

Valutazione del Fastidio da odori in zone residenziali: i metodi integrati

GIOVANNI CUTOLO¹

¹Affiliation not available

Abstract

Il fastidio provocato da cattivi odori emanati dagli impianti industriali è una problematica sempre più trattata negli ultimi anni; infatti l'esposizione prolungata ad odori sgradevoli può provocare problemi ben più gravi del semplice fastidio, come stress emozionale, disagio, mal di testa, depressione, irritazione oculare, problemi respiratori, nausea e vomito. La problematica maggiore è come definire in modo preciso ed univoco la pressione esercitata dagli odori sull'ambiente, molte metodologie di definizione dell'impatto non sono sempre applicabili, per problematiche dovute al breve periodo di analisi e la scarsità dei dati da analizzare. Il documento contiene diversi metodi in uso che cercano di avvicinarsi ad una definizione oggettiva del fastidio, andando ad integrare nuovi metodi di valutazione alle metodologie classiche o utilizzando tecniche e strumenti evoluti.

1.Introduzione

Le problematiche dovute all'emissione di odori nei pressi di zone residenziali, da parte di impianti industriali, possono configurarsi sia come fastidio per i cittadini, ma anche come problemi per l'industria stessa, poiché un'esposizione prolungata a fattori stressanti, come può essere un cattivo

odore, implica una costante percezione del rischio ¹ e di conseguenza può portare a lamentele ². Ciò detto, un buon monitoraggio degli odori prodotti dagli impianti è propedeutico alla progettazione di metodi per la prevenzione, controllo e mitigazione delle pressioni. Pochi studi sono stati svolti sulla valutazione del fastidio provocato dagli odori, e molto spesso le analisi svolte si riferiscono a brevi periodi di tempo. Ci si è sempre soffermati sull’impatto degli odori, che però non è da confondere con il fastidio provocato. La tendenza di un odore a provocare fastidio è determinata dai parametri FIDOL: frequenza (F), intensità (I), durata (D), offensività (O) e posizione (L).^{3,6}. Per valutare con precisione la presenza di odori molesti sarebbe molto utile quindi coinvolgere nella raccolta dei dati anche gli abitanti dell’area interessata (Citizen Science)⁴, questa metodologia però è dispendiosa in termini sia economici che di tempo. Al momento i metodi basati su ispezioni sul campo più affermati sono due: utilizzo di valutatori addestrati o di questionari distribuiti ai cittadini, per risparmiare tempo si ricorre a modelli di dispersione atmosferica. Nel tempo si sono evolute tecniche miste che cercano di combinare metodologie diverse al fine di produrre risultati più precisi e oggettivi, obiettivo centrale nell’analisi degli odori, poiché ogni persona reagisce diversamente ad essi. Tali tecniche risultano necessarie nel caso di emissioni odorigene, come nel caso studio, dovute a impianti di trattamento delle acque reflue, composte da diverse componenti odorose che sono difficili da scomporre e analizzare singolarmente ⁵, per questo motivo non esiste un metodo univoco che possa essere sempre utilizzato, ma caso per caso si deve definire un metodo di analisi adatto.⁶

2. Caso studio

2.1 Area indagata

La ricerca prende in esame il disturbo da odore per la comunità prodotto da un impianto di trattamento delle acque reflue (WWTP). Nelle vicinanze dell’impianto sono situati diversi recettori

sensibili e di cittadini. In particolare ci troviamo nelle vicinanze di uno stabilimento balneare, un centro medico, una zona residenziale e diverse attività commerciali.(Fig. 1)

2.2 Caratterizzazioni degli odori da parte di valutatori addestrati

L'ispezione sul campo si è svolta dividendo l'area di studio, con centro il WWTP, con una griglia a maglie quadrate di lato 250m, individuando 42 celle. Utilizzando 10 valutatori divisi in gruppi da quattro, disposti nei punti d'angolo, seguendo la norma EN16 841-1:2016 ⁷, sono state valutate le “ore di odore”(n_h) e il “carico d'odore”(OL). Per quanto riguarda il rilievo dei dati meteorologici è stato affidato ad una stazione meteorologica posta all'interno dell'impianto indagato (Figura 1). In un periodo di 1 anno sono state effettuate 104 misurazioni, circa 2 a settimana, senza effettuare misurazioni in giorni consecutivi e escludendo i punti d'angolo posizionati all'interno della recinzione dell'impianto. La frequenza degli odori in termini di “ore di odore” (n_h), valutata nei 42 quadrati di valutazione, è stata rappresentata graficamente attraverso mappe di isofrequenza degli odori, generate per mezzo del metodo geostatistico di interpolazione kriging, eseguito utilizzando il software Surfer ⁸. Nello studio sono stati eseguiti quattro livelli di isofrequenza per analizzare gli odori molesti: n_h < 10%, nessun odore molesto; 10% [?] n_h < 15%, odore molesto per area residenziale; 15% [?] n_h < 25%, odore molesto per area industriale; n_h [?] 25%, odore molesto forte ⁹.

2.3 Caratterizzazione degli odori tramite questionari

L'indagine sociologica attuata tramite questionari è stata preparata secondo le linee guida tedesche VDI 3883-Part 1 (2015) ¹⁰. Il modulo di indagine elaborato era di tipo chiuso, composto da una serie di domande multiple, strutturato in modo da considerare i fattori FIDOL, nonché per caratterizzare le informazioni generali e i dati personali dei soggetti intervistati. I questionari sono stati indirizzati specificamente ai residenti e agli impiegati che hanno lavorato per molti anni

nella zona d'indagine e che sono in grado di descrivere cosa fa un impianto di depurazione, al fine di aumentare l'affidabilità delle risposte. In un periodo di un anno sono state raccolte 1000 osservazioni.

I dati raccolti sono stati codificati in Excel ed elaborati statisticamente. L'indice di fastidio da odore (OAI) è stato calcolato per ogni punto indagato, utilizzando i dati estratti dalle domande relative ai fattori FIDOL applicando la seguente equazione:

dove:

- P_y è il punto studiato ($y = 1-20$);
- N_t è il numero totale di osservazioni registrate per il punto esaminato;
- w_i sono i fattori di ponderazione della risposta i ($i = 1-5$) della domanda n ($n = 1-5$);
- N_i sono il numero di osservazioni registrate alla risposta i della domanda n .

Nello studio sono stati definiti cinque livelli di fastidio per analizzare i disturbi da odore: OAI = 0, nessun fastidio da odore; $0 < OAI [?] 1,25$, leggero fastidio da odore; $1,25 < OAI [?] 2,50$, distinto fastidio; $2,50 < OAI [?] 3,75$, forte fastidio; $3,75 < OAI [?] 5,00$, estremo fastidio.

2.4 Caratterizzazione della nocività degli odori mediante modellazione della dispersione atmosferica

Il Calpuff Modelling System è stato utilizzato per simulare la dispersione degli odori emessi dal WWTP nell'atmosfera, al fine di valutare l'impatto degli odori dovuti alla presenza del WWTP. Il Calpuff Modelling System consiste di tre componenti di base: un preprocessore meteorologico (Calmet) ¹¹, il modello di dispersione (Calpuff) ¹² e un post-processore grafico (Calpost). Per l'applicazione, vengono forniti tre diversi tipi di dati di input: topografici, meteorologici e di emissione.

3. Risultati e Discussione

In Figura 2 ritroviamo le linee di isofrequenza calcolate su tutto il periodo analizzato.

I risultati mostrano come l'area interessata da un forte fastidio sia quasi coincidente con l'area del WWTP. Si può notare come le curve si espandono in corrispondenza del sito dei trattamenti ai fanghi attivi, fondendo tutte le informazioni e i risultati ricevuti dalle analisi descritte precedentemente si osserva come un'area, corrispondente al 54% della superficie monitorata, sia infastidita se l'area è considerata industriale, mentre una percentuale di quasi il 93% è interessata dal disturbo da odore se l'area fosse assunta come residenziale. In ogni caso, solo una piccolissima area della superficie indagata è stata caratterizzata da una percentuale di ore di odore inferiore al 10%. Questo risultato sembra indicare che l'area monitorata per lo studio è troppo piccola e che sarebbe consigliabile estenderla per avere una visione più ampia. Un'altra visione dei risultati ottenuti potrebbe essere la determinazione di una distanza minima di separazione dal WWTP per non percepire odori molesti, nel caso in esame la distanza identificata è compresa tra 0,5 km e 1,1 km dal confine del WWTP.

4. Conclusioni

Lo studio mette in luce sia le criticità di un approccio misto che gli effetti positivi che esso ha sui risultati ottenuti. Interpolando i risultati di diverse metodologie di analisi si può arrivare ad una interpretazione più oggettiva possibile, con l'avanzare della tecnica poi sempre più si aggiungono nuove metodologie da poter prendere in considerazione, aggiungendo nuovi dati allo studio, poiché ogni metodo apporta dei dati aggiuntivi ma ne ignora altri. Una soluzione ideale per valutare

gli odori molesti potrebbe essere l'uso dell'approccio di modellazione della dispersione dell'aria, determinando i fattori di offensività (O) e di localizzazione (L) da implementare attraverso questionari e convalidando l'efficacia dei risultati con l'uso di una valutazione limitata (nel tempo e nei punti di misurazione) di ispezione sul campo attraverso valutatori addestrati. I metodi che possono essere integrati per aumentare la precisione di un'analisi sono svariati, metodi basati sul Geographic Information System (GIS).

come quello utilizzato nel caso studio basato sul modello matematico CALPUFF, un esempio è AERMOD, già utilizzato per l'analisi della dispersione degli odori in un sito di riuso biosolido in Virginia. Esistono approcci di monitoraggio costante basati su algoritmi di Machine Learning che utilizzano “nasi elettronici” per analizzare di continuo gli odori e la qualità dell'aria circostante al sito, permettendo di avere un'analisi costante di dati, che è molto utile nel caso ci sia bisogno di un intervento di mitigazione. Rimane però il metodo migliore una buona progettazione, che previene ogni tipo di fastidio ed evita un dispendio di tempo e soldi una volta che l'opera è completata.

References

1. Continuous Characterization of the Odour Emissions by Advanced Instrumental Odour Monitoring System in Oil Refinery and Petrochemical Plant. *Chemical Engineering Transactions* **85**, 49-54., (2021).
2. Brancher, M., Griffiths, K. D., Franco, D. & de Melo Lisboa, H. A review of odour impact criteria in selected countries around the world. *Chemosphere* **168**, 1531–1570 (2017).
3. Nicell, J. A. Assessment and regulation of odour impacts. *Atmospheric Environment* **43**, 196–206 (2009).

4. Arias, R., Capelli, L., Diaz, C. & others. A new methodology based on citizen science to improve environmental odour management. in *NOSE 2018* vol. 68 7–12 (Italian Association of Chemical Engineering-AIDIC, 2018).
5. Gostelow, P., Parsons, S. A. & Stuetz, R. M. Odour measurements for sewage treatment works. *Water Research* **35**, 579–597 (2001).
6. Federica Russo, D. G. Monitoraggio delle emissioni odorigene in un piccolo impianto di depurazione attraverso un approccio senso-strumentale. *Authorea* (2021).
7. DIN, E. N. 16841–1. Ambient air—Determination of odour in ambient air by using field inspection—Part 1: Grid method. *German and English version prEN 16841–1* (2017).
8. *Golden Software Surfer 12. User 's Guide; Golden Software.*
9. Administrative regulation. Detection and Assessment of Odour in Ambient Air—Guideline on Odour in Ambient Air GOAA (1994/1999/2004/2008). Länderausschuss Immiss. GOAA 2008..
10. Nicolas, J., Delva, J., Cobut, P. & Romain, A.-C. Development and validating procedure of a formula to calculate a minimum separation distance from piggeries and poultry facilities to sensitive receptors. *Atmospheric Environment* **42**, 7087–7095 (2008).
11. Scire, J. S., Robe, F. R., Fernau, M. E. & Yamartino, R. J. A user's guide for the CALMET Meteorological Model. *Earth Tech, USA* **37**, (2000).
12. Scire, J. S., Strimaitis, D. G., Yamartino, R. J. & others. A user's guide for the CALPUFF dispersion model. *Earth Tech, Inc* **521**, 1–521 (2000).
13. Zarra, T., Belgiorno, V. & Naddeo, V. Environmental Odour Nuisance Assessment in Urbanized Area: Analysis and Comparison of Different and Integrated Approaches. *Atmosphere* **12**, (2021).
14. Vincenzo Belgiorno, T. Z., Vincenzo Naddeo. *Odour Impact Assessment Handbook*. (John Wiley & Sons, Ltd., 2013).

15. Odour monitoring of small wastewater treatment plant located in sensitive environment. *Water Science and Technology* **58** (1), 89-94,
16. Zarra, T., Naddeo, V., Belgiorno, V., Reiser, M. & Kranert, M. Instrumental characterization of odour: a combination of olfactory and analytical methods. *Water Science and Technology* **59**, 1603–1609 (2009).
17. Zarra, T., Reiser, M., Naddeo, V., Belgiorno, V. & Kranert, M. Odour emissions characterization from wastewater treatment plants by different measurement methods. *Chemical Engineering Transactions* **40**, (2014).
18. Zarra, T., Naddeo, V. & Belgiorno, V. A novel tool for estimating the odour emissions of composting plants in air pollution management. *Global Nest Journal* **11**, 477–486 (2009).
19. Zarra, T., Reiser, M., Naddeo, V., Belgiorno, V. & Kranert, M. A Comparative and Critical Evaluation of Different Sampling Materials in the Measurement of Odour Concentration by Dynamic Olfactometry. *CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS* **30**, 6 (2012).
20. Naddeo, V., Zarra, T., Giuliani, S. & Belgiorno, V. Odour impact assessment in industrial areas. *Chemical Engineering* **30**, (2012).
21. Zarra, T., Galang, M. G., Ballesteros Jr, F., Belgiorno, V. & Naddeo, V. Environmental odour management by artificial neural network—A review. *Environment international* **133**, 105189 (2019).
22. Viccione, G., Zarra, T., Giuliano, S., Naddeo, V. & Belgiorno, V. Performance study of e-nose measurement chamber for environmental odour monitoring. *Chemical Engineering* **30**, 109–114 (2012).
23. Zarra, T., Giuliani, S., Naddeo, V. & Belgiorno, V. Control of odour emission in wastewater treatment plants by direct and undirected measurement of odour emission capacity. *Water sci-*

ence and technology : a journal of the International Association on Water Pollution Research **66**, 1627–33 (2012).

24.Zarra, T., Naddeo, V., Giuliani, S. & Belgiorno, V. Optimization of field inspection method for odour impact assessment. *Chemical Engineering Transactions* **23**, 93–98 (2010).

25.Giuliani, S. *et al.*. Alternative Approach of the E-Nose Training Phase in Odour Impact Assessment. *Chemical Engineering Transactions* **30**, 139–144 (2012).

26.Zarra, T., Naddeo, V. & Belgiorno, V. Measurement, management and control of odours in wastewater treatment plants by portable GC-MS. *Chemical Engineering Transactions* **15**, 63–70 (2008).

27.Oliva, G. *et al.*. Next-generation of instrumental odour monitoring system (IOMS) for the gaseous emissions control in complex industrial plants. *Chemosphere* **271**, 129768 (2021).

28.Zarra, T. *et al.*. Instrumental Odour Monitoring System Classification Performance Optimization by Analysis of Different Pattern-Recognition and Feature Extraction Techniques. *Sensors* **21**, 114 (2020).

29.Naddeo, V., Belgiorno, V., Zarra, T. & Scannapieco, D. Dynamic and embedded evaluation procedure for strategic environmental assessment. *Land use policy* **31**, 605–612 (2013).

30.Scannapieco, D., Naddeo, V. & Belgiorno, V. Sustainable power plants: A support tool for the analysis of alternatives. *Land Use Policy* **36**, 478–484 (2014).

31.Nesticò, A., Elia, C. & Naddeo, V. Sustainability of urban regeneration projects: Novel selection model based on analytic network process and zero-one goal programming. *Land Use Policy* **99**, 104831 (2020).

Figure Captions

Figure 1. Area indagata e WWTP con i principali obiettivi circostanti [(Zarra 2021)]

Figure 2. Livelli di isofrequenza delle ore di odore ¹³

Figure 3. interpretazione visiva della modellazione a $\pi @ x$ $@ x$
tempboxau@spacefactor $\Gamma 18u\Gamma @spacefactor$ *pianidelsistemaGIS*

Figures



Figure 1: Area indagata e WWTP con i principali obiettivi circostanti [(Zarra 2021)]

$$OAI_{Py}^- = \frac{1}{N} \sum_t w_i N^-_i,$$

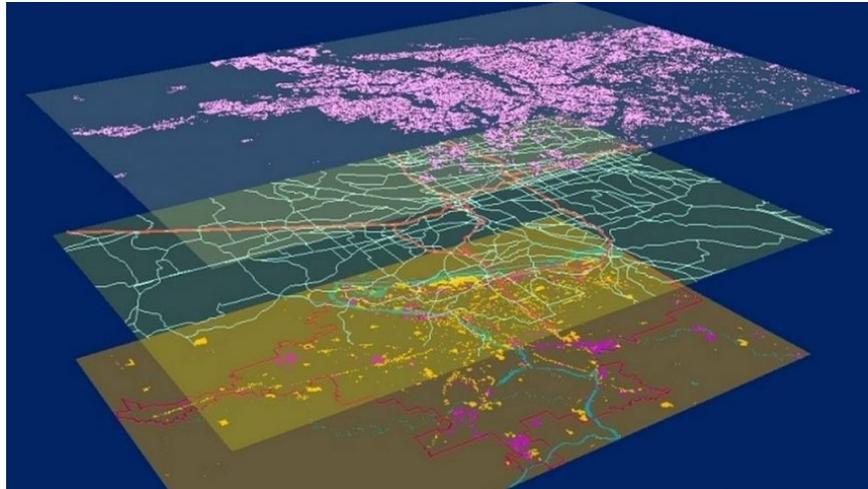
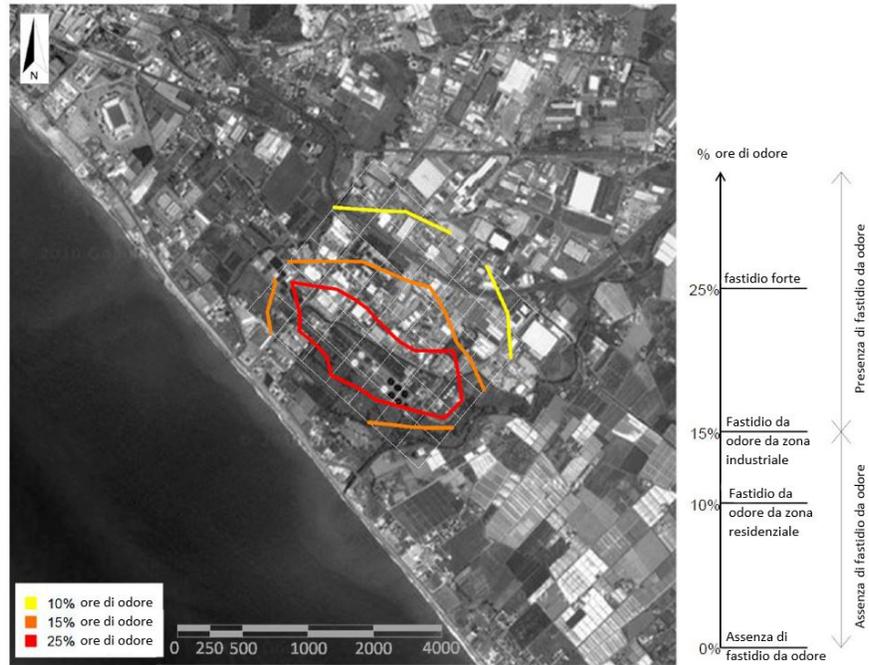


Figure 3: interpretazione visiva della modellazione a $\pi @ x @ x$
 $tempboxau@spacefactor \Gamma 18u\Gamma @spacefactor pianidelsistemaGIS$