



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
CAMPUS DI RAVENNA

Esperienze nell'uso dei modelli di diffusione degli inquinanti in atmosfera per la previsione degli impatti odorigeni

M. Andretta¹, P. Luciali², G. Masella³, S. Righi⁴

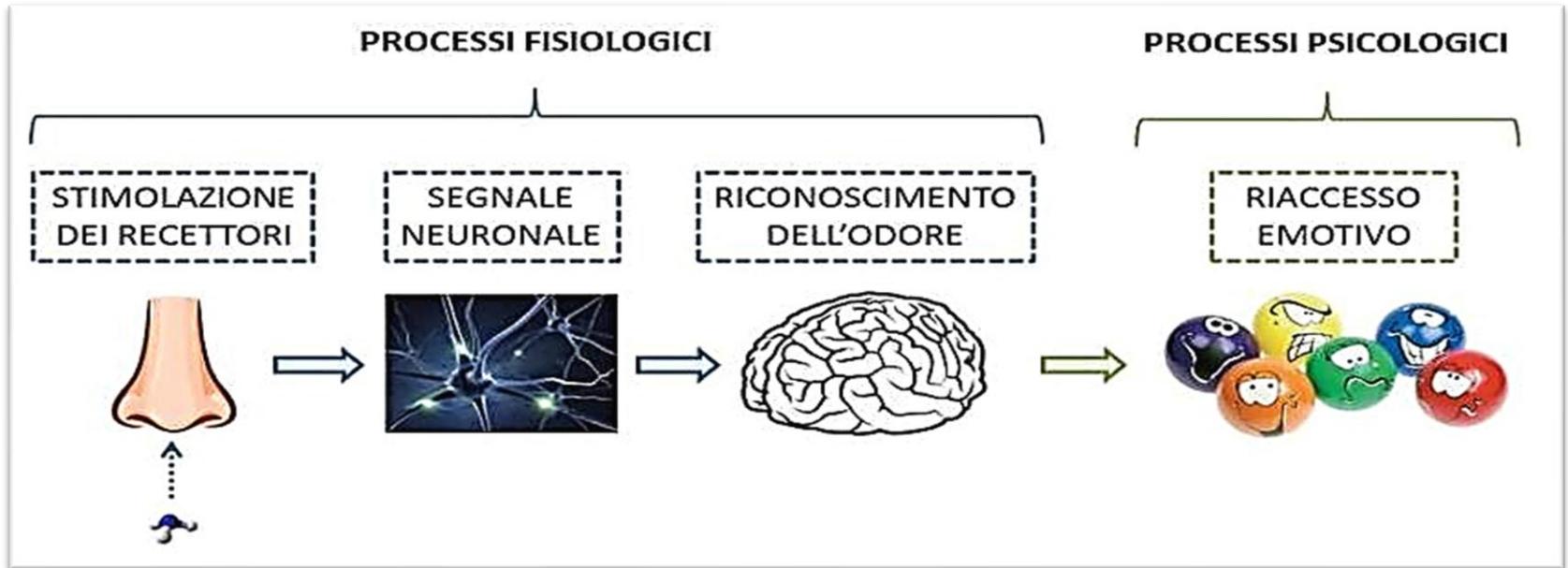
¹Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali

²ARPAE – Dipartimento di Ravenna

³Centro Interdipartimentale di Ricerca per le Scienze Ambientali - CIRSA e SECAM s.r.l.

⁴Centro Interdipartimentale di Ricerca per le Scienze Ambientali – CIRSA

ODORI: PERCEZIONE E PECULIARITA'

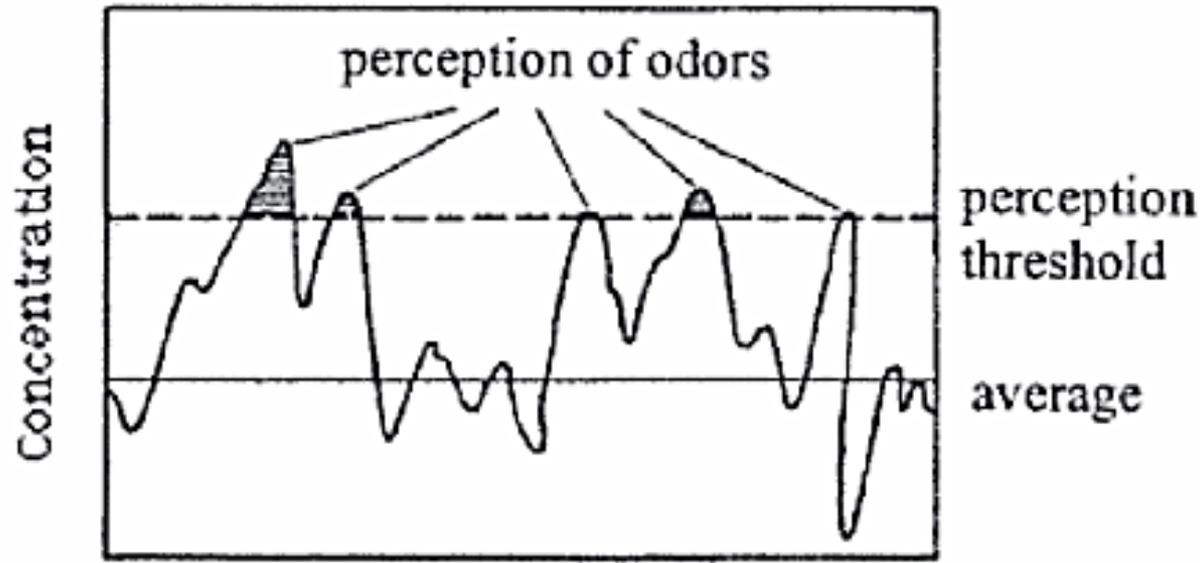


ODORE: sensazione generata dall'interazione di alcuni composti chimici, presenti in una miscela gassosa e caratterizzati da volatilità sufficiente a stimolare i recettori del sistema olfattivo.

ODOUR THRESHOLD: concentrazione minima di una sostanza odorigena presente in atmosfera, in grado di provocare uno stimolo nel sistema olfattivo.



ODORI: PERCEZIONE E PECULIARITA'



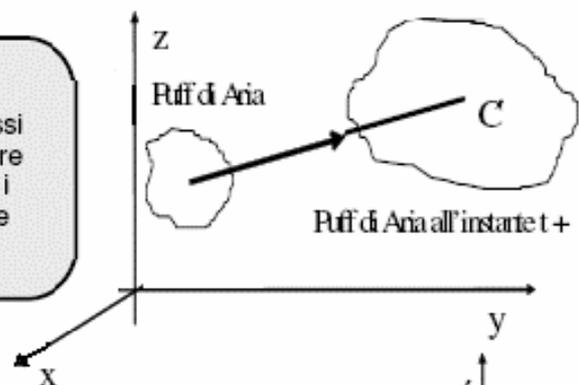
NORMATIVA: A livello nazionale non esiste una specifica normativa per le emissioni odorigene. Per sopperire a ciò alcune Regioni, nel tempo, hanno redatto specifiche norme e linee guida con lo scopo di disciplinare i casi di molestia olfattiva.

UNITÀ ODORIGENA AL METRO CUBO (OU_E/m^3): è l'unità di misura della percezione olfattiva. Definita come la diluizione di un campione di aria in condizioni standard tale per cui il 50% dei rinoanalisti esposti al campione percepisce una sensazione odorigena. Corrisponde all'effetto percettivo di $123 \mu g/m^3$ di n-butanolo (40 ppb) in atmosfera standard.

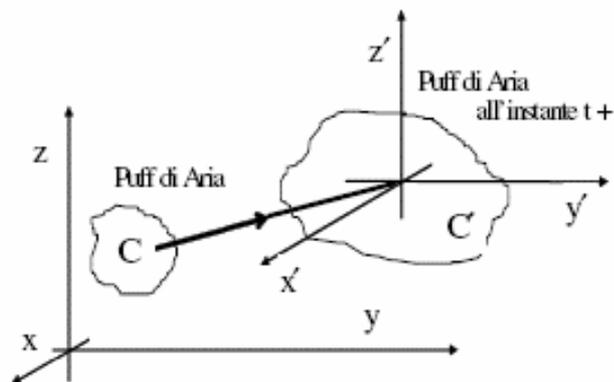


MODELLISTICA DI SIMULAZIONE

Approccio euleriano
si fa riferimento ad un sistema di assi cartesiani xyz fisso nel tempo mentre gli inquinanti si muovono secondo i parametri di diffusione e avvezione (sistema di riferimento assoluto)



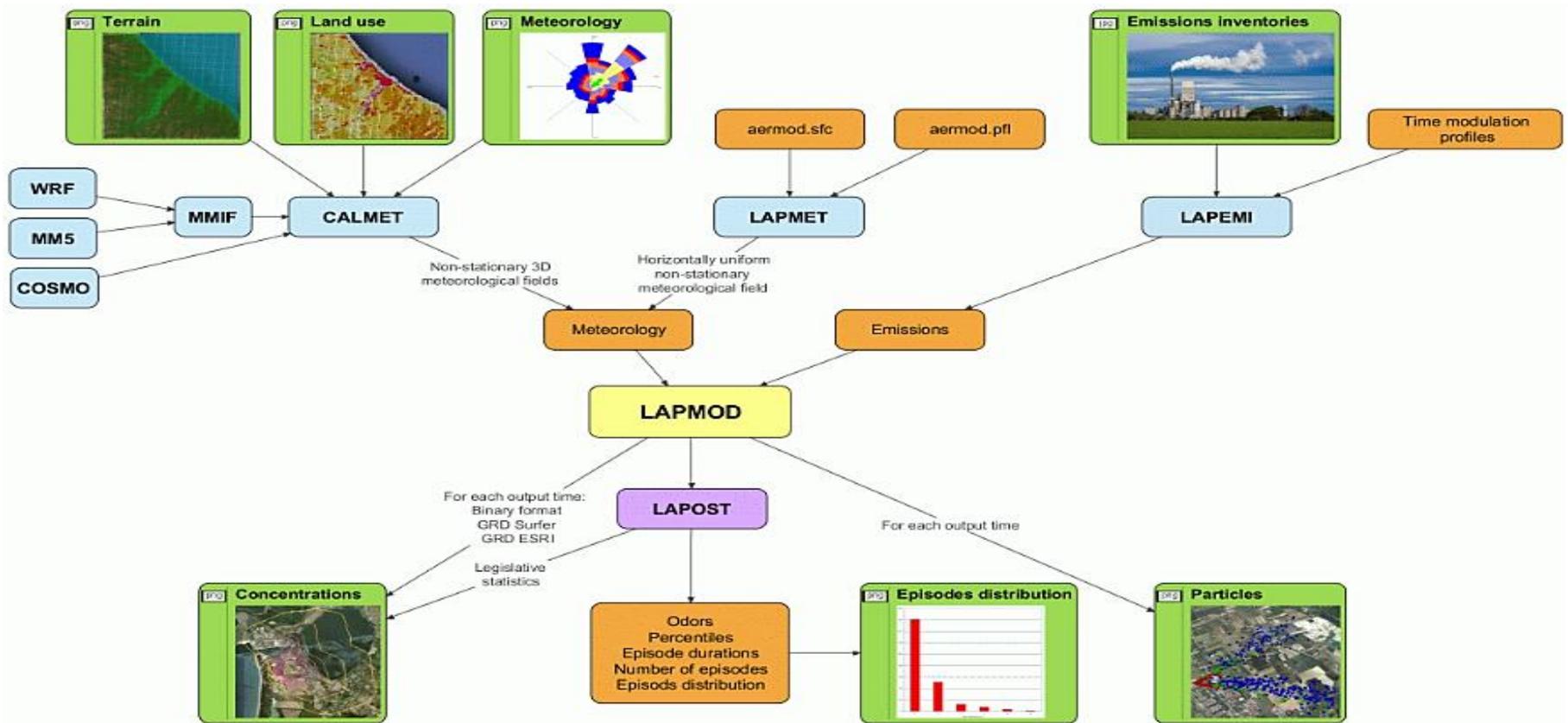
Approccio lagrangiano
il sistema di inquinanti (particelle o puff) è caratterizzato mediante un sistema di riferimento cartesiano che si muove secondo i parametri di avvezione rispetto al quale sono caratterizzati i fenomeni diffusivi (sistema di riferimento relativo)



MODELLO LAGRANGIANO A PARTICELLE: Le particelle utilizzate per le simulazioni sono spostate nell'atmosfera per effetto del vento (avvezione) e della turbolenza atmosferica (dispersione). Ciascuna particella trasporta una frazione della massa di inquinante emessa. Ad ogni istante è possibile calcolare la concentrazione e la deposizione in corrispondenza dei recettori considerando la posizione delle particelle e le loro masse.



IL SISTEMA LAPMOD

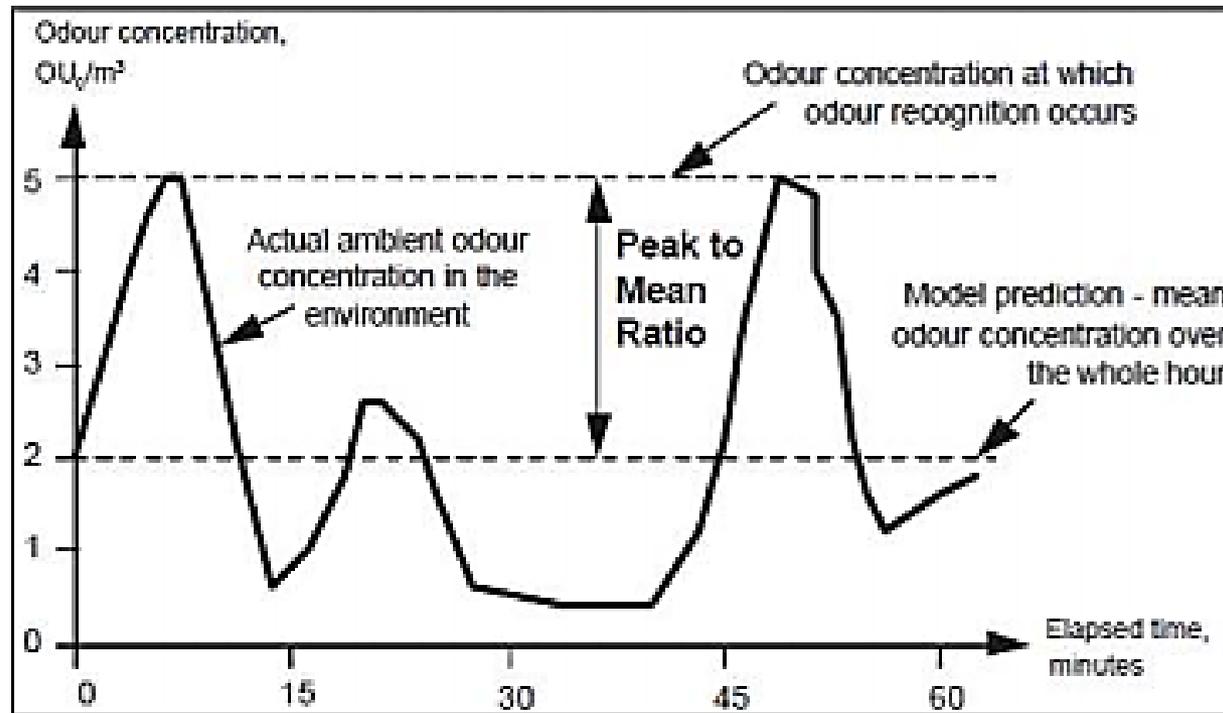


LAPMOD: calcola il valore delle concentrazione per ogni punto della griglia di output, sulla base dei dati in input relativi a: emissioni, orografia e meteorologia di interesse.

LAPOST: legge, in input, il file binario contenente le concentrazioni predette dal modello LAPMOD e lo analizza producendo, in output, le statistiche di interesse.



PEAK-TO-MEAN RATIO (STATICO E DINAMICO)

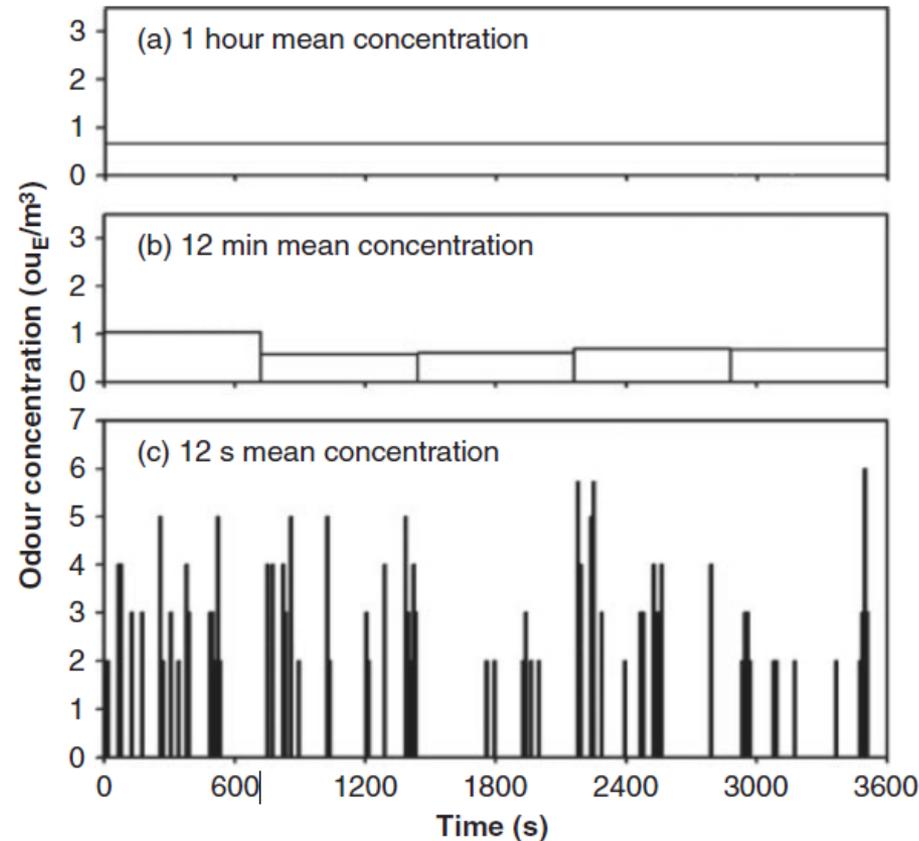


CALCOLO CONCENTRAZIONI ODORIGENE DI PICCO: A livello normativo, la regione che prima ha dato indicazioni al riguardo è stata la Lombardia, con il Dgr 15 febbraio 2012 : *Post-elaborazione delle concentrazioni medie orarie :*

[...] Le concentrazioni orarie di picco di odore per ciascun punto della griglia contenuta nel dominio spaziale di simulazione e per ciascuna delle ore del dominio temporale di simulazione devono essere ottenute moltiplicando le concentrazioni medie orarie per un peak-to-mean ratio pari a 2.3 [...].



CONFRONTO TRA MEDIE TEMPORALI DIFFERENTI



Time course of the odour concentration (ou_E/m³) for three-time intervals.

(a) one-hour mean value (e.g., output of a dispersion model), (b) 12-min and (c) 12-s mean odour concentrations observed at a single receptor point during a field study. The 12-s mean values were recorded and subsequently used to calculate 12-min and one-hour mean concentrations. (Reprinted with permission from Schaubberger et al., 2012, Copyright (2012) Elsevier Ltd, modified from (Nicell, 2009).



PEAK-TO-MEAN RATIO DINAMICO : coefficiente di Smith (1973), accoppiato alla funzione di attenuazione esponenziale di Mylne (1990-1992).

$$\text{Smith} \longrightarrow \Psi_0 = \frac{C_p}{C_m} = \left(\frac{t_m}{t_p}\right)^u \longrightarrow \Psi_0 = \frac{C_p}{C_m} = \left(\frac{t_m}{t_p}\right)^u = \left(\frac{t_{1h}}{t_{5s}}\right)^u = \left(\frac{3600\text{ s}}{5\text{ s}}\right)^u = 720^u$$

Dove u è dipende dalla classe di stabilità individuata al momento del rilascio della particella, C_m è la concentrazione mediata su un tempo lungo t_m , e C_p è la concentrazione di picco su un tempo breve t_p

Classe di stabilità	A	B	C	D	E	F
u	0.64	0.51	0.38	0.25	0	0
Ψ_0	67.4	28.7	12.2	5.2	1.0	1.0

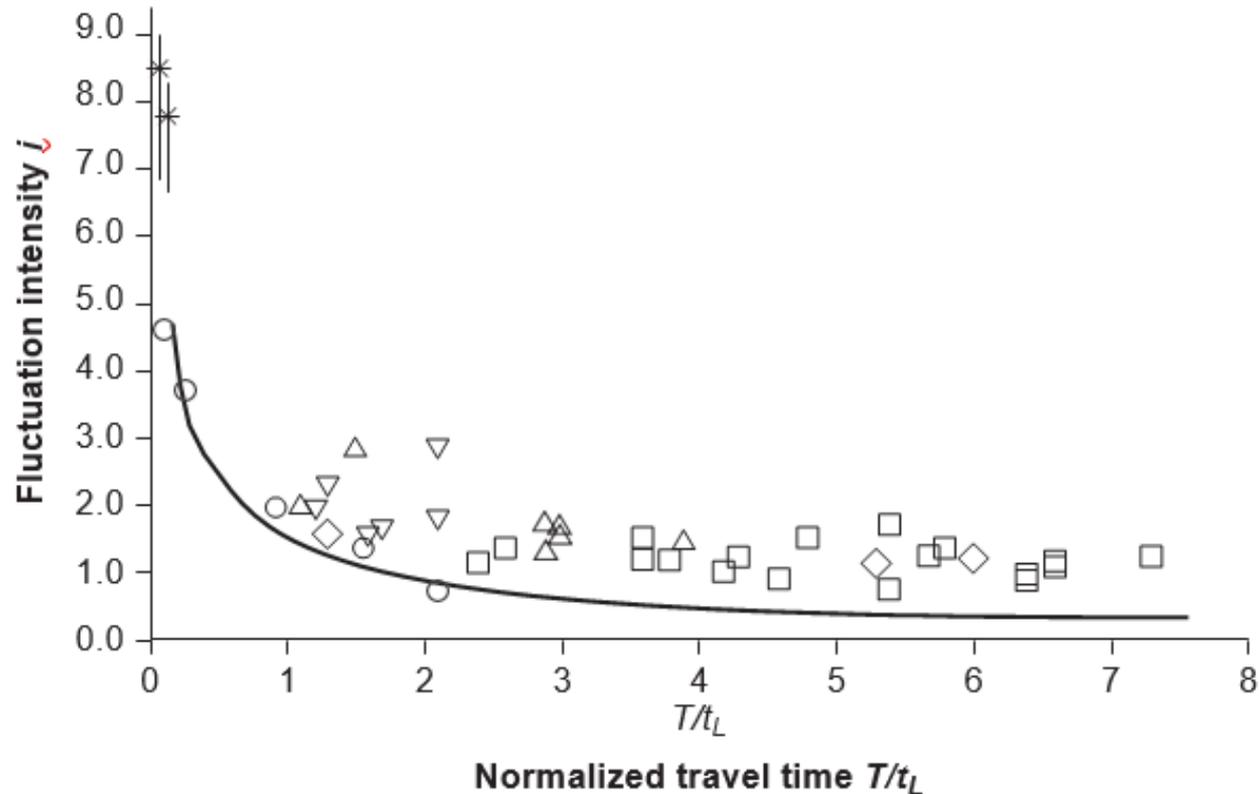
$$\text{Mylne} \longrightarrow \Psi = 1 + (\Psi_0 - 1) \exp\left(-0.7317 \frac{T}{T_L}\right)$$

$\frac{T}{T_L}$ è il rapporto tra il tempo di volo e il tempo lagrangiano. Il tempo lagrangiano viene determinato in funzione dello stato del PBL (di fatto classi di stabilità) con opportune equazioni di scala.

Il tempo di volo, invece, è determinato sulla base del tempo intercorso tra l'emissione della particella rappresentativa e l'istante nel quale tale particella concorre alla concentrazione stimata a 2 m di altezza (altezza recettore sensibile).



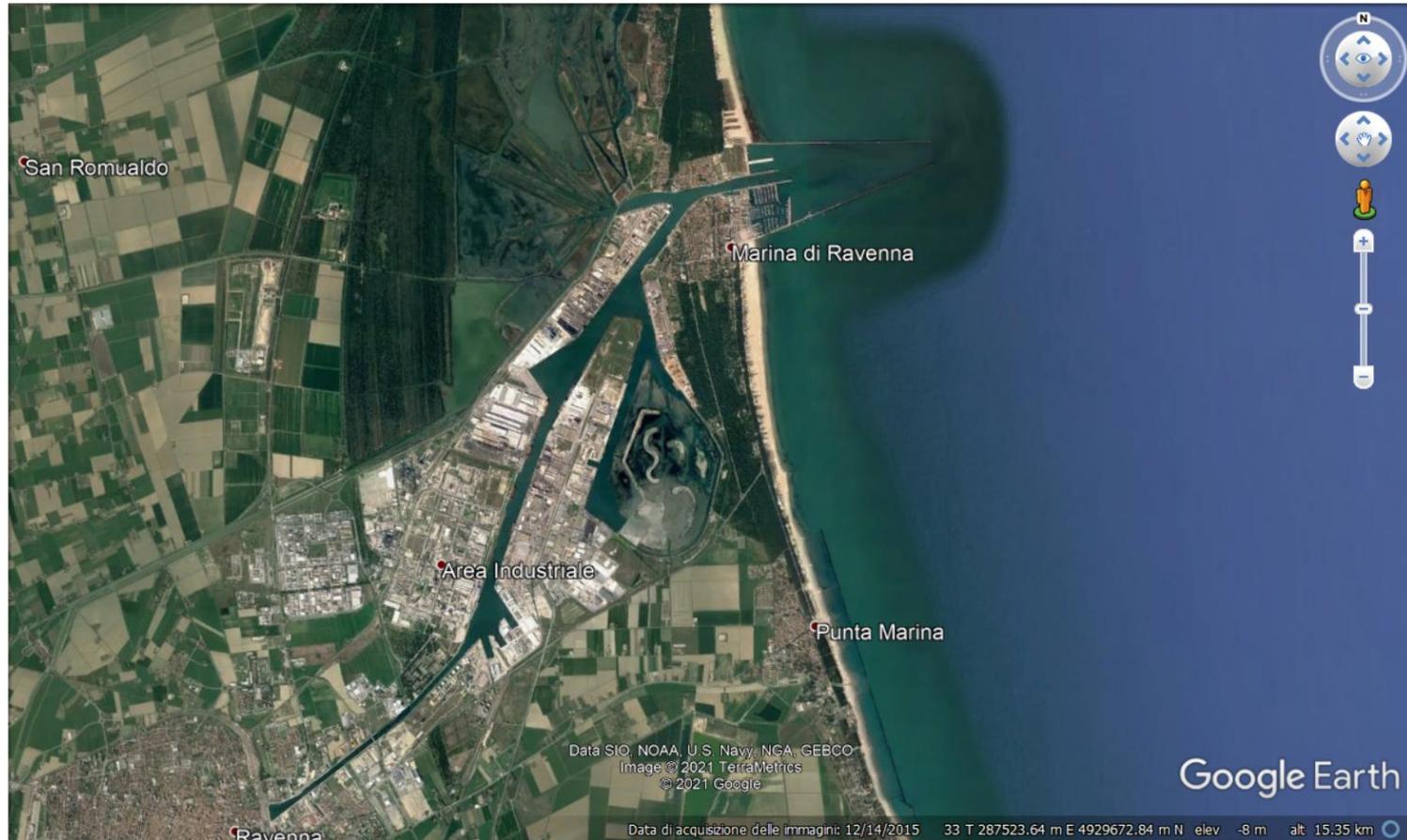
RELAZIONE TRA INTENSITA' DELLE FLUTTUAZIONI E TEMPO DI VOLO



*Relationship between the fluctuation intensity i and the normalized travel time T/TL -
Reprinted with permission from Mylne, 1990, Copyright (1990) Crown Copyright,
(The Met Office).*



INQUADRAMENTO TERRITORIALE



DOMINIO SPAZIALE DI SIMULAZIONE:

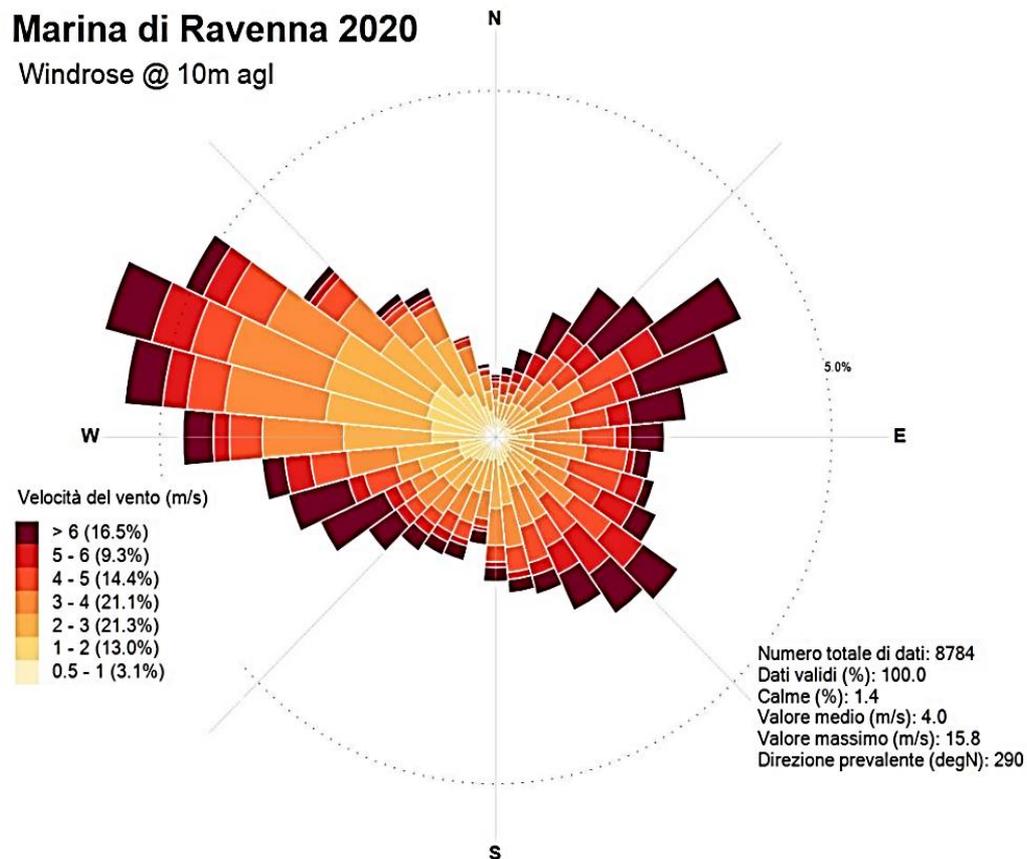
Il reticolo di studio, centrato nel punto $P_0 = (281129.82 \text{ m E}, 4927747.93 \text{ m N})$, si estende per un volume parallelepipedo a base quadrata di dimensioni: 10 km x 10 km x 4 km, con nodi separati da una distanza, in pianta, di 100 m l'uno dall'altro, post 2 m a.p.c. La sorgente emissiva, di portata pari a 30 000 OUE/s, attiva per tutto l'arco della giornata, ha una velocità di uscita dei fumi pari a 10 m/s ed una temperatura è pari a 100 °C.



ROSA DEI VENTI @ 10 m

Marina di Ravenna 2020

Windrose @ 10m agl



Prevalenza delle direzioni WNW-W (290°N), seguita da casi di vento provenienti dalle direzioni *NE* e *SE*.



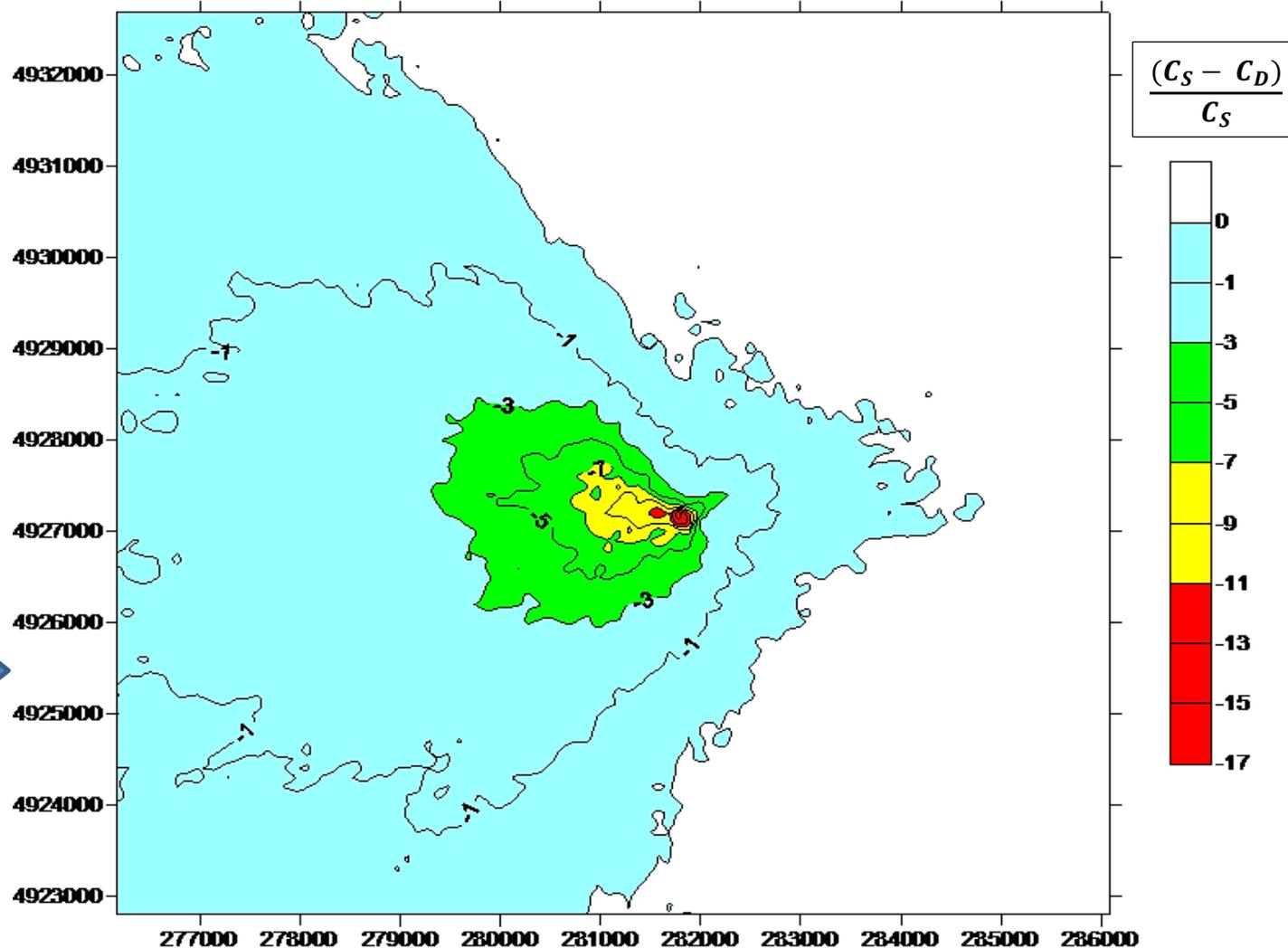
ANALISI DEI RISULTATI

MAPPE 2D DELLE CURVE DI ISO-LIVELLO: rappresentazione grafica del 98° percentile e dei massimi su base annuale delle medie orarie delle concentrazioni di picco stimati su 5 secondi

Sorgente posta a **10 metri d'altezza:**

C_S = concentrazione al **98° percentile.**
Metodo statico

C_D = concentrazione al **98° percentile.**
Metodo dinamico

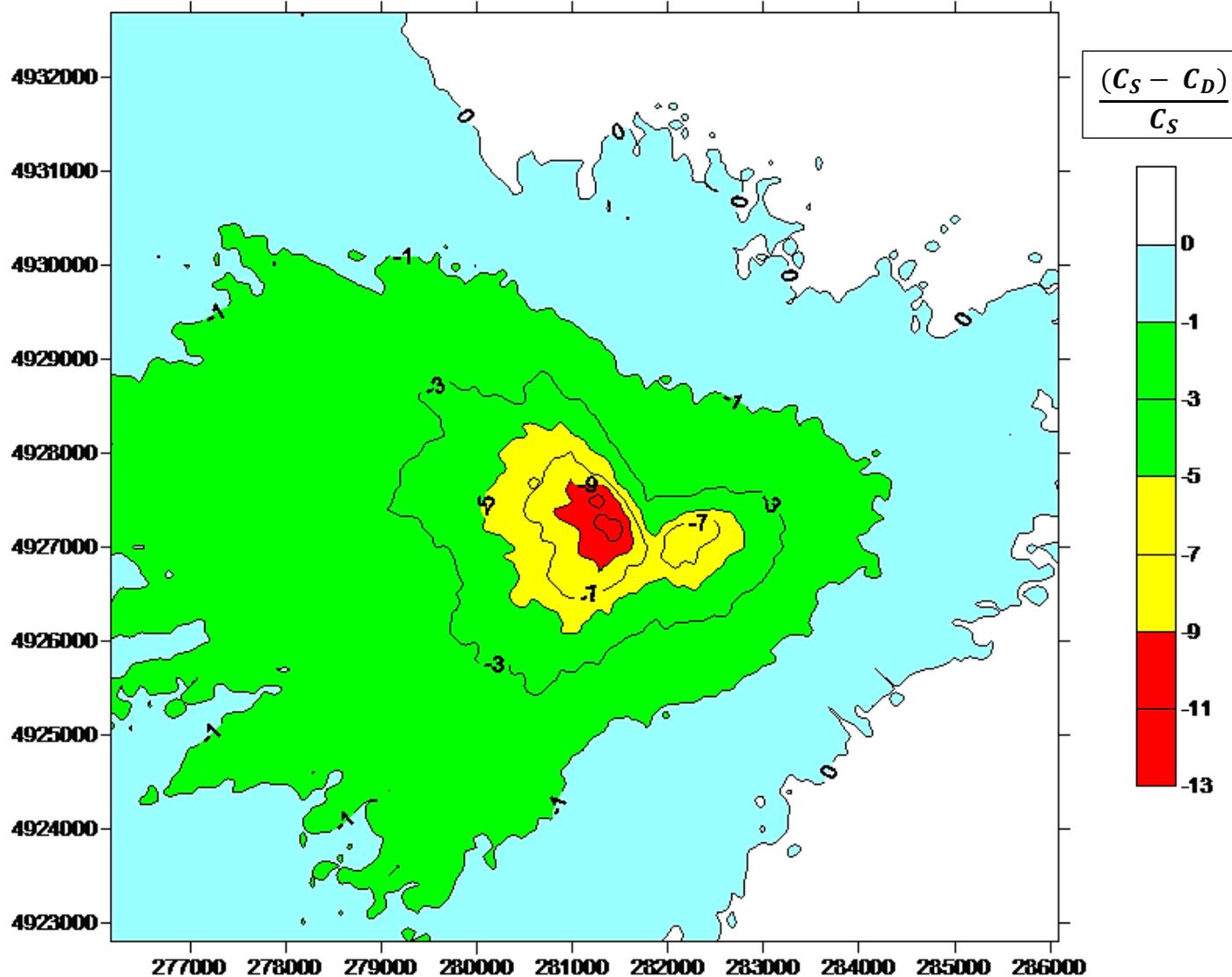


ANALISI DEI RISULTATI

Sorgente posta a **100 metri di altezza:**

C_S = concentrazione al **98° percentile.**
Metodo statico

C_D = concentrazione al **98° percentile.**
Metodo dinamico

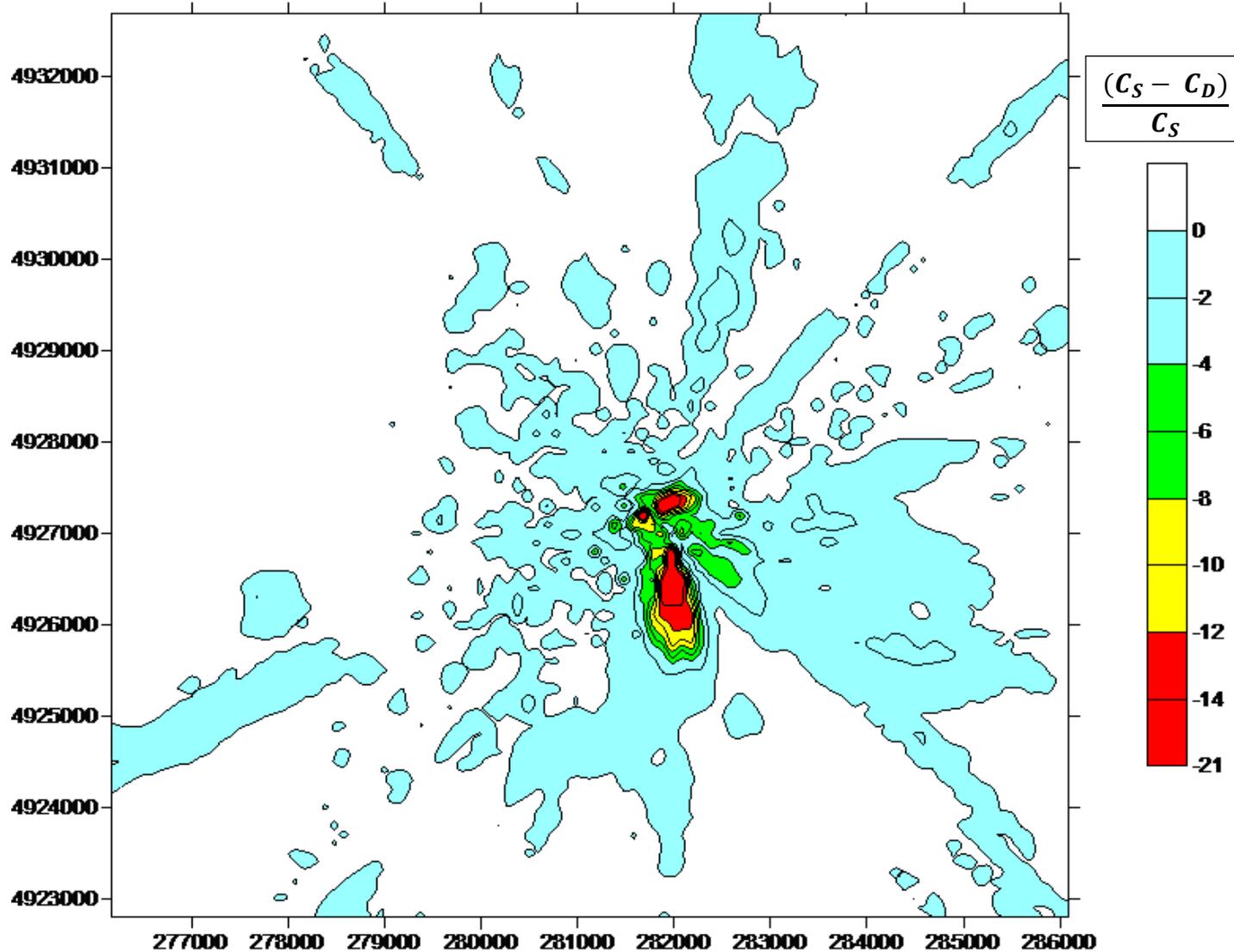


ANALISI DEI RISULTATI

Sorgente posta a 10 metri di altezza:

C_S = concentrazione massima. Metodo statico

C_D = concentrazione massima. Metodo dinamico

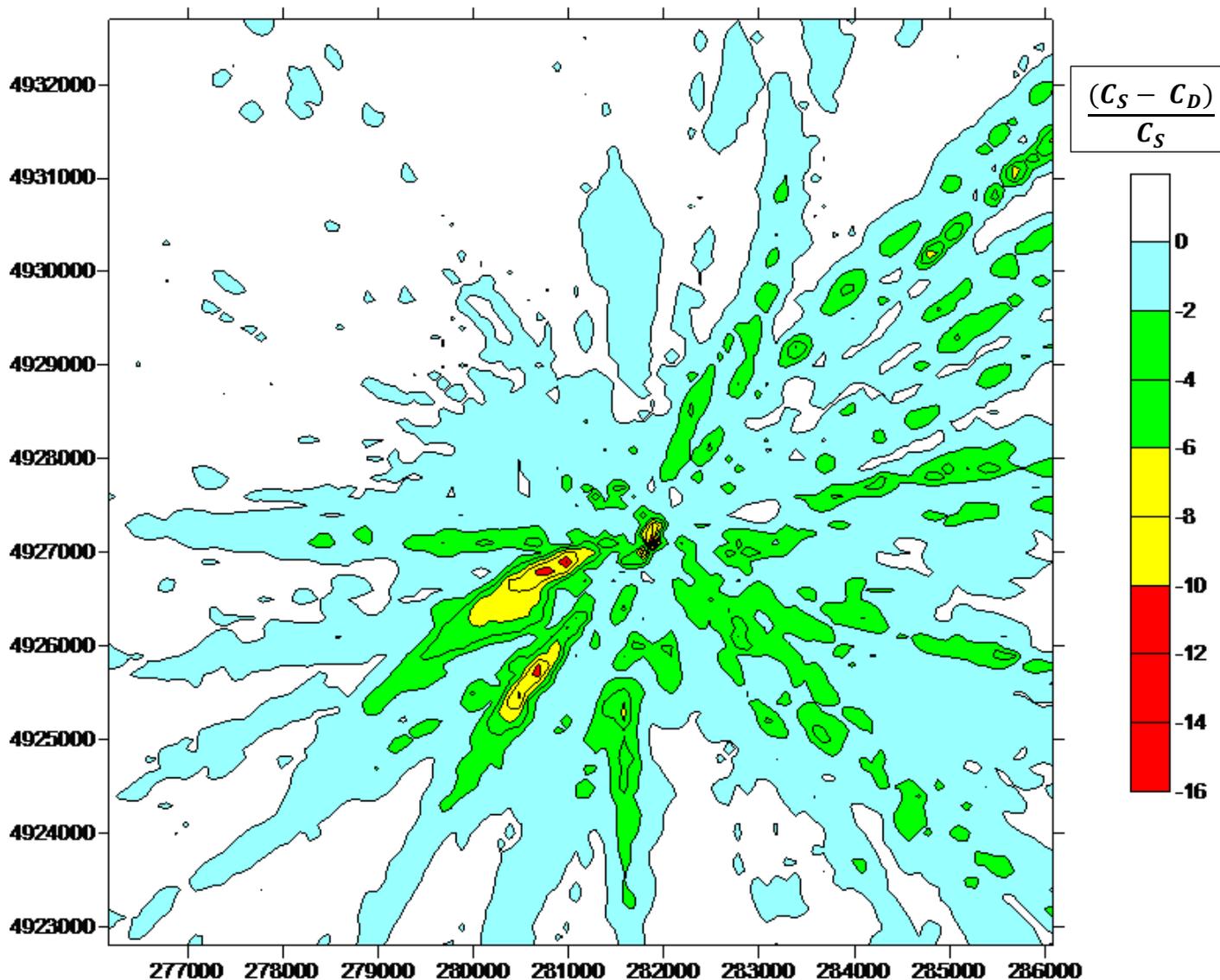


ANALISI DEI RISULTATI

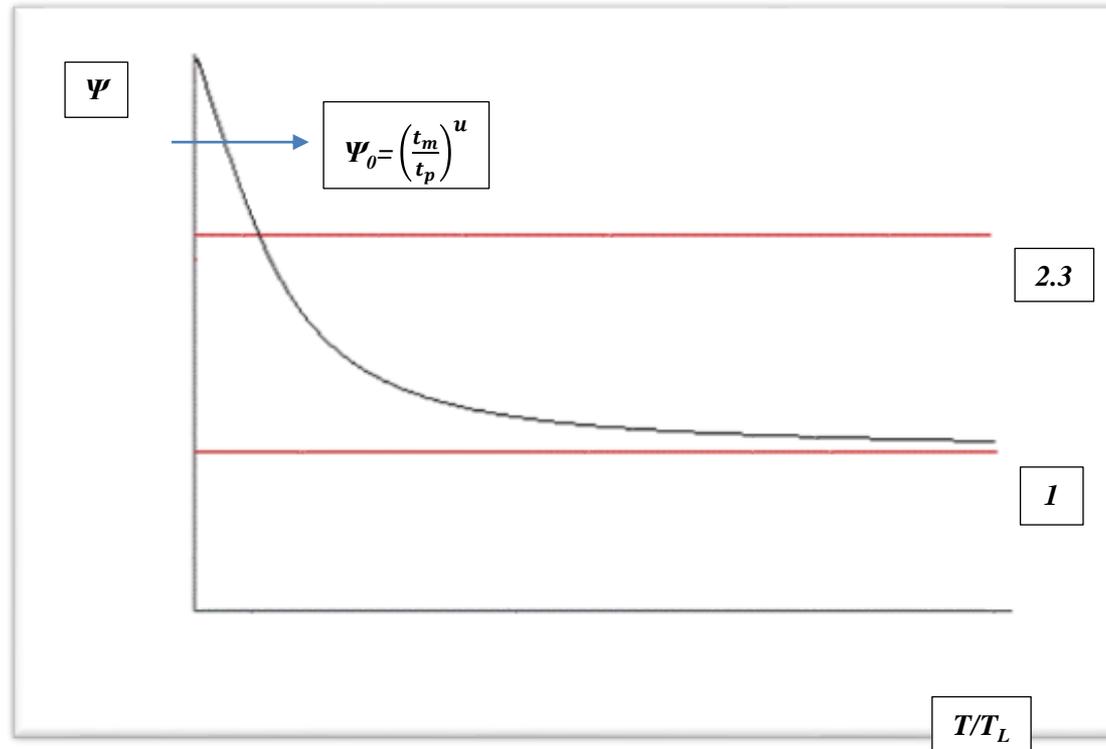
Sorgente posta a
100 metri di altezza:

C_S = **concentrazione
massima**. Metodo
statico

C_D = **concentrazione
massima**. Metodo
dinamico



CONCLUSIONI



ANDAMENTO DEL *PEAK-TO-MEAN-RATIO*: Nel *Peak-to-Mean-Ratio* statico si considera sempre un valore costante in qualsiasi punto nel reticolo di simulazione; questo porta a restituire valori minori di concentrazione, rispetto al metodo dinamico, a brevi distanze dalla sorgente (tempi di volo normalizzati relativamente brevi).

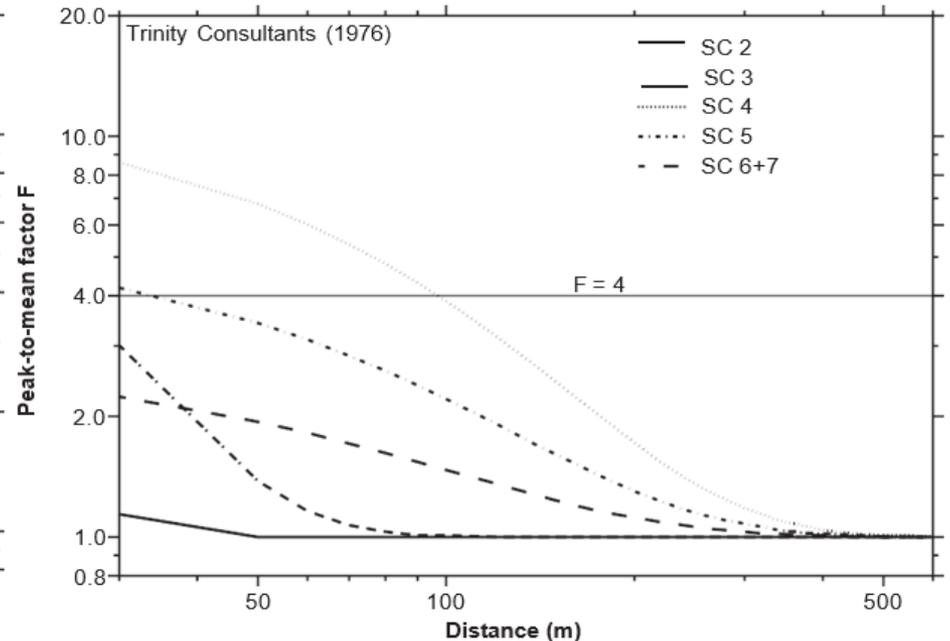
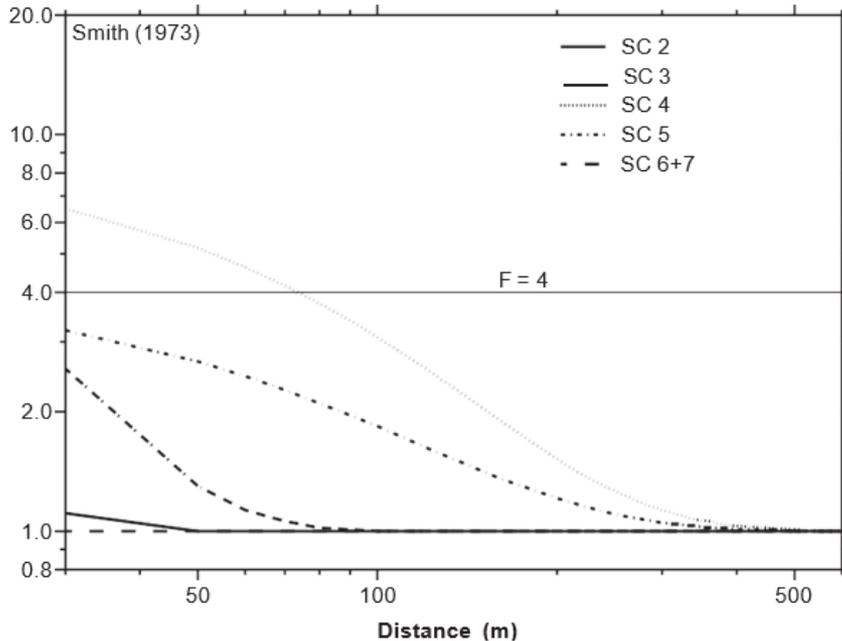
Per contro, a distanze elevate dalla sorgente emissiva (tempi di volo normalizzati lunghi) il metodo dinamico di Smith e Mylne fornisce stime delle concentrazioni di picco inferiori a quelle fornite dal metodo statico.



ULTERIORI DATI SPERIMENTALI DI LETTERATURA

a)

b)



Distance depending peak-to-mean factor F depending on stability classes SC.

a): Maximum peak-to-mean factors according to Smith (1973)

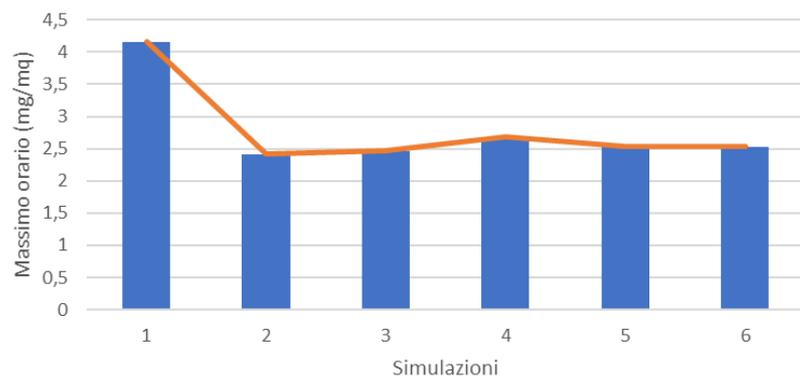
b): Maximum peak-to-mean factors according to Trinity Consultants (1976; cit. in (Olesen et al., 2005));

The constant factor $F = 4$ applied by AUSTAL2000 is shown as a thin straight line.

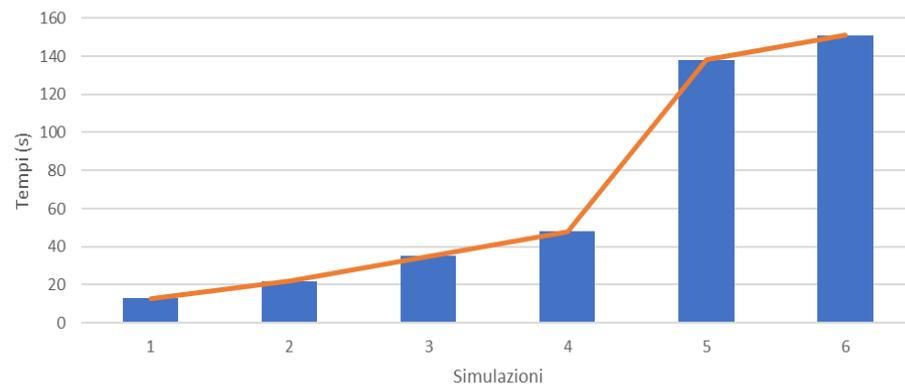


ALTRE CARATTERISTICHE' DEI MODELLI LAGRANGIANI

Massimo orario



Tempi di simulazione

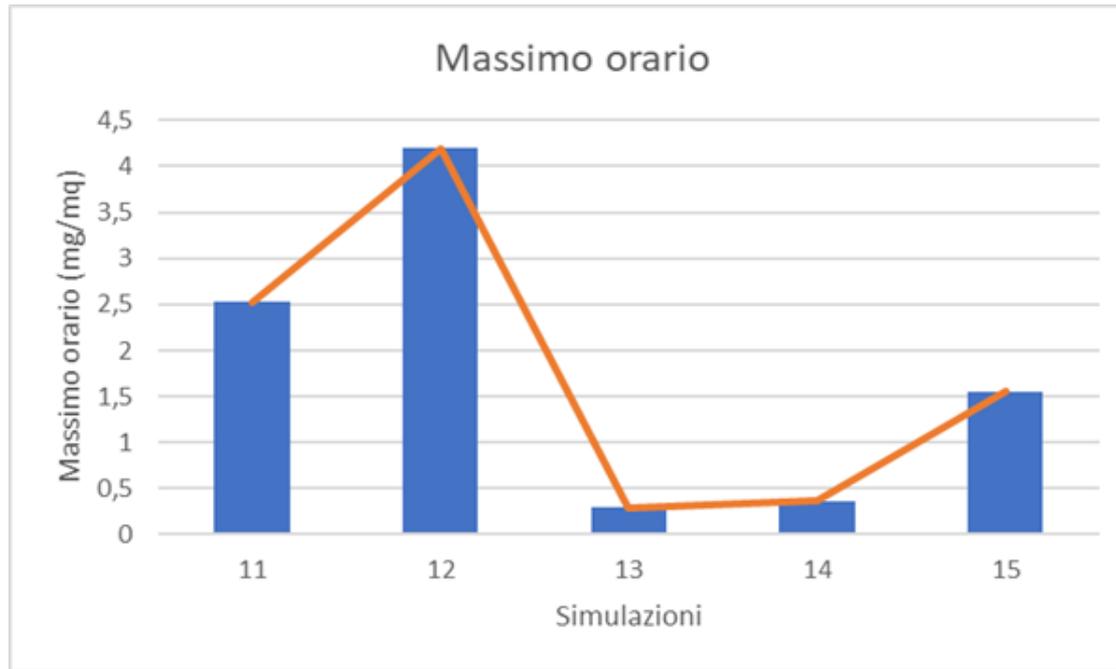


simulazione	NPART
1	1
2	10
3	20
4	30
5	60
6	120

simulazione	NPART
1	1
2	10
3	20
4	30
5	60
6	120



ALTRE CARATTERISTICHE' DEI MODELLI LAGRANGIANI



Simulazioni	CCA	NPART
11	5	60
12	4	60
13	3	60
14	2	60
15	1	60



BIBLIOGRAFIA

- AUSTAL2000, <http://www.austal2000.de> (Ultimo accesso: 20/08/2021).
- Bollettino Ufficiale della Regione, serie ordinaria, Anno XLI, n. 043, 2012. Deliberazione Giunta Regionale 15 febbraio 2012 - n. IX/3018: “Determinazioni generali in merito alla caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera derivanti da attività a forte impatto odorigeno”. *Allegato 1: “Linea guida per la caratterizzazione delle emissioni gassose in atmosfera dell’attività ad impatto odorigeno. Requisiti degli studi di impatto olfattivo mediante simulazione di dispersione”.*
- K.R. Mylne (1990), *Concentration fluctuation measurements of a tracer plume up to 1 km range in the atmosphere*. Ninth Symposium on Turbulence and Diffusion. Roskilde, 168-71.
- K.R. Mylne, P.J. Mason (1991), *Concentration fluctuation measurements in a plume dispersing at a range up to 1000 m*. Q.J.R. Meteorol. Society, 117, 177-206.
- K.R. Mylne (1992), *Concentration fluctuation measurements in a plume dispersing in a stable surface layer*. Boundary-layer Meteorology, 60, 15-48. J.A. Nicell, *Assessment and regulation of odour impacts*, Atmospheric Environment, 2009; 43: 196-206.
- J.A. Nicell, *Assessment and regulation of odour impacts*, Atmospheric Environment, 2009; 43: 196-206.
- H. Olesen et al. (2005), *Regulatory Odour Model Development: Survey of Modelling and Datasets with Focus on Building Effects*, NERI Technical Report n. 541.
- G. Schaubergher et al. (2012), *Concept to assess the human perception of odour by estimating short-time peak concentrations from one-hour mean values*, Reply to a comment by Muller et al., Atmospheric Environment, 54: 624-628.
- M.E. Smith (1973), *Recommended Guide for the Prediction of the Dispersion of Airborne Effluents*. ASME, New York, 1973.





ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA
CAMPUS DI RAVENNA

Prof. Massimo Andretta

Dipartimento di Scienze Biologiche, Geologiche e Ambientali

massimo.andretta@unibo.it

<https://www.unibo.it/sitoweb/massimo.andretta>