

**IL CONTRIBUTO  
DEL DIPARTIMENTO DI SCIENZE E METODI DELL'INGEGNERIA  
NELLO SVILUPPO DEL LIFE CYCLE ASSESSMENT (LCA)  
PER LA GESTIONE DELLA SOSTENIBILITÀ AMBIENTALE**

**SEMINARIO TECNICO**

**Mercoledì 18 Settembre 2013**

**Il ruolo delle emissioni in atmosfera  
nella valutazione del danno locale e globale**

**Marco Cervino**

Ricercatore

Istituto di scienze dell'atmosfera e del clima  
Consiglio Nazionale delle Ricerche



P. Neri, M. [Cervino](#). (2007) Edilizia eco-sostenibile: l'approccio life cycle assessment fa la differenza: nuove linee guida e un database dalla ricerca pubblica. *Intervento in "Congresso Nazionale sulla edilizia sostenibile". BIOEDILIZIA ITALIA – Torino 6-7 Giugno 2007 Torino.*

M. [Cervino](#) (2008) "La revisione del mix energetico italiano". In: P. Neri (cur.): "Verso la valutazione ambientale degli edifici. Life Cycle Assessment a supporto della progettazione eco-sostenibile". Alinea, Roma, pp.464. ISBN: 978-88-6055-174-0. p.433-438.

M. [Cervino](#) (2008) "Energia e impatti". Relazione a invito in "LCA strumento per la valutazione ambientale degli edifici". Ordine degli ingegneri, 19 Aprile 2008, Catania.

---

P. Neri, F. Falconi, G. Olivieri, A.M. Ferrari, L. Barbieri, I. Lancelotti, P. Pozzi, M. [Cervino](#), R. Gallimbeni. (2009) Analisi Ambientale della gestione dei Rifiuti con il Metodo LCA ([www.lcarifiuti.net](http://www.lcarifiuti.net)), Pubblicazione Elettronica, ISBN 978-88-900772-2-7, Edizione: CNR Area Ricerca Bologna.

M. [Cervino](#). (2010) Le Linee guida per l'applicazione dell'LCA alla gestione dei rifiuti. *Intervento in "L'analisi ambientale della gestione dei rifiuti attraverso lo studio del loro ciclo di vita. Correggio, Reggio E.*

---

C. Mangia, M. [Cervino](#), LCA-LAB. (2009) Revisione delle emissioni di diossine, furani e policlorobifenili da processi di produzione industriale e trasporti principali (stradale, navale) in provincia di Lecce. COFINANZIATO INCA.

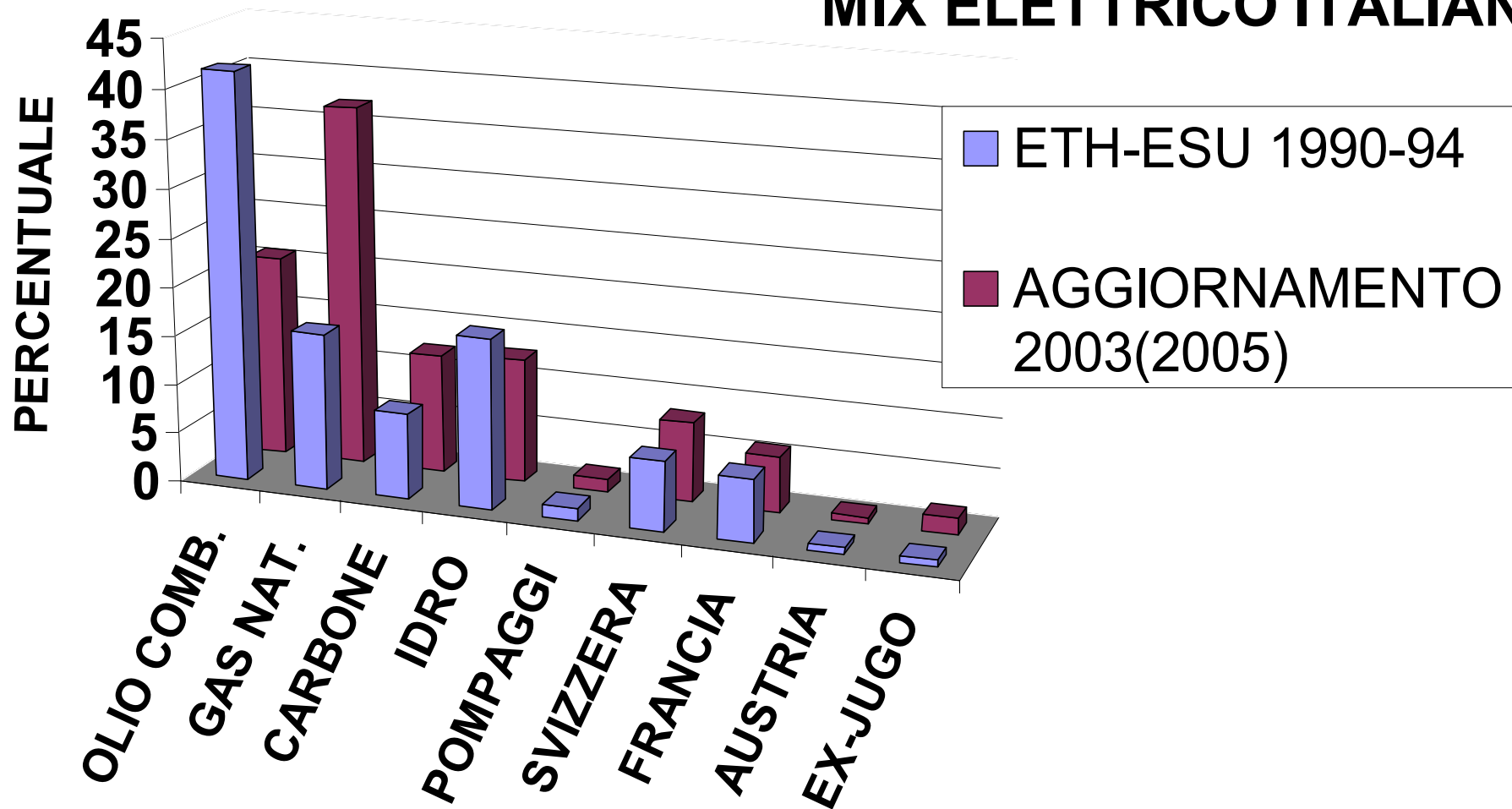
C. Mangia, M. [Cervino](#), R. Gallimbeni. (2011) Studio del trasporto, della dispersione e della ricaduta al suolo degli inquinanti emessi dal Nucleo industriale di Pianodardine di Avellino al fine di valutarne l'impatto in atmosfera. Relazione tecnica finale. R01/2011 0002783 Convenzione ISAC CNR – Provincia di Avellino. COFINANZIATO

C. Mangia, M. [Cervino](#), R. Gallimbeni. (2012) Modelling the air quality impact of industrial emissions over a valley in Southern Italy. *Int. J. of Environment and Pollution*, Vol.50, No.1/2/3/4, pp.264-273. DOI: 10.1504/IJEP.2012.051198



## Un po' di storia ....(2006-2008)

### MIX ELETTRICO ITALIANO



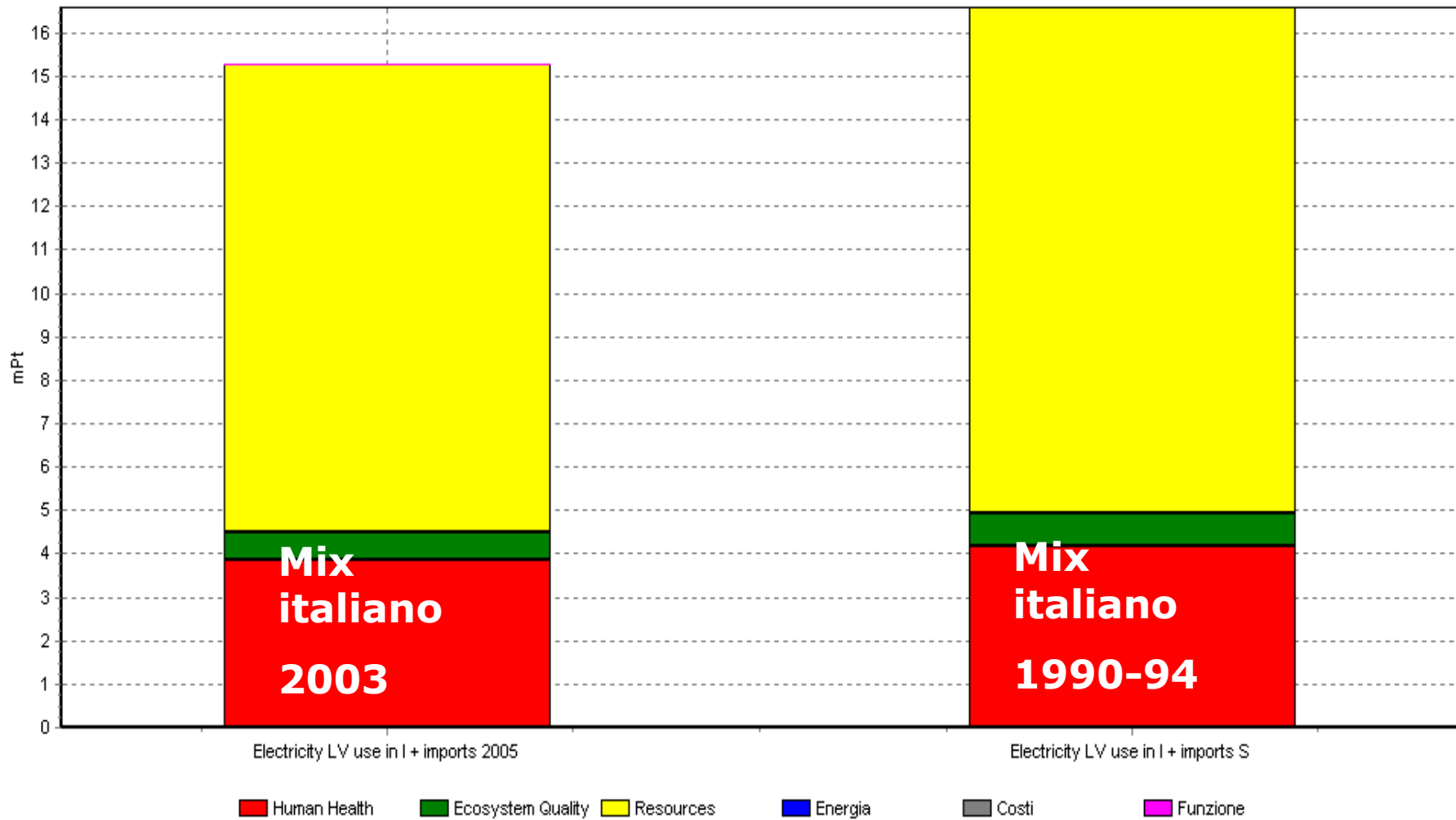
# LCA. La sensibilità sulle analisi dei processi: DUE esempi

- un **megajoule di energia elettrica** da parte di un qualsiasi utilizzatore finale collegato alla rete a bassa tensione nazionale.

*COSA CAMBIA utilizzando i due differenti mix elettrici*

- elemento dell'impianto atto a produrre il condizionamento invernale (calore) tramite energia elettrica: **pompa di calore.**

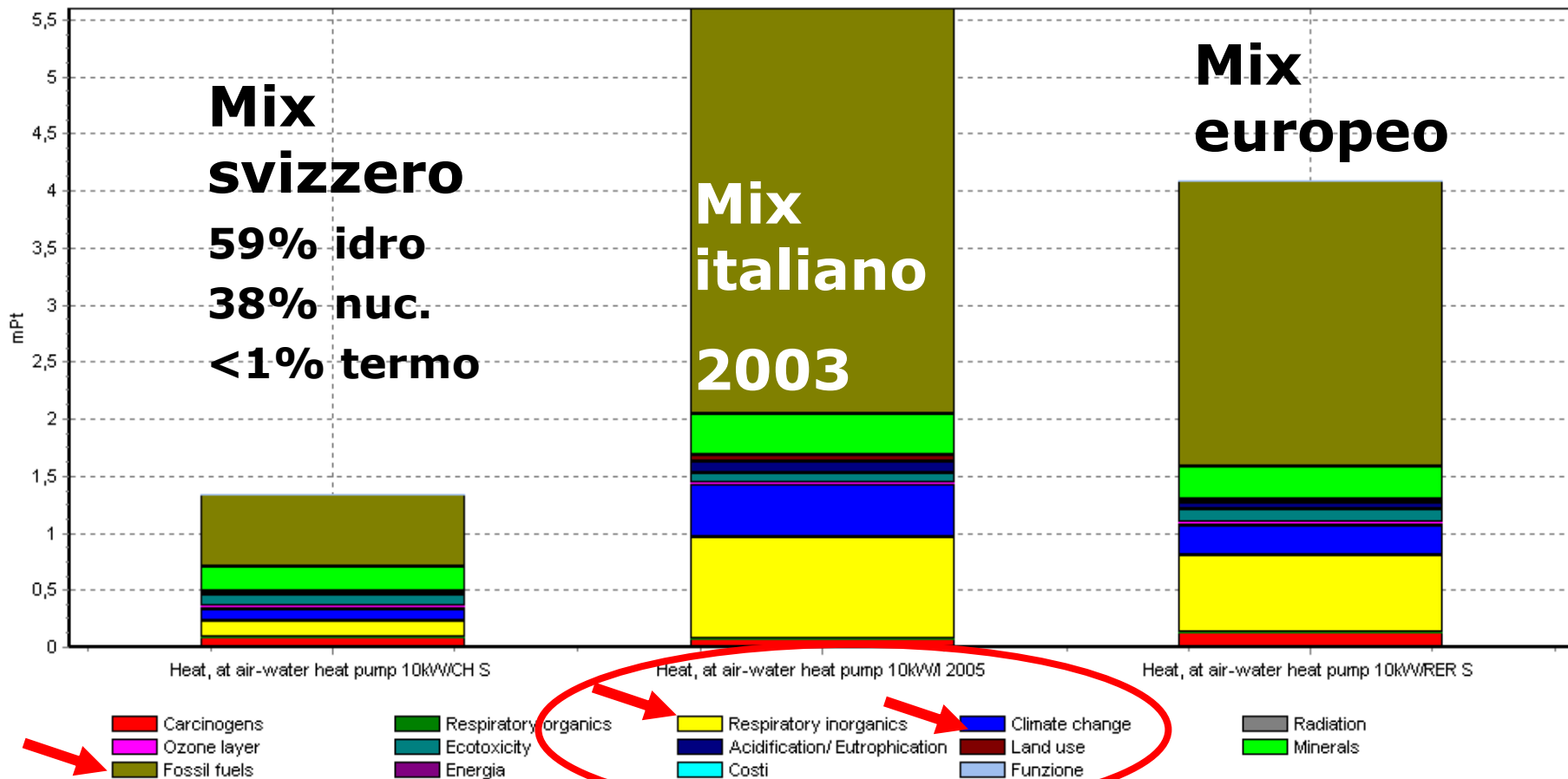
*per differenti mix elettrici di differenti regioni geografiche*



Comparing 1 MJ energy 'Electricity LV use in I + imports 2005' with 1 MJ energy 'Electricity LV use in I + imports S'; Method: Eco-indicator 99 (E) 050307 V2.03 / Europe EI 99 E/EI / single score

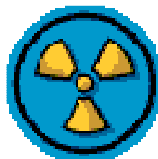
# 1. U.F. 1 Megajoule elettrico da rete a bassa tensione

**impatti : - 8%**



Comparing 1 MJ energy 'Heat, at air-water heat pump 10kWCH S' with 1 MJ energy 'Heat, at air-water heat pump 10kWhM 2005' and with 1 MJ energy 'Heat, at air-water heat pump 10kWRRER S'; Method: E

## 2. LCA pompa di calore: 1Mj calore



ESU (ed. R. Frischknecht N. Jungbluth), 2004

## Lezioni imparate/da imparare:

Bisogna mantenere **aggiornate e approfondite** le banche dati.  
Almeno **le più importanti**: quali? Ci sono retroazioni enormi e fondamentali da individuare: i.e. elettricità-trasporti

Ci sono danni **globali** (i.e. climate change) e **locali** (i.e. respiratory inorganics). Specializzare l'LCA con conoscenze aggiornate

---

Dal MIX ELETTRICO e dalla PRODUZIONE ENERGETICA emergono tutte le questioni citate:

→ **AGGIORNAMENTO**, AL 2012, del PROCESSO electricity mix/kWh/IT di SimaPro 7.3 (datato 2007, su dati 2004-2007).

→AGGIORNAMENTO, AL 2012, del PROCESSO electricity mix/kWh/IT di SimaPro 7.3 (datato 2007, su dati 2004-2007).

☑ EVOLUZIONE del MIX: BOOM EOLICO E FOTOVOLTAICO

✘ CARATTERISTICHE FV: irraggiamento solare, efficienza.

☑ NUOVA EFFICIENZA DAI CICLI COMBINATI A GAS NATURALE

✘ DECENTRAMENTO PRODUZIONE E CONSUMO: PERDITE per TRASPORTO (H, M, L voltage)

✘ Approfondimento sulle FER (impatti locali e globali): Biomasse, Rifiuti, Idroelettrico.

✘ Carbon Capture and Storage: un tema aperto anche per l'LCA (Dynamic LCA)

(von der Assen, Jung and Bardow, 2013, *Energy Environ. Sci.*, 6, 2721)

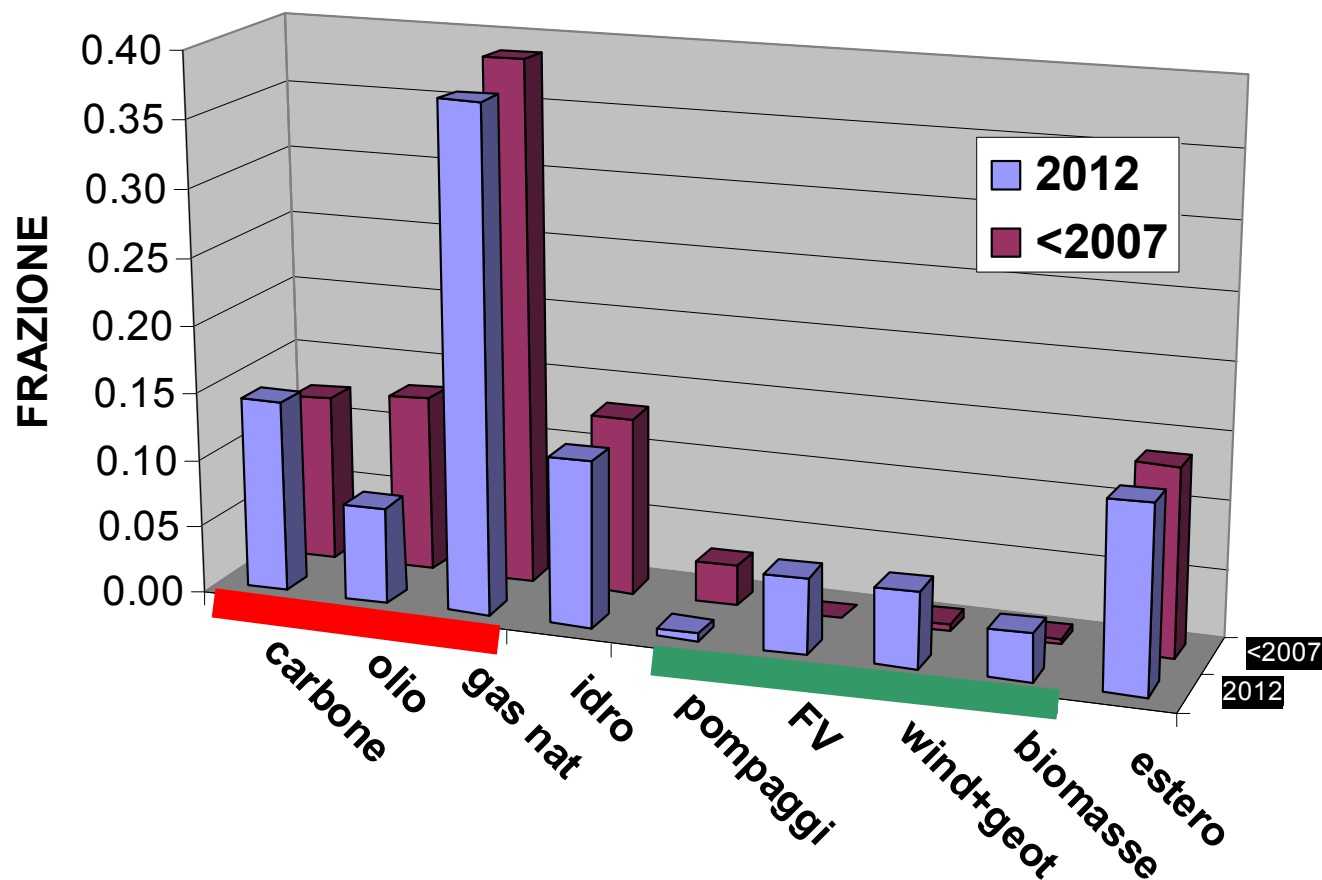
(Levasseur et al., 2012, *Climatic Change*, , Volume 115, 759-776)



→AGGIORNAMENTO, AL 2012 DEL PROCESSO electricity mix/kWh/IT di SimaPro 7.3 (datato 2007, su dati 2004-2007).

## MIX ELETTRICO ITALIANO

### EVOLUZIONE del MIX



## Pompaggi, grossi “accumulatori” caricati a ...

Bargi (330 MW; fino a 350 GWh)



→ AGGIORNAMENTO AL 2012 DEL PROCESSO electricity mix/kWh/IT di SimaPro 7.3 (datato 2007, su dati 2004-2007).

Approfondimento sulle FER (impatti locali e globali): Idroelettrico.

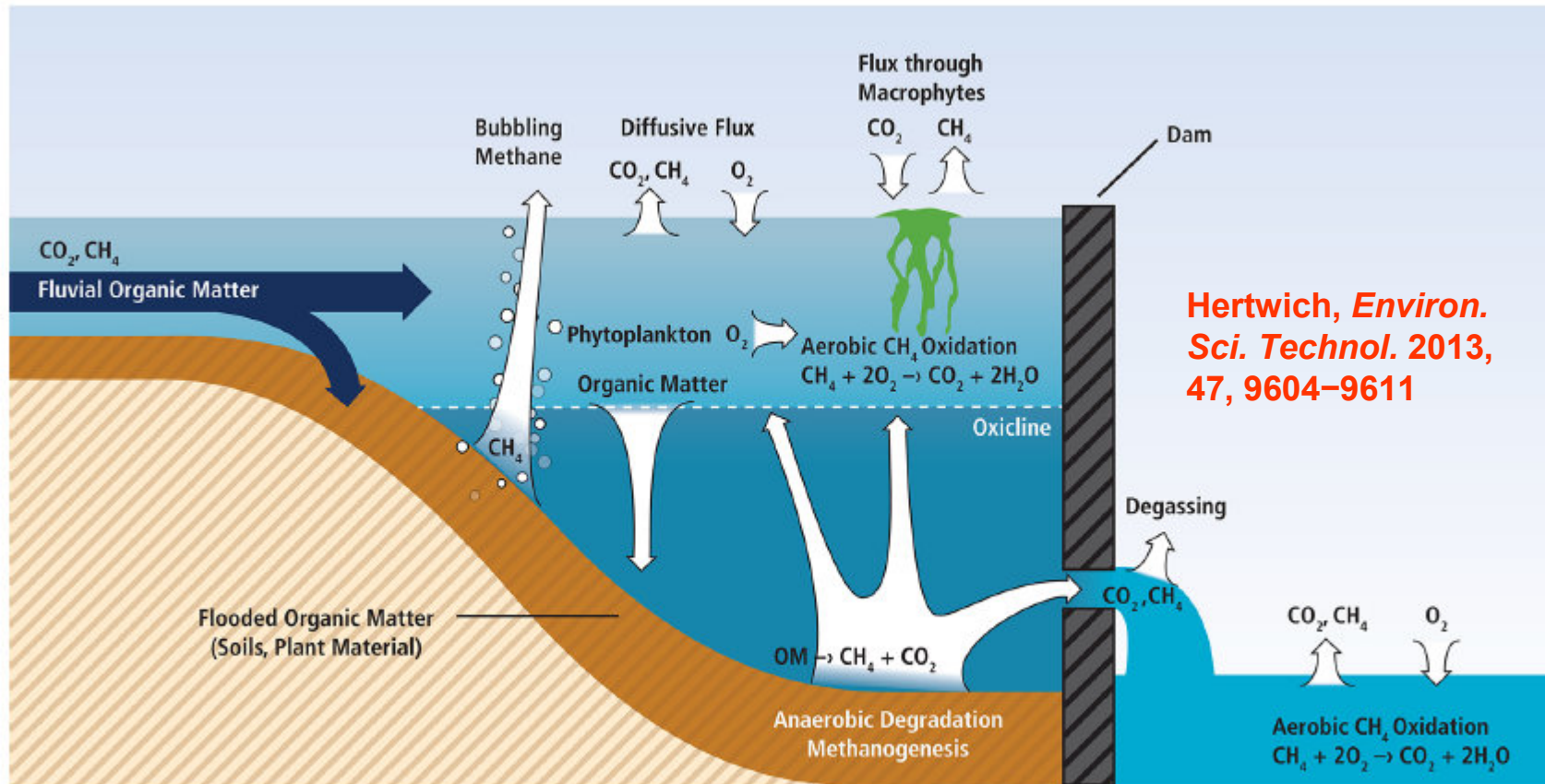
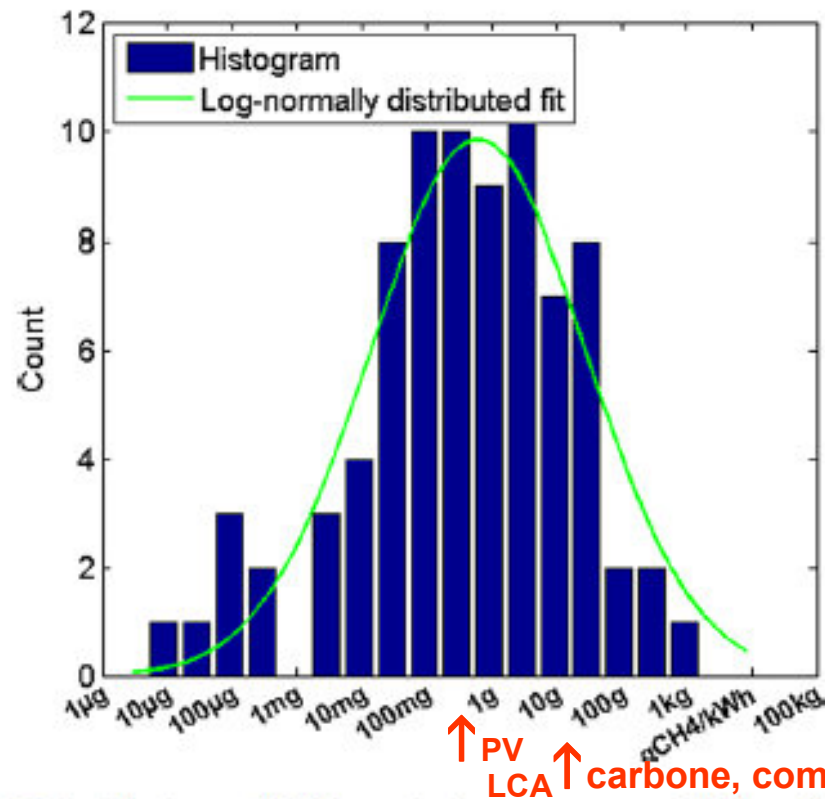


Figure 1. Possible pathways for biogenic methane and carbon dioxide emissions from hydropower stations (from ref 9, Figure 5.16).

→AGGIORNAMENTO AL 2012 DEL PROCESSO electricity mix/kWh/IT di SimaPro 7.3 (datato 2007, su dati 2004-2007).

Approfondimento sulle FER (impatti locali e globali): Idroelettrico.



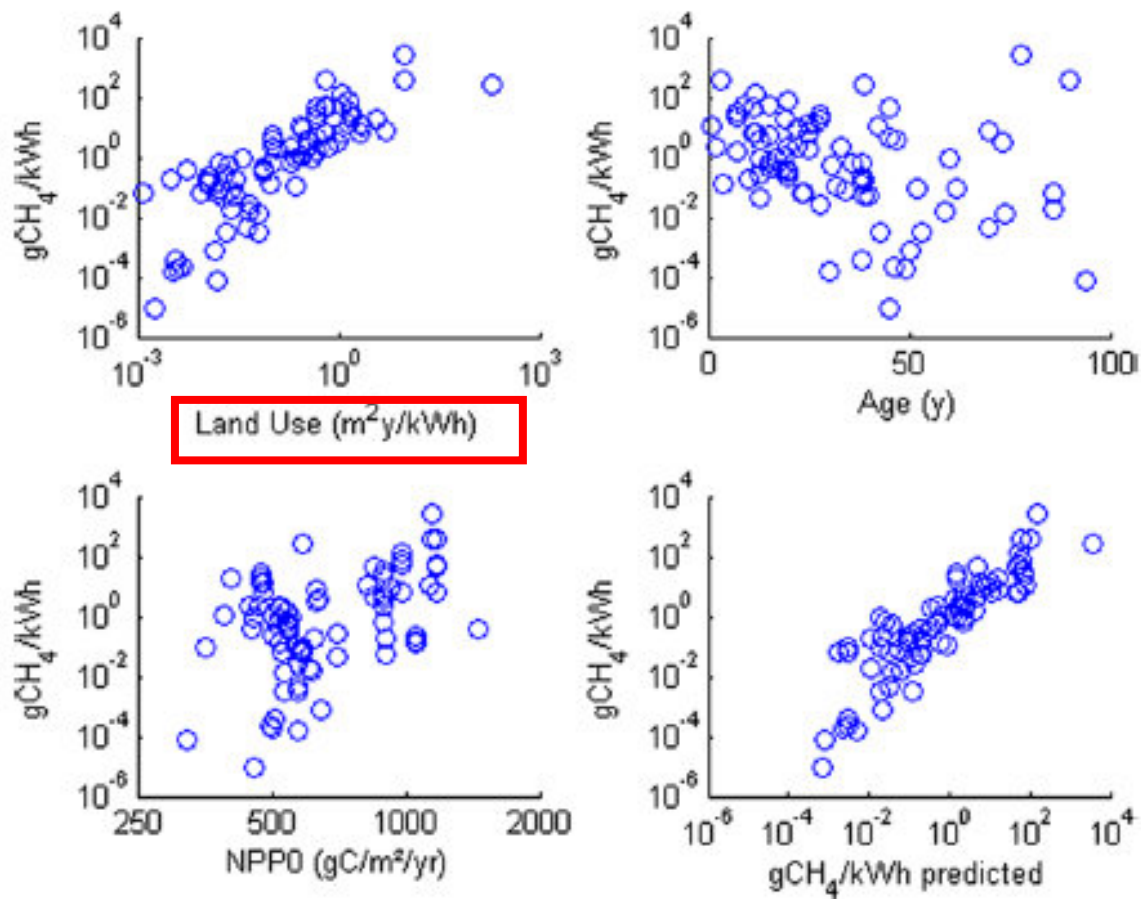
Hertwich, *Environ. Sci. Technol.* 2013, 47, 9604–9611

➤ 150 worldwide Hyd. stations

Figure 2. Distribution of CH<sub>4</sub> emissions rates per kWh of electricity produced across the sample of hydropower stations.

→AGGIORNAMENTO AL 2012 DEL PROCESSO electricity mix/kWh/IT di SimaPro 7.3 (datato 2007, su dati 2004-2007).

Approfondimento sulle FER (impatti locali e globali): Idroelettrico.



Hertwich, *Environ. Sci. Technol.* 2013, 47, 9604–9611

	da apporti naturali	da apporti di pompaggio			Totale	in complesso
		gronda	volontario			
			puro	misto		
<b>GWh</b>						
Impianti a serbatoio	10.278,7	14,2	1.568,2	379,6	1.962,0	12.240,7
Impianti a bacino	12.620,4	17,1	-	-	17,1	12.637,5
Impianti ad acqua fluente	18.975,7	-	-	-	-	18.975,7
<b>ITALIA 2012</b>	<b>41.874,9</b>	<b>31,3</b>	<b>1.568,2</b>	<b>379,6</b>	<b>1.979,1</b>	<b>43.854,0</b>



Trezzo sull'Adda: fluente  
(10 MW; 56 GWh)

Bacini "dedicati" ?  
Attribuzione del "danno" ?

Fonte:  
TERNA, 2013



SETAC  
Glasgow  
2013



**Scoping workshop -  
16-17 May 2013, SETAC-Glasgow  
Global guidance on  
environmental life cycle  
impact assessment indicators**

**Flagship project of the 3<sup>rd</sup> phase of  
the UNEP-SETAC Life Cycle Initiative**

**Chairs: Rolf Frischknecht, Olivier Jolliet, Bruce Vigon**

# Human Health

SETAC  
Glasgow  
2013



- Previous consensus effort:
  - Life Cycle Initiative TF4 effort → Humbert et al. (2011), ES&T
  - EBODE 2011 project report (environmental burden of disease)
  - NEEDS project outcome (based on EXTERNE)
- Selection criteria:
  - ✘ Emission/stack height
  - ✘ Population density (spatial differentiation)
  - ✘ Secondary particulates considered incl. NH3
  - ✘ Urban area considered separately and resolution fine enough to capture significant differences in exposure
  - ✘ Significant fate processes considered (coagulation, nucleation, diffusion, dispersion, deposition, intermittent rain)
  - ✘ Size differentiation of particulates (**UFP**, PM2.5, PM10)
  - ✘ Particle composition (affects dose-response) → cannot be addressed so far



# Attività ambiente e salute referenti Cristina Mangia e Marco Cervino, ISAC CNR



Valutazione delle aree a maggiore e minore esposizione della popolazione ai differenti contaminanti attraverso la modellistica della dispersione che valuti, a partire dalle emissioni di determinate sorgenti, le zone di maggiore concentrazione in aria e deposizione nelle altre matrici ambientali di contaminanti atmosferici.



***Istituto di Scienze dell'Atmosfera e del  
Clima- Lecce***

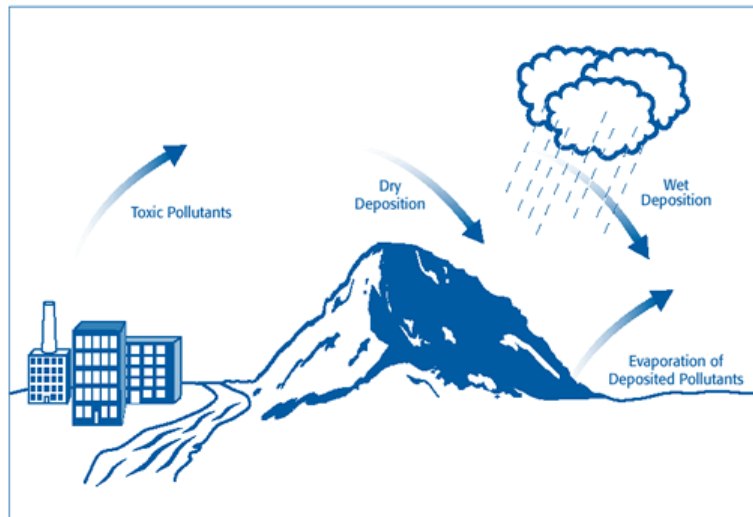


***Modellizzazione dei fenomeni di trasporto  
e di dispersione di contaminanti  
atmosferici nella Penisola Salentina***

**Cristina Mangia Marco Cervino  
ISAC-CNR**



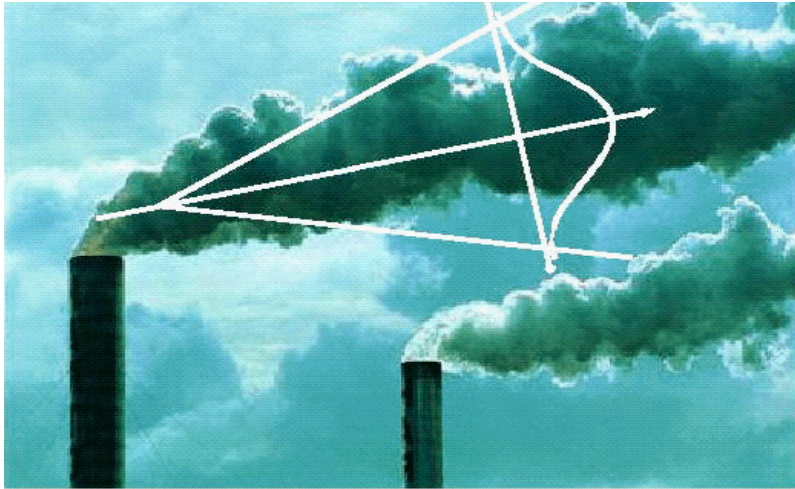
# Deposizioni al suolo



- Deposizione secca

- Deposizione umida  
( legata alle precipitazioni)

# Inquinamento atmosferico e modelli matematici



Un modello è una schematizzazione matematica dei processi chimici e fisici che coinvolgono gli inquinanti.

Un modello matematico quindi consente di prevedere come reagiscono e dove andranno a finire gli inquinanti una volta immessi in atmosfera.

## Approccio Euleriano

$$\frac{\partial c(x, y, z, t)}{\partial t} + u_j(x, y, z, t) \frac{\partial c(x, y, z, t)}{\partial x_j} = - \frac{\partial}{\partial x_j} K_{jj} \frac{\partial}{\partial x_j} c(x, y, z, t) + R + S$$

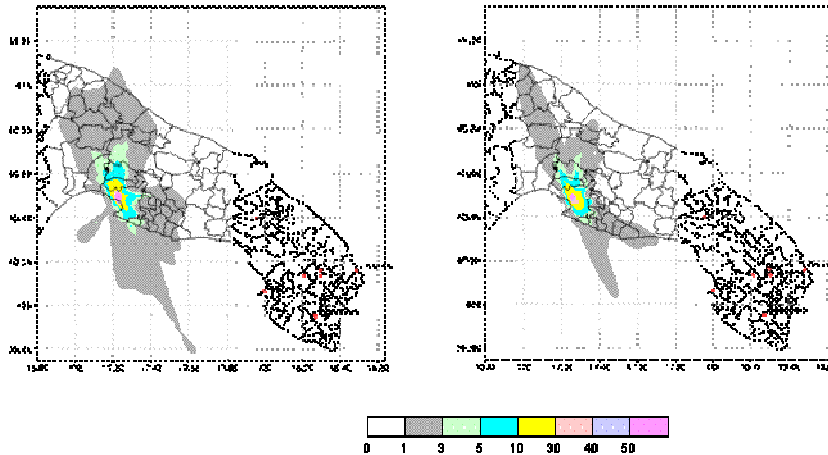
$$c(x, y, z, t) = \frac{Q}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y}\right)^2\right] \left\{ \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{h_s - z}{\sigma_z}\right)^2\right] + \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{h_s + z}{\sigma_z}\right)^2\right] \right\}$$

## Approccio Lagrangiano

$$du_i(x, y, z, t) = a_i(x, y, z, u, v, w, t)dt + b_{ij}(x, y, z, u, v, w, t)d\xi_j$$

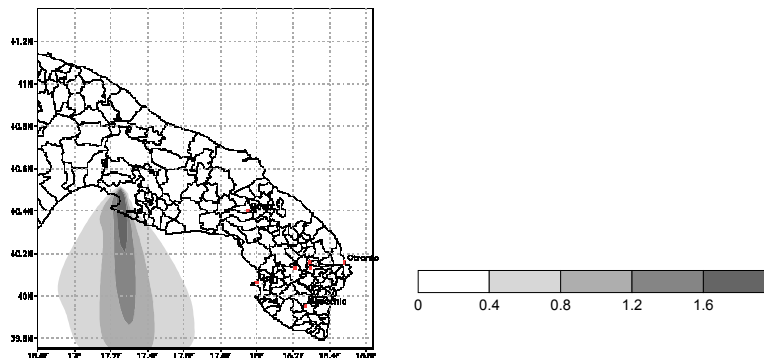
# Impatto ILVA Taranto

## ➤ PCDD/F e PCB diossine simili



Deposizione umida

Valori elevati intorno  
alla sorgente

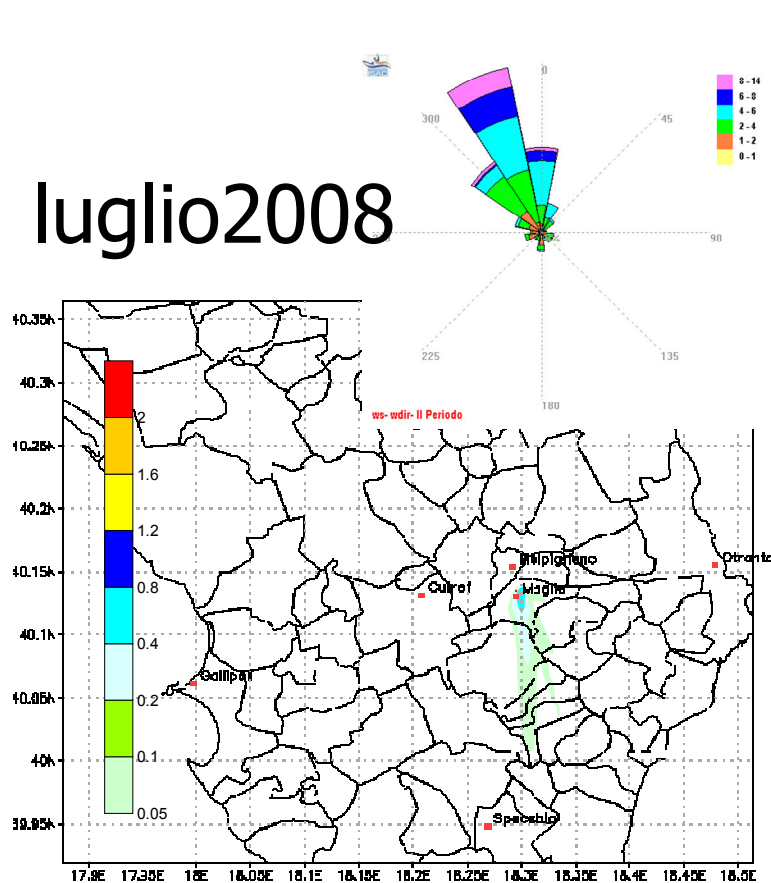


Deposizione secca

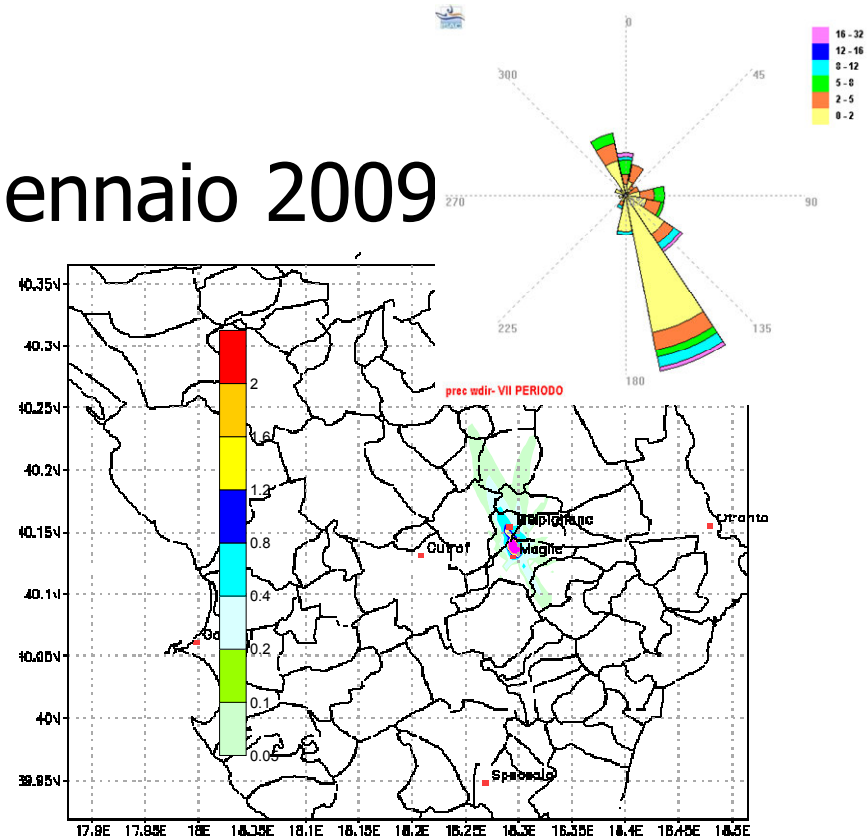
Valori più bassi e  
distribuiti in un'area  
vasta

# Impatto Copersalento inceneritore/biomasse (Lecce)

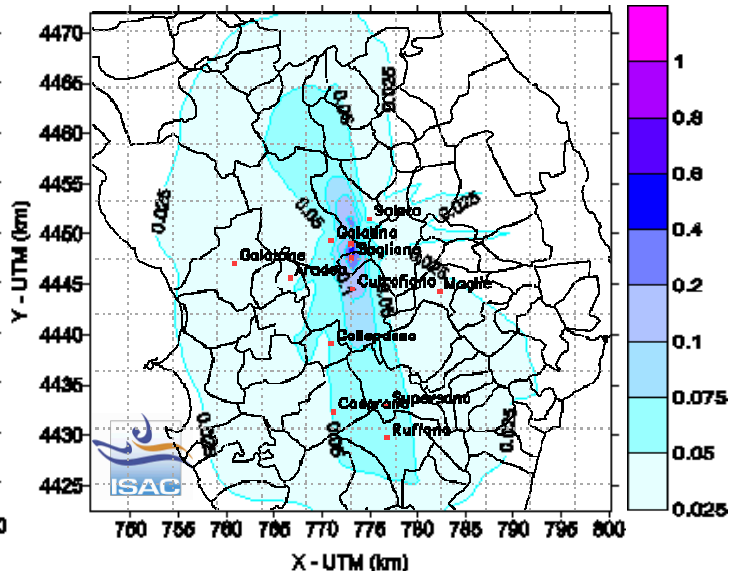
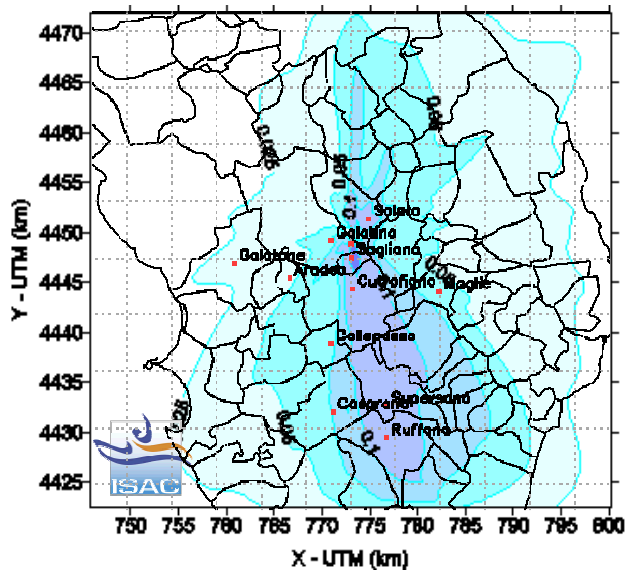
Luglio 2008



gennaio 2009



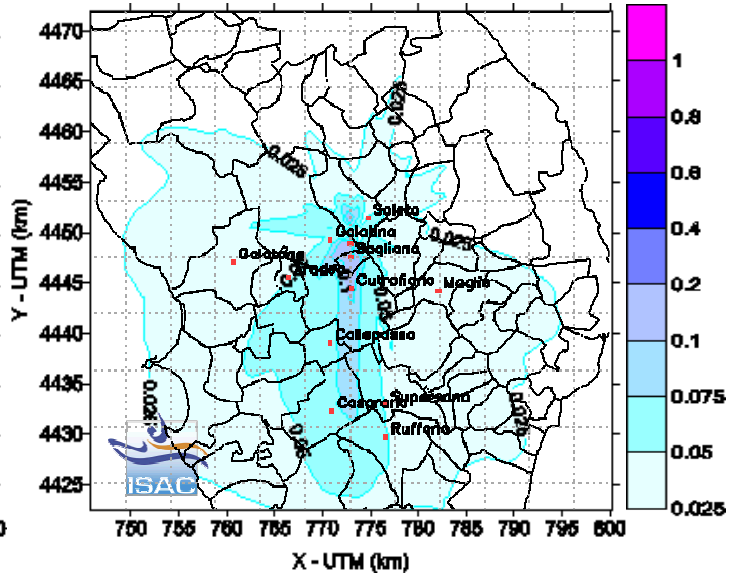
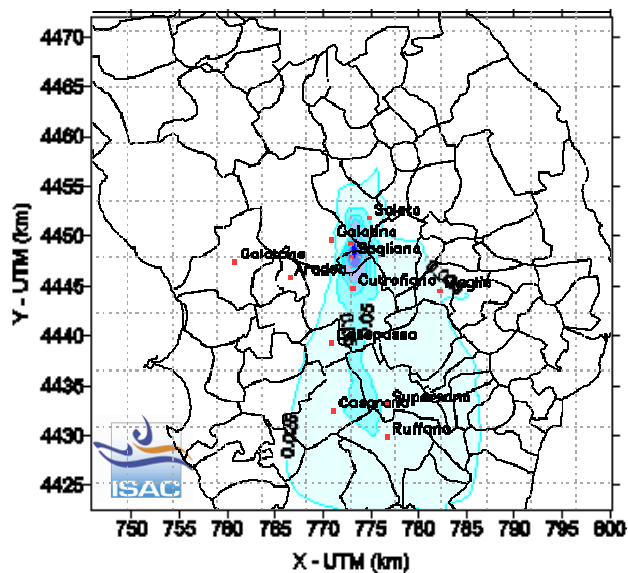
➤ **PCDD/F e PCB diossine simili**



Sorgente:  
cemenateria

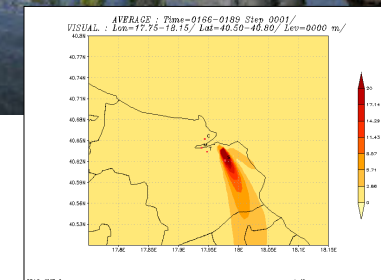
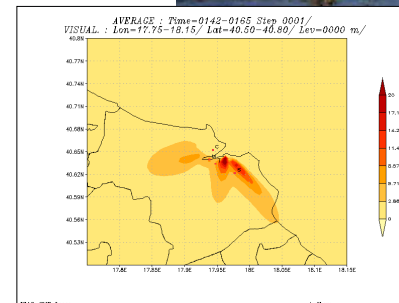
**Particolato**

Concentrazione  
media al suolo  
per i 4 trimestri  
dell'anno 2005  
( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )



# Attività ambiente e salute referenti Cristina Mangia e Marco Cervino, in collaborazione con Istituto di Fisiologia Clinica CNR

- Esposizione spaziale della popolazione all'inquinamento ed effetti sulla salute in aree a rischio ambientale (Brindisi-Taranto) attraverso integrazione di dati sperimentali e modellistica della dispersione



- Studio Caso Controllo per l'analisi delle anomalie congenite tra i neonati nell'area di Brindisi.



In conclusione, i ringraziamenti

Cristina Mangia, ISAC CNR

Anna Maria Ferrari, Martina Pini  
DISMI UniMORE

LCA-LAB Bologna, Ruggero Gallimbeni

un ringraziamento particolare  
a Paolo Neri

ciò che vale, dura a lungo!



Voyager 1

Image credit:  
JPL NASA