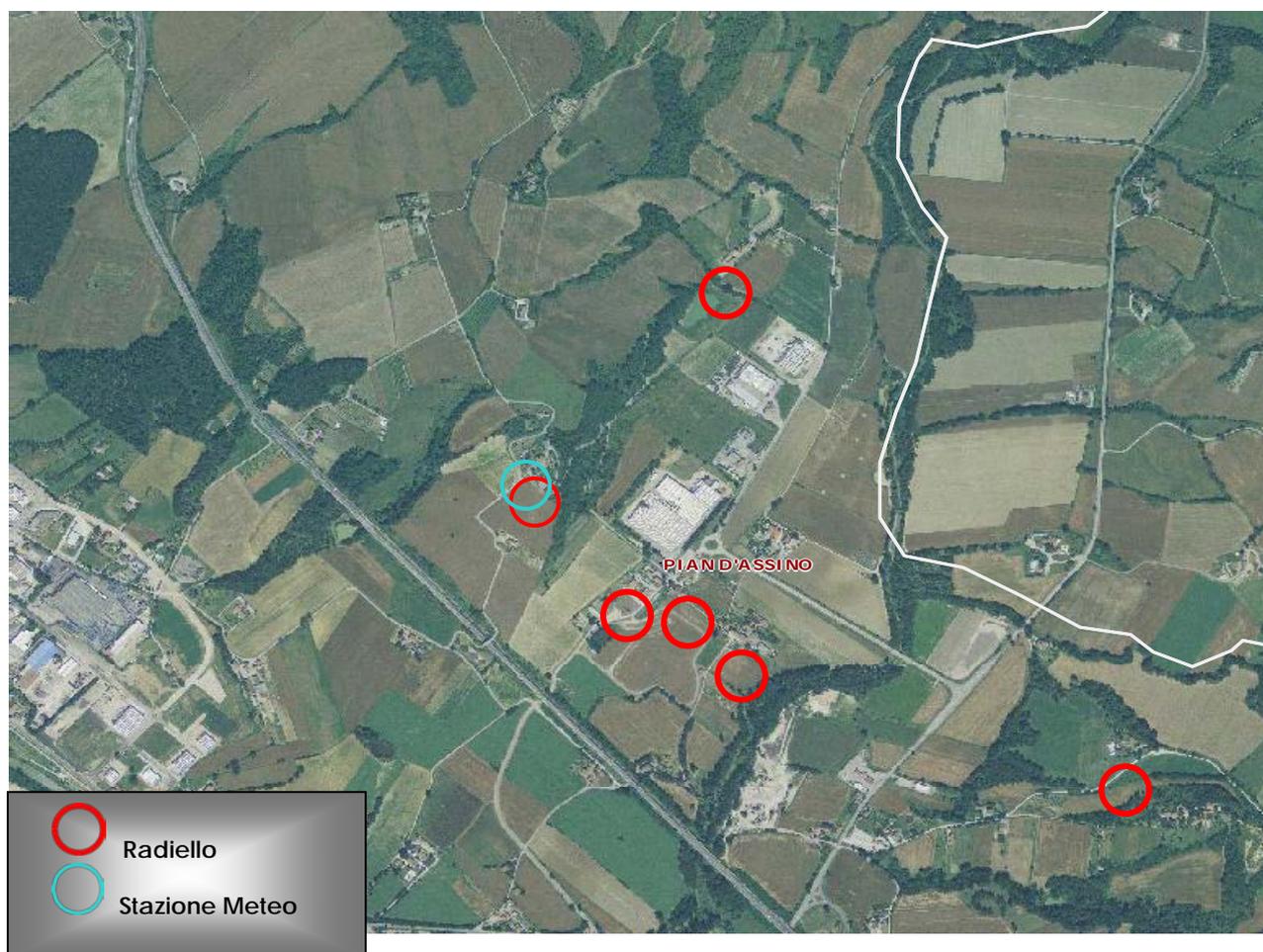


Figura 1A: Punti geografici in cui sono stati collocati i Radiello (escluso il punto bianco)

I risultati ottenuti evidenziano, nella maggior parte dei casi, valori confrontabili tra quelli determinati in zona Pian d'Assino e quelli determinati nella zona di riferimento (Loc. Sioli) e pertanto i risultati sono stati considerati di difficile interpretazione.

A questo punto si è deciso di modificare la metodica di indagine e quindi è stata implementata una ulteriore fase di ricerca che ha avuto inizio nel mese di ottobre 2011.

Nel sopralluogo del 14/10/2011 ARPA Umbria ha focalizzato l'attenzione sulla fase 2) del ciclo lavorativo dell'IRCE, effettuando dei campionamenti puntuali in corrispondenza del punto di applicazione della vernice al forno n° 12 rappresentativo dei 34 forni orizzontali su 42 presenti nello stabilimento; i restanti sono a geometria verticale. Inoltre è stato effettuato un campionamento della Emissione E1 della ditta IRCE a cui confluiscono le emissioni dei forni da 1 a 13 ed è dal punto di vista delle portate la più importante.

All'interno dei capannoni era già attivo, per lo stesso periodo, un monitoraggio ambientale orientato alle Sostanze Organiche Volatili ed ai Fenoli.

Inoltre sono stati organizzati dei campionamenti nel giardino di una delle case da cui provenivano le segnalazioni, ubicata nelle immediate vicinanze della ditta.

I campioni sono stati analizzati dal Servizio Aria e Campionamento Emissioni del laboratorio di Terni di ARPA Umbria.

Materiali e metodi

I controlli d'area all'interno del capannone di produzione hanno previsto la installazione in due postazioni identificate con le sigle **loc1** e **loc2**, ubicate nei reparti smalteria, dei radielli a desorbimento termico per SOV e per Fenoli, sostituendoli settimanalmente a partire dal 10/10/2011 fino al 24/10/2011. In data 14/10/2011 si è provveduto al campionamento attivo per le SOV ed i Fenoli all'interno del capannone, in corrispondenza del punto di applicazione delle vernici sul filo cioè nel punto che sembrava essere rappresentativo della emissione "fuggitiva" più importante del processo. Con la stessa metodologia si è campionata anche l'emissione E1. Detti campionamenti si sono protratti per due ore in modo da raggiungere una sensibilità tale da potere confrontare le concentrazioni misurate con le soglie olfattive di Fenolo (**426 µg/m³**;) e dei Cresoli (**6.5 µg/m³** media delle soglie dei tre isomeri, che separatamente valgono: m-Cresolo 3.5 µg/m³; o-Cresolo 7.8 µg/m³ e p-Cresolo 8.3 µg/m³). Infine è stata prelevato un campione in sacca per un'analisi qualitativa e semiquantitativa dei composti organici presenti. Inoltre si è proceduto ad addestrare gli abitanti della casa sopracitata al fine di attivare un campionamento, nel giardino della stessa, in coincidenza con il disturbo per la durata dell'evento e per un tempo cumulato complessivo di almeno due ore sulla stessa fiala. Si è richiesto, inoltre, una sommaria descrizione della intensità di odore (Bassa, Media, Alta) nonché della presenza o meno di vento. In questo modo sono stati prelevati quattro coppie di campioni (SOV e Fenoli) nelle date del 21/10, 24/10, 11/11 e 13/11.

Risultati

I risultati ottenuti sono presentati aggregati in tre diverse tabelle. Nella prima si trovano i dati relativi alle concentrazioni interne allo (indoor) stabilimento, nella seconda i dati relativi alle emissioni del camino E1 confrontati anche con i controlli da noi effettuati in precedenza sulla stessa emissione (dal 2009 al 2011), nella terza si trovano i dati relativi al campionamento nel giardino dell'abitazione privata in concomitanza con gli eventi.

Tabella 1: Concentrazioni di Fenoli e SOV all'interno dello stabilimento:

FENOLI				
Punto di Camp.	Data	Fenolo µg/m³	o-Cresolo µg/m³	mp-Cresolo µg/m³
Loc 1	10/10-17/10	50	5	31
Loc 1	17/10-24/10	72	13	43
Loc 2	17/10-24/10	42	2	6
Forno 12	14/10/2011	181	14	42
Sostanze Organiche Volatili				
Punto di Camp.	Data	ETB µg/m³	XILOLI µg/m³	SOV µg/m³
Loc 1	10/10-17/10	83	215	3200
Loc 2	10/10-17/10	59	189	2400
Loc 1	17/10-24/10	76	202	2800
Forno 12	14/10/2011	N.D ^(*) .	N.D.	6600

Nota: (*) Non Determinato

Tabella 2: Concentrazioni di Fenoli e SOV all'emissione E1:

Punto di Camp.	Data	Fenolo $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (*)	SOV $\mu\text{g}/\text{m}^3$
E1	03/07/2009	800	2700
E1	26/03/2010	600	<100
E1	07/06/2011	<100	1800
E1	14/10/2011	<100	2700

Nota: I valori autorizzati sono SOV = 50 mg/ m³ (50.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e Fenolo= 10 mg/ m³ (10.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Tabella 3: Concentrazioni di Fenoli e SOV nel giardino dell'abitazione:

Punto di Camp.	Data	Fenolo $\mu\text{g} / \text{m}^3$	SOV $\mu\text{g} / \text{m}^3$
Giardino	21/10/2011	4	230
Giardino	24/10/2011	3	10
Giardino	11/11/2010	<2	320
Giardino	13/11/2010	5	<10

Discussione dei risultati

Per quanto riguarda le concentrazioni indoor (Tab. n°1), frutto della somma delle emissioni "diffuse", si può rilevare che il fenolo presenta concentrazioni sempre sotto la soglia olfattiva, mentre i cresoli superano il valore della rispettiva soglia olfattiva in tutti i campioni. Inoltre l'ipotesi che il punto di applicazione della vernice sul filo, che avviene in testa al forno di smaltatura, sia un'importante punto di emissione "fuggitiva" è confermata, in quanto il fenolo è circa quattro volte la concentrazione del fondo ambientale misurato con i radielli; mentre le SOV sono più del doppio. Per quanto riguarda la natura chimica di queste ultime, l'analisi delle sacche mostra che i composti aromatici rappresentano circa il 60%, dato non sorprendente in quanto il solvente delle vernici è una nafta aromatica leggera.

Per quanto riguarda l'emissione E1 (Tab. n°2) si vede che dal 2009, anno del nostro primo controllo le concentrazioni non variano molto fino agli ultimi controlli del 2010, e che i limiti autorizzati sono sempre pienamente rispettati.

Infine per quanto riguarda i campioni prelevati nel giardino dell'abitazione privata, della famiglia dei fenoli non si rilevano mai i cresoli, ed il fenolo, quando presente, al di sopra del limite di rilevabilità, ha concentrazioni mediamente 100 volte più basse della sua soglia olfattiva. Per le SOV si consideri che i valori riscontrati ricorrono nelle zone industriali e anche in punti "caldi" di realtà urbane.

Conclusioni

Da un punto di vista igienico sanitario, va detto che delle concentrazioni misurate, comprese quelle indoor, nessuna raggiunge livelli di preoccupazione, si consideri che il NIOSH (ente Americano che produce standard di igiene industriale) dà come soglia limite di esposizione per 8 ore questi valori:

- 1) Trimetil Benzene 125.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, questa sostanza è presa come indicatrice della famiglia dei composti aromatici che come detto sopra rappresentano il 60% delle SOV;
- 2) Fenolo 19.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$;
- 3) Cresoli 10.000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Per quanto riguarda l'attesa diagnosi dei problemi olfattivi segnalati, si potrebbe, frettolosamente affermare che non esiste correlazione con l'impianto, ciò è contro tutte le evidenze sensoriali, quello che si può dire è che le misure non hanno consentito di stabilire una correlazione. Questo è dovuto alle note difficoltà delle indagini analitiche in questo campo e che ricordiamo sono:

- 1) i tempi di risposta e la sensibilità del naso sono molto più alte dei più sensibili metodi di campionamento ed analisi;
- 2) la complessità dei fenomeni odorigeni non può essere ridotta ad una semplice relazione concentrazione/rilevazione odore, perché da una parte vi è la sensibilità individuale e dall'altra fenomeni di sinergia tra sostanze diverse che non possono essere affrontati con il concetto di soglia olfattiva. Non a caso il metodo di riferimento per valutare la concentrazione di odore è un metodo sensoriale ed i metodi strumentali che si stanno diffondendo sono metodi che si rifanno, in linea di principio, a quello sensoriale ("nasi elettronici").

Qualche considerazione interessante si può fare se si ragiona sui dati in relazione al quadro emissivo complessivo della IRCE così come si rileva dalla AIA. In prima approssimazione si può affermare che i forni dotati di combustore catalitico producono emissioni che rispettano abbondantemente i limiti prescritti; questa osservazione andrebbe confermata attraverso un controllo delle altre emissioni dai forni. Quindi su questo versante poco si può fare. Se invece guardiamo alle emissioni diffuse, che sono canalizzate attraverso il sistema di ricambio aria, che viene considerato emissione non significativa (Da E10 a E30), allora vediamo che sommate, queste producono una portata di $20 \times 4200 = 84000 \text{ m}^3/\text{h}$ di un effluente in cui le concentrazioni di inquinanti sono, presumibilmente quelle riscontrate all'interno dei capannone che hanno gli stessi valori della emissione E1 controllata. Questo flusso ha però due particolarità rispetto alle emissioni provenienti dai forni:

- 1) in esso sono presenti i cresoli a concentrazioni sopra la soglia olfattiva e nella emissione convogliata non si rilevano;
- 2) inoltre questa emissione è a temperatura ambiente rispetto agli 80°C delle emissioni dai forni, questo significa che le dinamiche di dispersione sono diverse e potrebbero dare più problemi nelle vicinanze dello stabilimento.

L'ultima affermazione potrebbe essere verificata applicando una simulazione modellistica.

Si consideri ancora, che oltre agli obblighi derivanti dal D.L.vo 152/2006 e s.m. e i., a contenere quanto più possibile le emissioni diffuse, nella AIA al capitolo dedicato, si dichiara che esse sono il 20% di quelle convogliate. In conclusione una ipotesi di lavoro potrebbe essere il censimento delle sorgenti di emissioni diffuse per verificare se ne esistono alcune che possono essere messe sotto controllo più agevolmente cominciando a riflettere ad esempio, sul punto di applicazione delle vernici sul filo ed altre emissioni con il carattere "fuggitivo" come questa.

Indagini finalizzate alla Valutazione delle condizioni che determinano il disturbo odorigeno: indagine sociale

Contestualmente all'indagine di cui sopra, nei mesi di giugno, luglio e agosto 2011 è stata realizzata una indagine conoscitiva tra gli abitanti residenti nei pressi della ditta IRCE ad Umbertide, località Pian D'Assino, al fine di studiare gli eventi di odori sgradevoli percepiti dalla popolazione. A 16 famiglie sono state distribuite tre schede, una per ogni mese, in cui indicare per ogni ora di ogni giorno se fosse percepito o meno odore sgradevole, di che intensità e, in una scheda a parte, anche una descrizione dell'odore percepito. L'intensità dell'odore è stata suddivisa in cinque differenti categorie con le quali gli intervistati potevano compilare le schede:

- 0 odore non presente
- 1 odore debole
- 2 odore medio
- 3 odore intenso
- X se il segnalatore non si trova in casa

Le famiglie coinvolte risiedono in abitazioni posizionate, rispetto alla ditta, in sette differenti punti distribuiti in modo disomogeneo sul territorio, come mostrato in figura 1B.

Nella tabella 1, invece, sono riportate le associazioni tra le famiglie intervistate, la sigla utilizzata per le schede compilate da ogni famiglia e il punto geografico in cui si trovano le abitazioni.

Tabella 1: famiglie intervistate, schede e punti

Famiglia	Schede	Punto geografico
A	S1	Punto 1
B	S2	
C	S5	
D	S10	
E	S3	Punto 2
F	S4	
G	S6	Punto 3
H	S8	Punto 4
I	S9	Punto 5
L	S11	Punto 6
M	S7	Punto 7

Alcune famiglie, le cui schede sono risultate vuote o pressoché vuote, non sono state prese in considerazione. Quelle considerate nell'analisi sono elencate nella tabella 1.

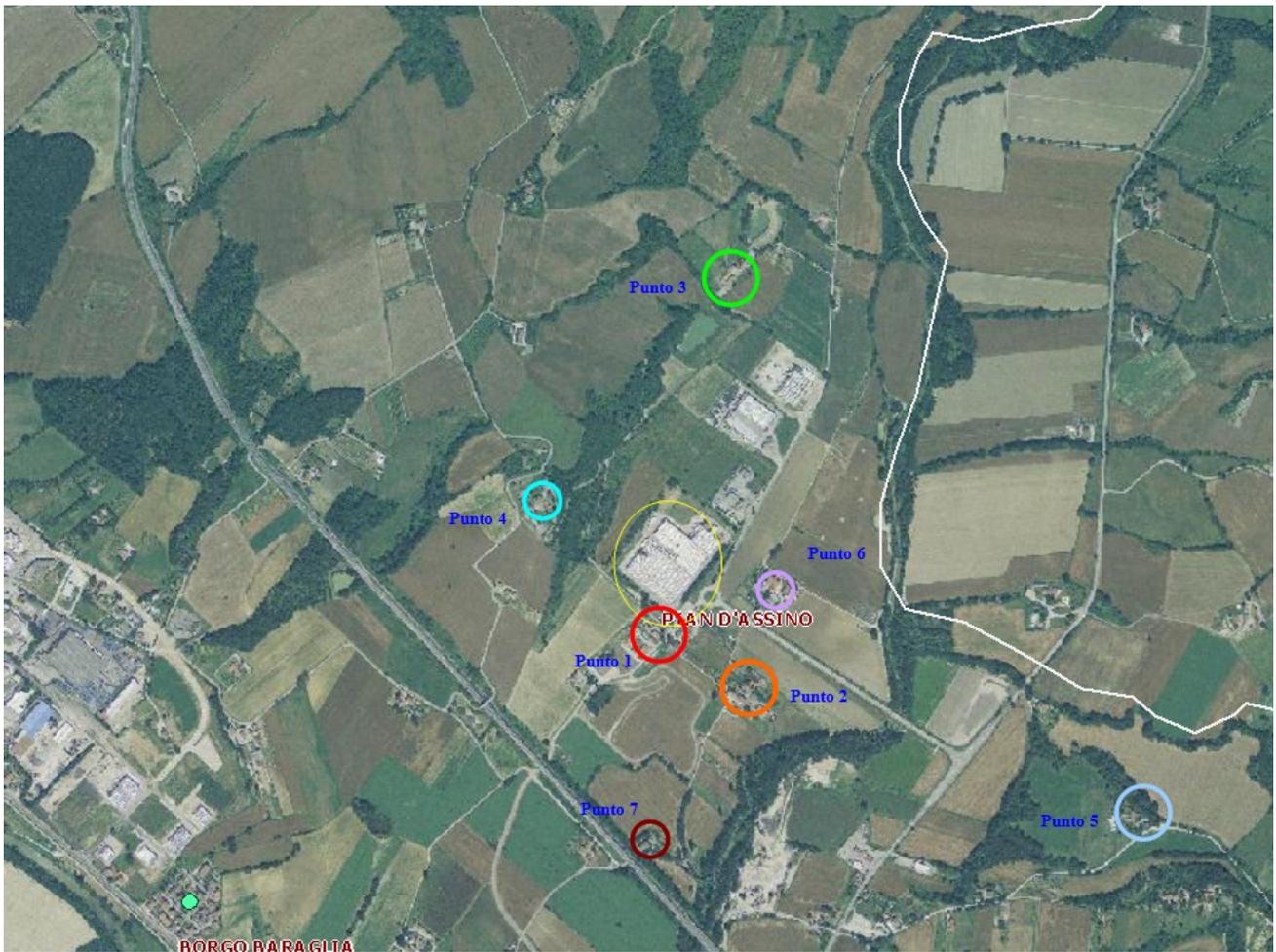


Figura 1B: Punti geografici in cui sono posizionate le residenze

Per ogni scheda sono stati presi tutti i mesi (non tutte le schede però sono presenti per tutti i mesi) e considerati in sequenza partendo dalle ore 7 alle ore 24. Quest'ultima scelta è stata fatta in quanto la totalità delle schede (ad eccezione di una) hanno per tutti i giorni le celle o vuote o riempite con 0 e X per le ore dalle 1 alle 6.

Molte schede hanno numerose celle vuote; queste sono state tutte considerate come 0 ad eccezione delle schede che per il mese di agosto hanno 7 o 15 giorni consecutivi vuoti che, presumendo un'assenza per ferie, sono state considerate X. Infine, per fare le analisi le X sono state trasformate in "4" avendo necessità nelle elaborazioni di gestire solo numeri interi positivi.

Con questi dati sono state fatte alcune analisi sulle frequenze di accadimento degli episodi di "odori sgradevoli", le frequenze sono state fatte per punti raggruppando le schede che sono situate nello stesso punto (numerati da 1 a 7 come in tabella 1 e figura 1B).

Le frequenze sono state fatte sia per tutti i dati compresi 0 e 4 ma anche per i soli casi di "odori sgradevoli", definiti casi positivi, figure 2 e 3.

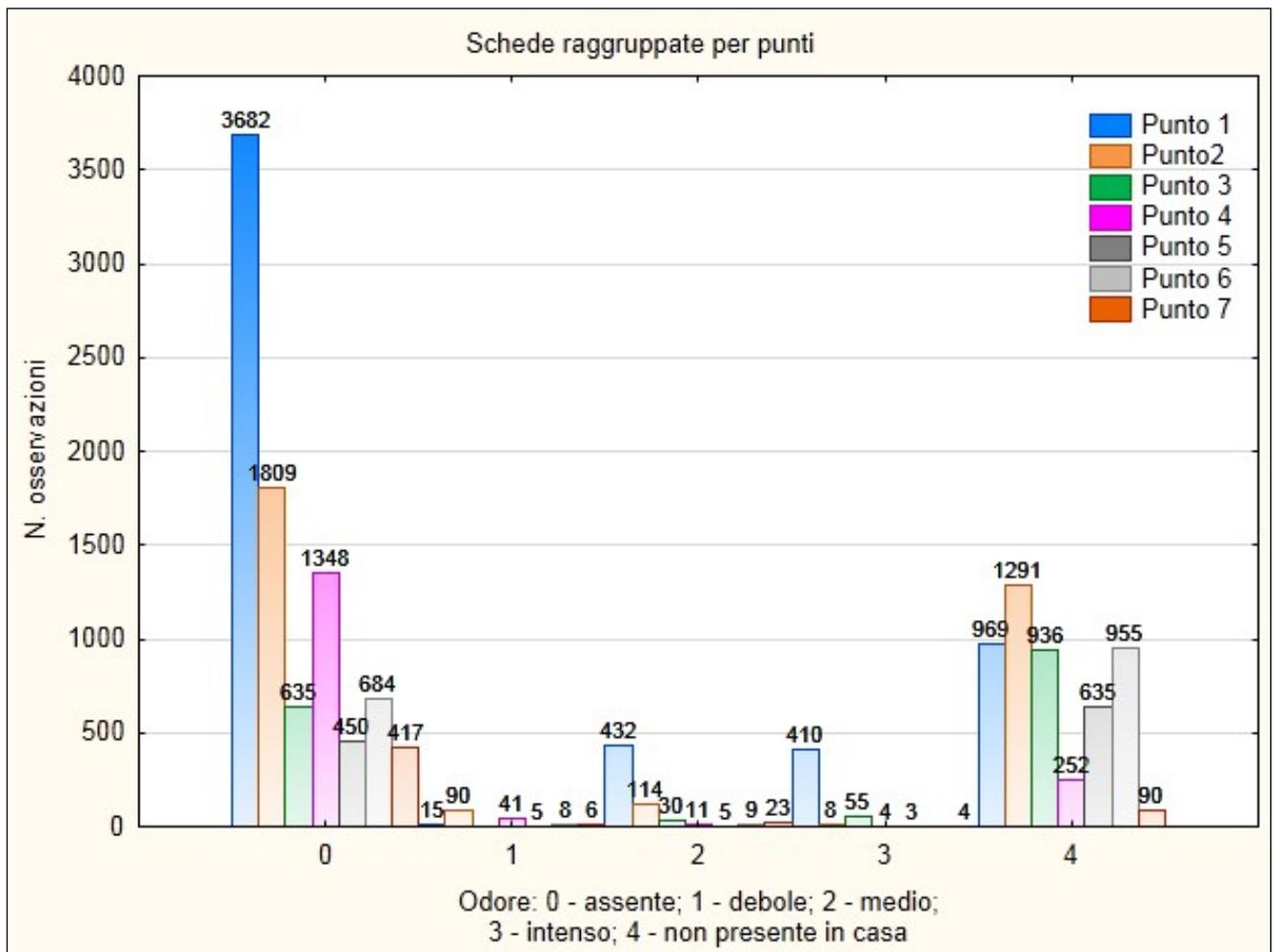


Figura 2: Frequenze di accadimento di tutte le categorie raggruppate per punti

Si vede chiaramente che nel periodo di somministrazione del questionario sono prevalenti per tutti i punti, i casi di assenza di odore (0) o di non presenza in casa (4).

Se, togliendo questi casi, si mettono in evidenza i soli casi positivi (con "odori sgradevoli") ed allora si evidenzia che i punti 1 e 2 sono quelli con episodi più numerosi e di maggiore intensità, a seguire c'è il punto 3 con meno episodi ma tutti di maggiore intensità. A seguire, poi, il punto 4 con pochi casi positivi e mai di tipo intenso. Per finire i punti 5, 6 e 7 che mostrano pochissimi episodi positivi.

Questo confronto con numeri assoluti è, però, falsato dal fatto che i punti hanno un numero di casi molto diverso l'uno dall'altro. È pertanto necessario passare a confronti percentuali.

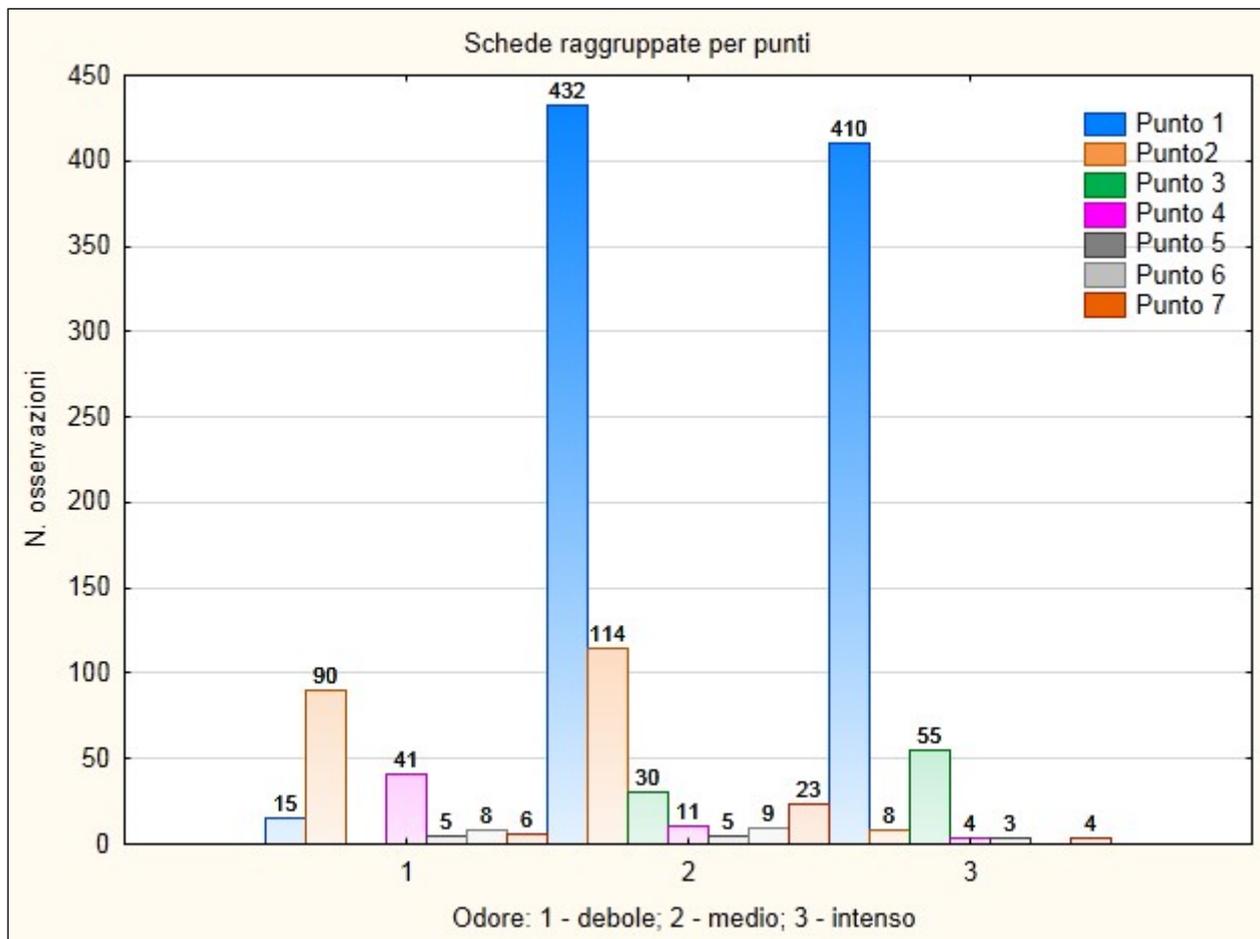


Figura 3: Frequenze di accadimento degli episodi di "puzze" raggruppate per punti

L'analisi percentuale è stata fatta per le sole risposte positive (con "odori sgradevoli") rispetto a tre diversi valori delle celle compilate (considerando solo il periodo dalle ore 7.00 alle ore 24.00):

- rispetto alle celle piene - cioè al numero delle celle compilate nelle schede riconsegnate
- rispetto al totale delle celle disponibili - cioè rispetto al numero totale delle celle delle schede riconsegnate anche se non compilate (ricordo che non tutti i compilatori hanno riconsegnato tutte le schede)
- rispetto al totale delle celle - cioè rispetto al numero totale delle celle disponibili per tutte le schede consegnate ai compilatori (cioè tre schede con una cella per ogni ora di ogni girone)

Nelle figure 4 e 5 sono riportate queste analisi per i singoli compilatori (S1, ..., S11) e raggruppate per punti (Punto 1, ..., Punto 7).

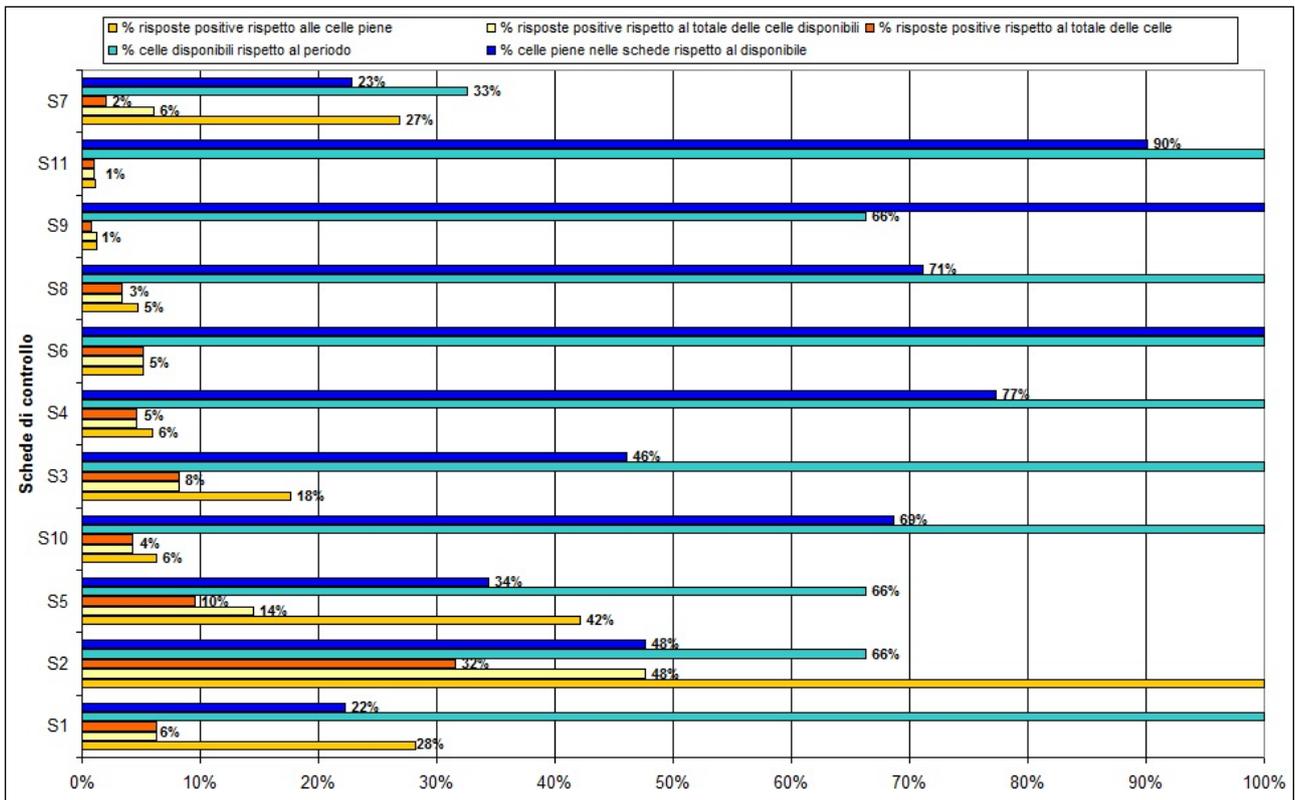


Figura 4: Percentuale rispetto alle celle di risposte positive, per ogni compilatore

Se analizziamo la figura 5, raggruppata per punti si osserva che:

- Punto 1 le celle consegnate sono state l'83 % di queste il 16 % è positivo. Delle celle riconsegnate solo il 44 % è stato compilato e di questo il 36 % è positivo. Ma se confrontiamo la percentuale positiva rispetto al totale delle celle del periodo (cioè tutte le ore dei tre mesi di test) è positivo il **13 %**.
- Punto 2 le celle consegnate sono state il 100 % di queste il 6 % è positivo. Delle celle riconsegnate solo il 55 % è stato compilato, di queste il 9 % è positivo. Ma se confrontiamo la percentuale positiva rispetto al totale delle celle del periodo (cioè tutte le ore dei tre mesi di test) è positivo il **5 %**.
- Punto 3 le celle consegnate sono state il 100 % di queste il 5 % è positivo Delle celle riconsegnate il 100 % è stato compilato pertanto rimane pari al 5 % la percentuale delle celle positive. Se confrontiamo la percentuale positiva rispetto al totale delle celle del periodo (cioè tutte le ore dei tre mesi di test) è ovviamente positivo sempre il **5 %**.

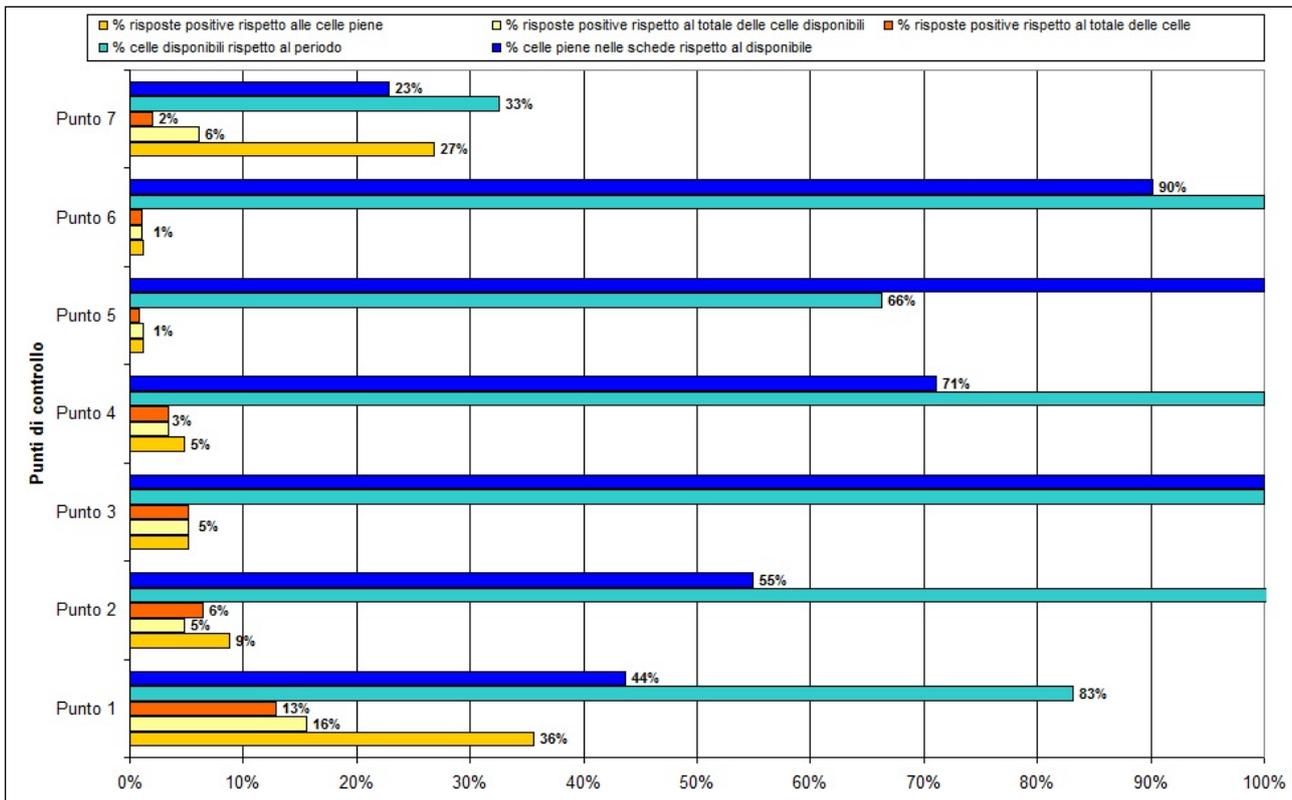


Figura 5: Percentuale rispetto alle celle di risposte positive, per ogni punto geografico

- Punto 4 le celle consegnate sono state il 100 % di queste il 3 % è positivo Delle celle riconsegnate solo il 71 % è stato compilato e di queste solo il 5 % è positivo. Se confrontiamo la percentuale positiva rispetto al totale delle celle del periodo (cioè tutte le ore dei tre mesi di test) è positivo il 3 %.
- Punto 5 le celle consegnate sono state il 66 % di queste solo l'1 % è positivo. Delle celle riconsegnate il 100 % è stato compilato e anche in questo caso rimane positivo l'1 %. Se confrontiamo la percentuale positiva rispetto al totale delle celle del periodo (cioè tutte le ore dei tre mesi di test) è positivo anche in questo caso l'1 %.
- Punto 6 le celle consegnate sono state il 100 % di queste l'1 % è positivo . Delle celle riconsegnate sono state compilate il 90 %, di queste sono positive solo l'1 %. Se confrontiamo la percentuale positiva rispetto al totale delle celle del periodo (cioè tutte le ore dei tre mesi di test) è positivo solo l'1 %.
- Punto 7 le celle consegnate sono state il 33 % di queste il 27 % è positivo . Delle celle riconsegnate sono state compilate solo il 23 %, di queste sono positive solo il 6 %. Se confrontiamo la percentuale positiva rispetto al totale delle celle del periodo (cioè tutte le ore dei tre mesi di test) è positivo solo il 2 %.

Da questa analisi si posso dedurre alcune considerazioni.

- Il punto 1 è quello che presenta la percentuale più alta di eventi positivi (13 %). Di questi eventi positivi è anche più alta la percentuale di eventi con odore intenso

(valore 3) e l'odore medio (valore 2) che risultano essere oltre il 6 % del totale (figura 6). Infatti le abitazioni ricadenti nel punto sono quelle posizionate più vicino all'area della ditta.

- La maggioranza degli intervistati ha compilato solo una parte delle schede e nelle schede stesse solo una parte delle celle. Questo porta a dati disomogenei e con possibili errori di interpretazione.

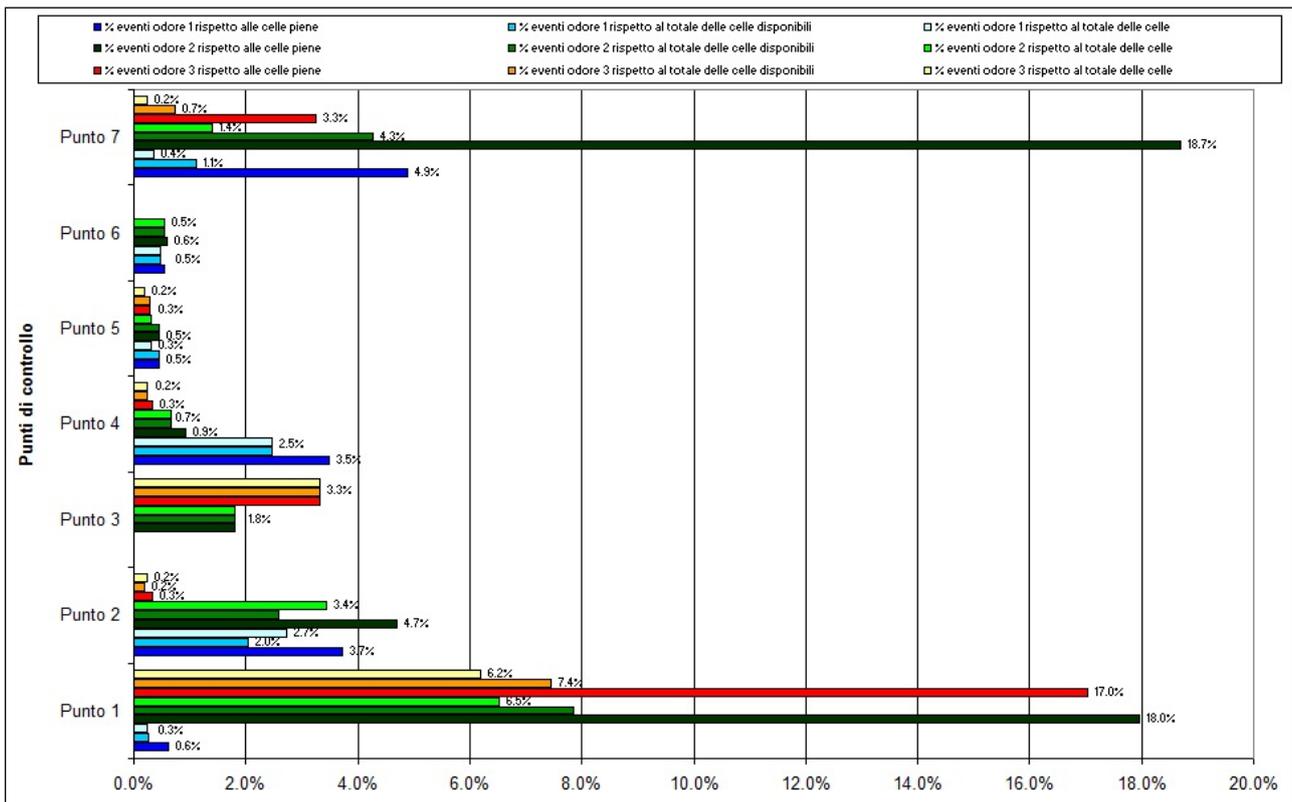


Figura 6: Percentuale rispetto alle celle di risposte positive suddivise per tipologia di odore per ogni punto geografico

- In numerose schede sono compilate solo le celle che corrispondono ad ore con eventi positivi (cioè con "odori sgradevoli"), questo può evidenziare la particolare attenzione agli eventi positivi e la scarsa attenzione agli eventi senza odori sgradevoli.

Dai dati analizzati, facendo una ipotesi molto conservativa, si può congetturare che nella situazione peggiore, punto 1 con il 13 % di eventi positivi, se supponiamo che gli eventi positivi siano distribuiti uniformemente nell'anno su un totale di 365 giorni, contando le ore dalle 7.00 alle 24, si avrebbero circa 2.5 ore al giorno di eventi con odori sgradevoli (di tutte le categorie).

Nello stesso periodo si è provveduto ad installare nell'area una centralina meteorologica ed a completamento dell'analisi delle risposte delle schede, sono stati analizzati i dati anemometrici misurati dalla centralina meteo. In particolare, si è cercato di verificare in prima battuta se fosse possibile convalidare l'ipotesi della sorgente degli eventi di odori rilevati.

Per far questo sono state confrontate le rose dei venti ottenuto dalle misure per l'intero periodo (da giugno al 18 agosto, data oltre la quale è cambiata la frequenza di campionamento del vento e non è possibile ricondurre il tutto al precedente periodo)

con analoghe rose per ciascun gruppo di osservazioni costruite selezionando solo le ore in coincidenza delle quali si hanno segnalazioni di odori.

Il risultato è mostrato nella figura 7 mentre, per confronto, in figura 8 è mostrata la rosa dei venti per l'intero periodo.

In corrispondenza dei 7 punti di osservazione sono presenti le rispettive rose dei venti dell'analisi di coincidenza ovvero selezionando solo le direzioni di provenienza nelle ore per le quali sono state avvertiti gli odori.

Si vede facilmente come i punti 2, 3, 4, 5, 6 e 7 abbiano direzioni di provenienza dei venti prevalentemente dall'area di vallata dove è presente l'industria, mentre il punto 1, che è quello più a ridosso, non abbia una direzione prevalente probabilmente a causa di fenomeni di ristagno, visto anche la bassa velocità del vento misurata in corrispondenza degli odori sgradevoli.

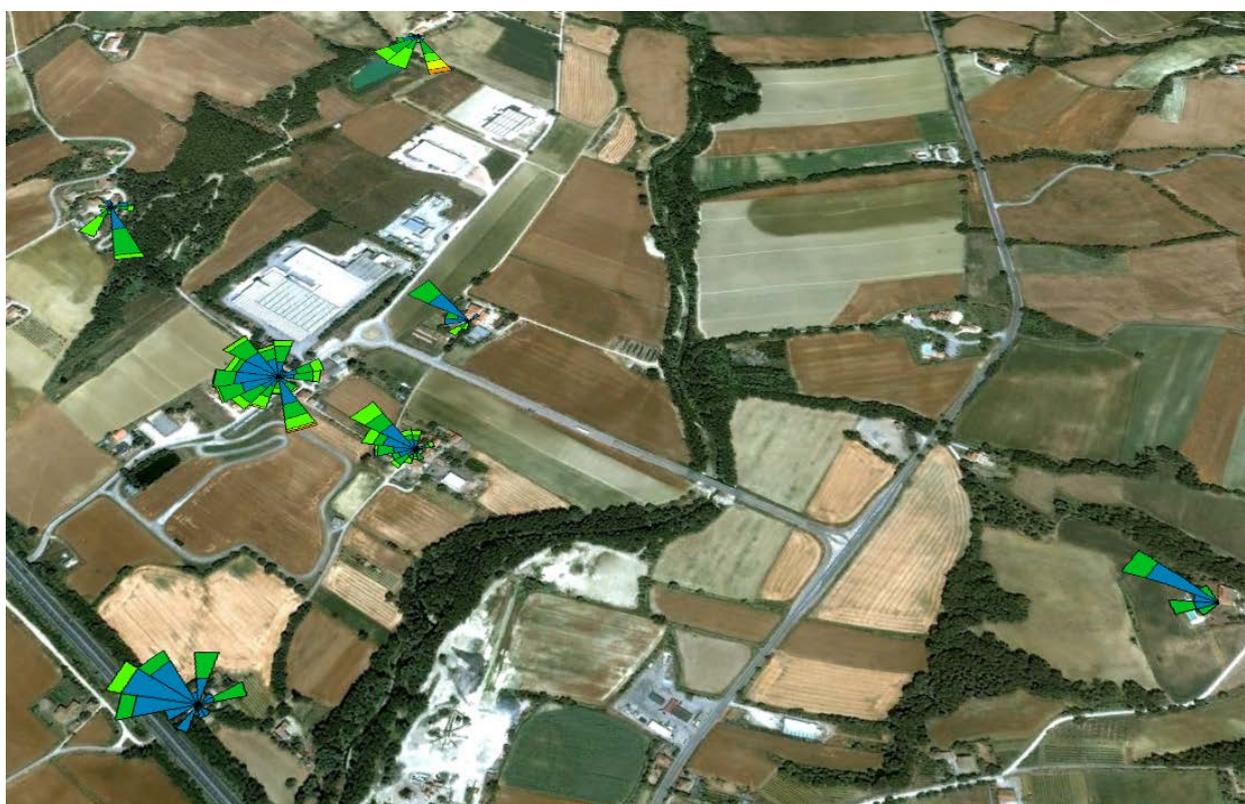


Figura 7: Rose dei venti in coincidenza degli eventi con odori.

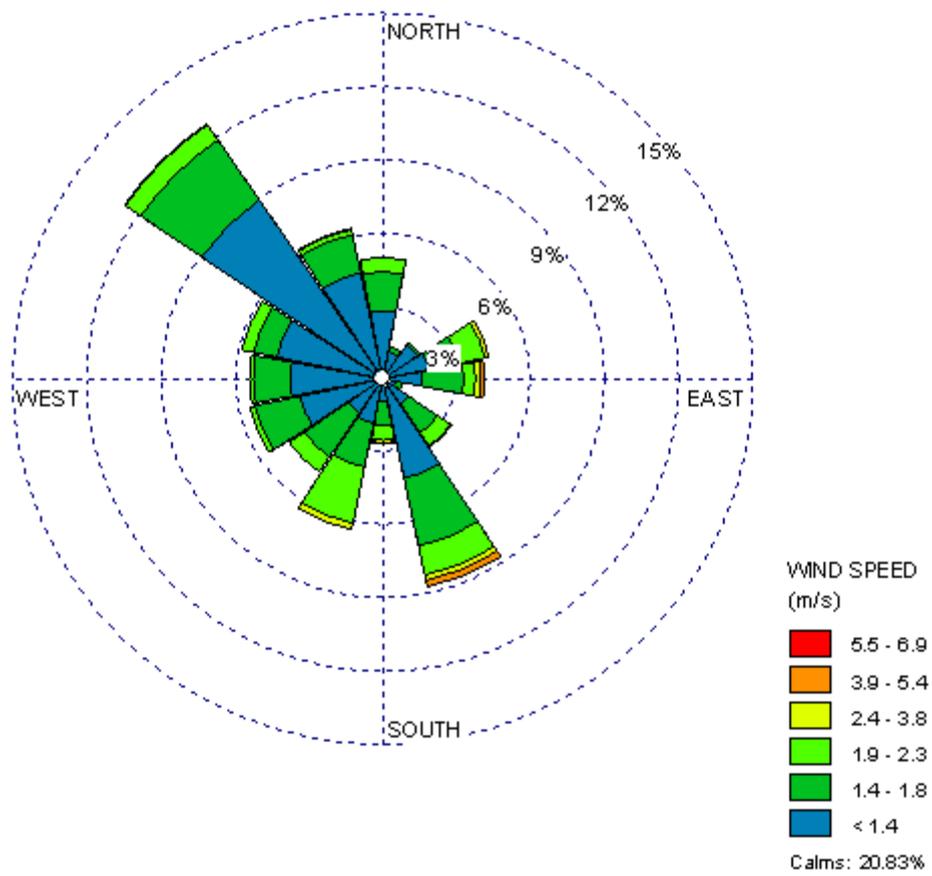


Figura 8: Rosa dei venti dell'intero periodo osservato