



**UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PERUGIA**

**DIPARTIMENTO DI SPECIALITÀ MEDICO-CHIRURGICHE E SANITÀ PUBBLICA  
SEZIONE DI EPIDEMIOLOGIA MOLECOLARE E IGIENE AMBIENTALE**

**VALUTAZIONE DELLA QUALITA'  
DEI SEDIMENTI DEL LAGO  
TRASIMENO**

*De Bartolomeo A., Morozzi G\*\*, Zuccaccia R., Sebastiani B.*

# Introduzione

**I sedimenti di acque superficiali rivestono un ruolo importante nella valutazione della qualità dei corpi idrici ed in particolare dei laghi come sottolineato anche dal DLgs. 152/2006**

**Nei sedimenti infatti si accumulano sostanze tossiche attraverso complessi meccanismi di natura chimico-fisica che dipendono sia dalla natura della matrice solida che dalle proprietà dei composti adsorbiti.**

**Il processo di adsorbimento è di natura dinamica implicante lo scambio tra il materiale adsorbito sulla matrice solida e la fase acquosa ed è influenzato da alcuni parametri chimici e fisici quali: il pH, Il potenziale ossido-riduttivo, l'Ossigeno Disciolto ed il Contenuto di Carbonio Organico ed Inorganico dei sedimenti.**

**La presenza di alcuni cationi ed anioni che possono legare o coprecipitare gli inquinanti disciolti e sospesi è un ulteriore fattore importante da considerare.**

**Tutti questi aspetti sono indicativi di quanto sia complesso il fenomeno di adsorbimento e rilascio degli inquinanti per cui, a tutt'oggi, esso non è del tutto chiarito.**

**Allo scopo di condurre una indagine preliminare riguardante la qualità e l'entità della contaminazione dei sedimenti del lago Trasimeno e di portare un qualche contributo preliminare alla comprensione del fenomeno è stato condotto il presente lavoro**

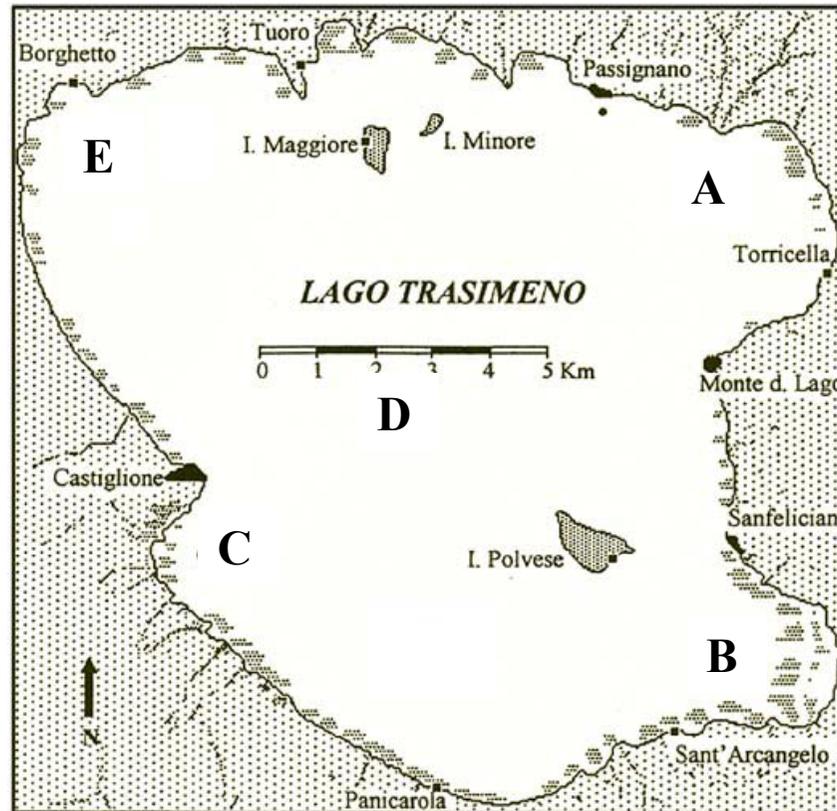
## Morphological characteristics of Lake Trasimeno

---

Geographical position	43°09'N, 12°06'E
Average altitude	257.33 m a.s.l.
Surface area	124 km <sup>2</sup>
Perimeter	53.1 km
Maximum depth	6.3 m
Mean depth	4.7 m
Volume	586 × 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Water retention time	> 20 years
Total catchment area	384.4 km <sup>2</sup>
Mean rainfalls	788 mm per year (1921–1974)

---

## Location of sampling sites in the Trasimeno Lake.



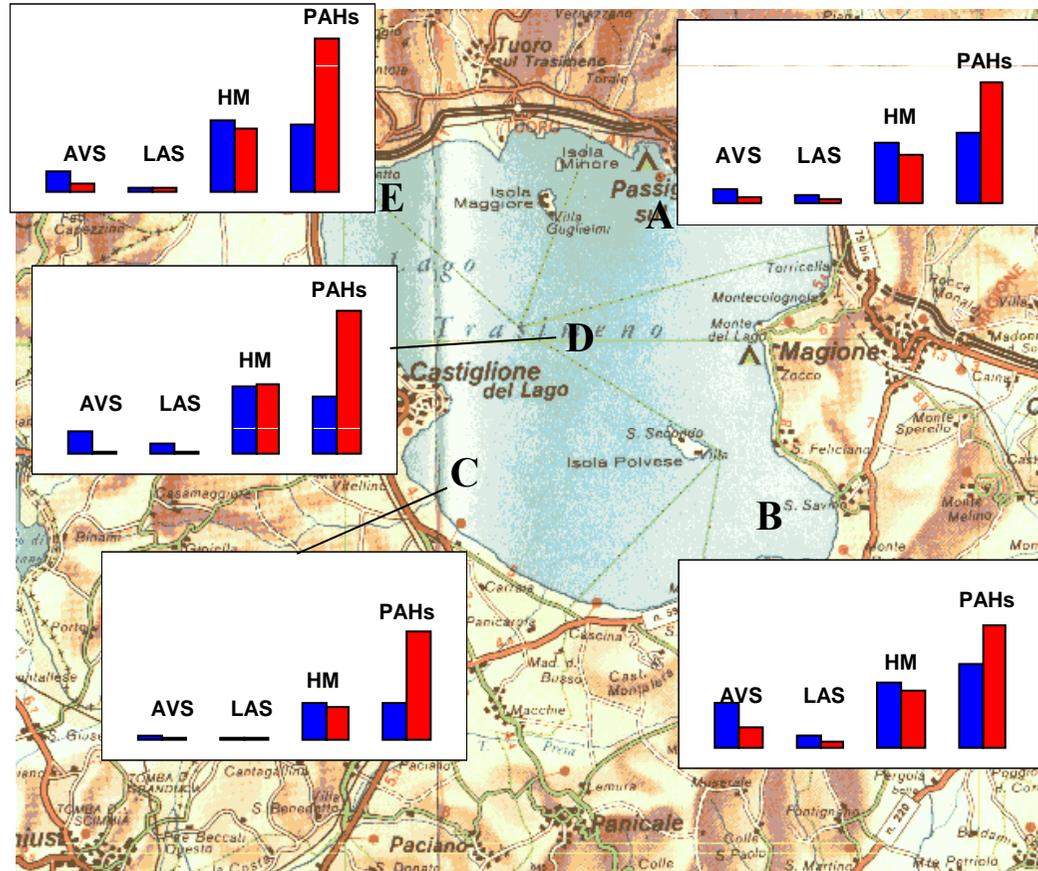
A (Long. 12°11'05"; Lat. 43°09'05"); B (Long. 12°11'18"; Lat. 43°05'48"); C (Long. 12°04'45";  
Lat. 43°06'47"); D (Long. 12°06'56" ; Lat. 43°08'14"); E (Long. 12°03'07"; Lat. 43°10'19").

**Concentrations of parameters in different seasons and sampling sites of Trasimeno lake. The first letter indicates the season (A=Autumn, W=Winter, Sp=Spring, A=Autumn) and the second the sampling sites.**

Sampling sites	AA	WA	SpA	SA	AB	WB	SpB	AC	WC	SpC	SC	AD	WD	SpD	SD	AE	WE	SpE	SE
AVS (S) (g/Kg)	0,49	0,18	0,07	0,18	1,46	0,64	0,49	0,12	0,04	0,06	0,02	0,47	0,09	0,11	0,02	0,84	0,17	0,23	0,16
OM (g/Kg)	123,5	139,5	121,1	223,7	98,6	81,7	132,0	34,5	20,1	79,2	15,1	98,9	85,2	328	196,8	152,7	118,2	122,2	168,1
IC 950 °C (g/Kg)	78,7	67,5	87,4	87,0	152,6	212,4	100,9	39,1	34,2	24,8	32,4	53,8	36,6	28,6	44,0	56,7	77,9	71,1	60,7
LAS (mg/Kg)	11,8	24,6	13,3	4,3	32,3	21,7	13,2	4,6	6,8	4,2	3,2	22,8	21,7	6,0	6,0	8,5	7,5	15,0	4,04
PAHs (µg/Kg)	138,7	205,1	286,4	303,0	203,8	196,3	294,9	63,2	116,5	281,2	233,0	104,2	164,5	289,9	398,0	176,1	146,7	362,5	368,0
Cu ppm	21,2	35,4	31,5	29,6	16,9	23,4	17,4	17,3	11,9	13,3	11,6	30,3	29,6	25,4	43,8	44,7	35,8	31,8	30,7
Pb ppm	0,9	2,5	11,0	8,3	9,1	15,6	11,8	2,3	1,3	3,4	4,5	3,6	1,9	6,7	6,4	2,0	2,1	7,8	6,8
Cd ppm	0,9	1,1	0,5	0,8	0,6	2,1	1,1	0,4	0,9	0,4	0,4	0,5	10,9	0,8	0,5	0,7	1,7	1,1	0,6
Cr ppm	110,0	63,3	36,8	50,1	79,8	77,1	67,4	80,4	27,7	52,5	26,3	105,4	76,4	77,1	84,1	118,5	69,5	79,8	68,1
Ni ppm	27,2	22,6	34,4	17,6	22,5	69,4	37,5	24,0	12,8	25,3	15,8	36,1	30,2	65,2	18,1	38,1	31,5	57,3	19,3
Σ Heavy metals ppm	168,3	124,9	134,2	106,4	128,9	187,6	135,2	124,4	54,6	94,9	58,6	175,9	149,0	175,2	152,9	204,0	140,6	177,8	125,5

## Percentages of metals released from the sediment samples in Trasimeno lake.

<i>Toxic Metals</i>	<i>Sampling sites</i>				
	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>
<i>Cd</i>	28.5	29.9	20.9	28.0	24.3
<i>Cr</i>	2.5	1.6	1.4	1.7	1.8
<i>Ni</i>	6.9	4.8	9.1	6.7	5.3
<i>Pb</i>	10.6	11.4	11.4	11.4	5.7
<i>Cu</i>	6.1	11.9	10.3	6.7	5.0



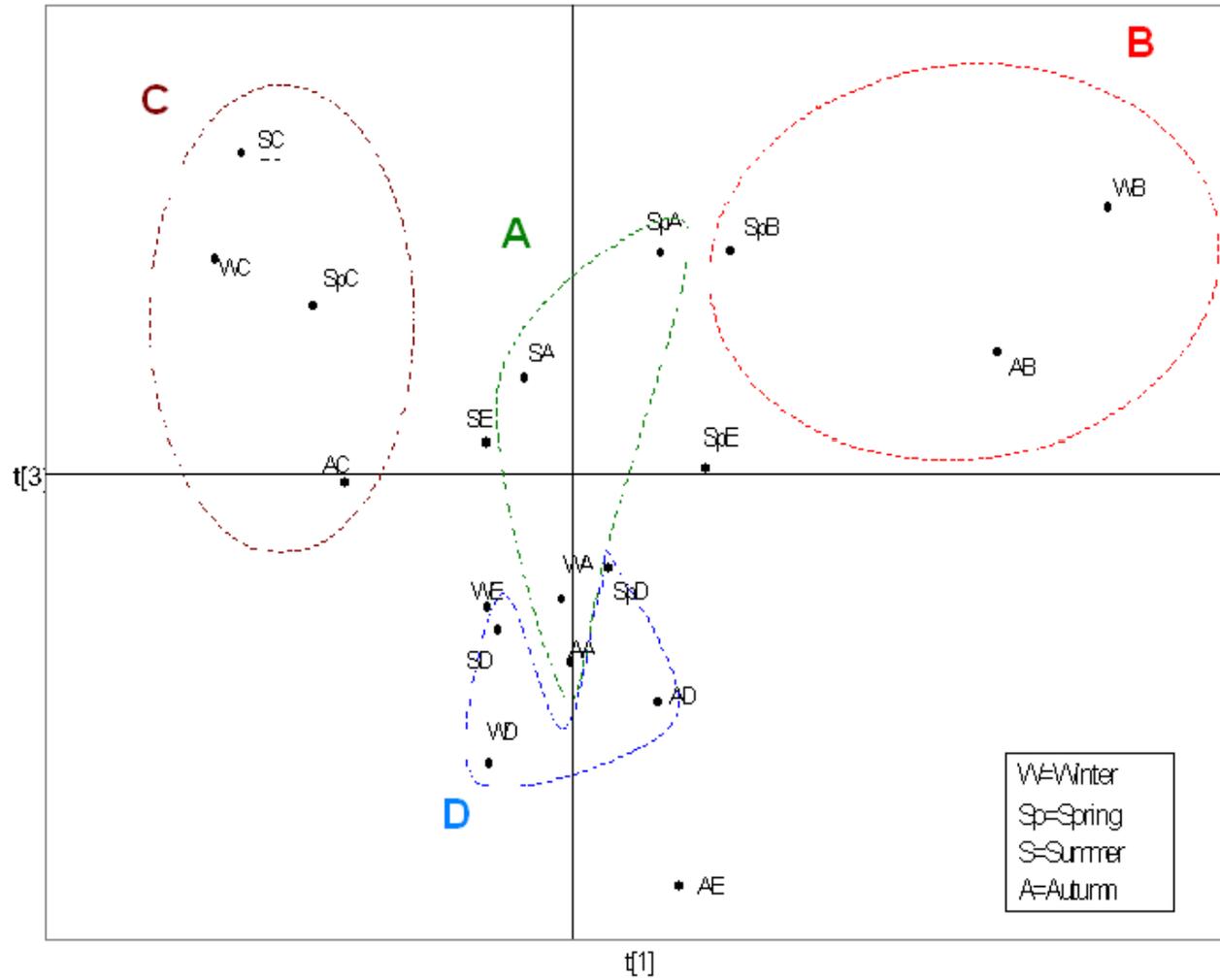
AVS ( $\times 10^{-2}$  g/kg), LAS (mg/kg), HM (mg/kg) and PAHs ( $\mu\text{g/kg}$ ) concentration values of spring-summer (*blue*) and autumn-winter (*red*) sediment samples from Trasimeno Lake.

## Correlation coefficient for the indicated variables of Trasimeno Lake.

	<i>AVS</i>	<i>OM</i>	<i>IC</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>LAS</i>	<i>PAH<sub>tot</sub></i>
<i>AVS</i>	1	-0.03205	** 0.643779	-0.12157	* 0.502636	0.124841	0.270471	-0.02304	** 0.628847	-0.20828
<i>OM</i>		1	-0.05109	-0.11665	0.27297	0.317371	0.209589	* 0.509314	-0.15102	* 0.539557
<i>IC</i>			1	-0.06151	0.130436	0.403031	*** 0.732339	-0.02974	* 0.563559	-0.00429
<i>Cd</i>				1	0.061579	0.047597	-0.15807	0.102918	0.30823	-0.17256
<i>Cr</i>					1	0.240177	-0.16623	* 0.468982	0.291695	-0.20787
<i>Ni</i>						1	* 0.548786	0.175661	0.233703	0.13452
<i>Pb</i>							1	-0.05202	0.237888	* 0.498969
<i>Cu</i>								1	0.056861	0.270996
<i>LAS</i>									1	-0.24656
<i>PAH<sub>tot</sub></i>										1

(\*\*\*p<0.001, \*\*p<0.01;\* p<0.05)

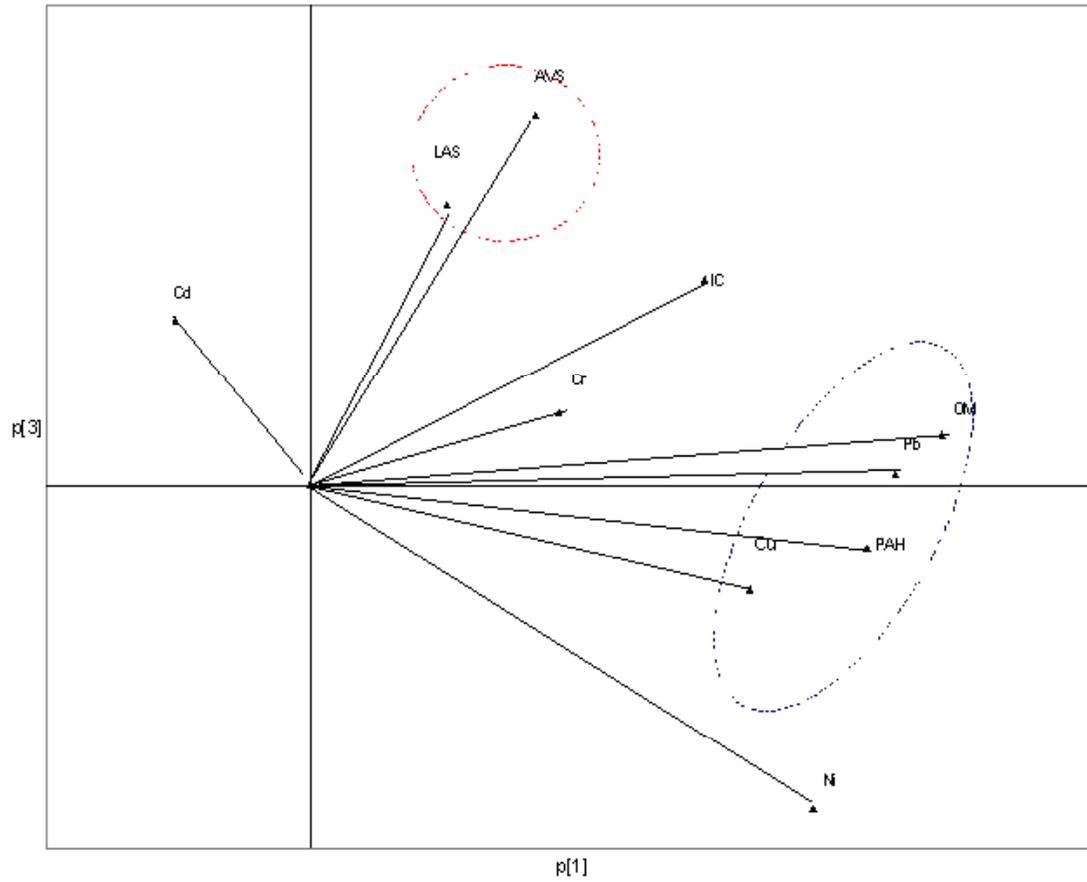
# Trasimeno Lake. Cluster of sampling sites by PCA. Plot of component 1 vs 3.



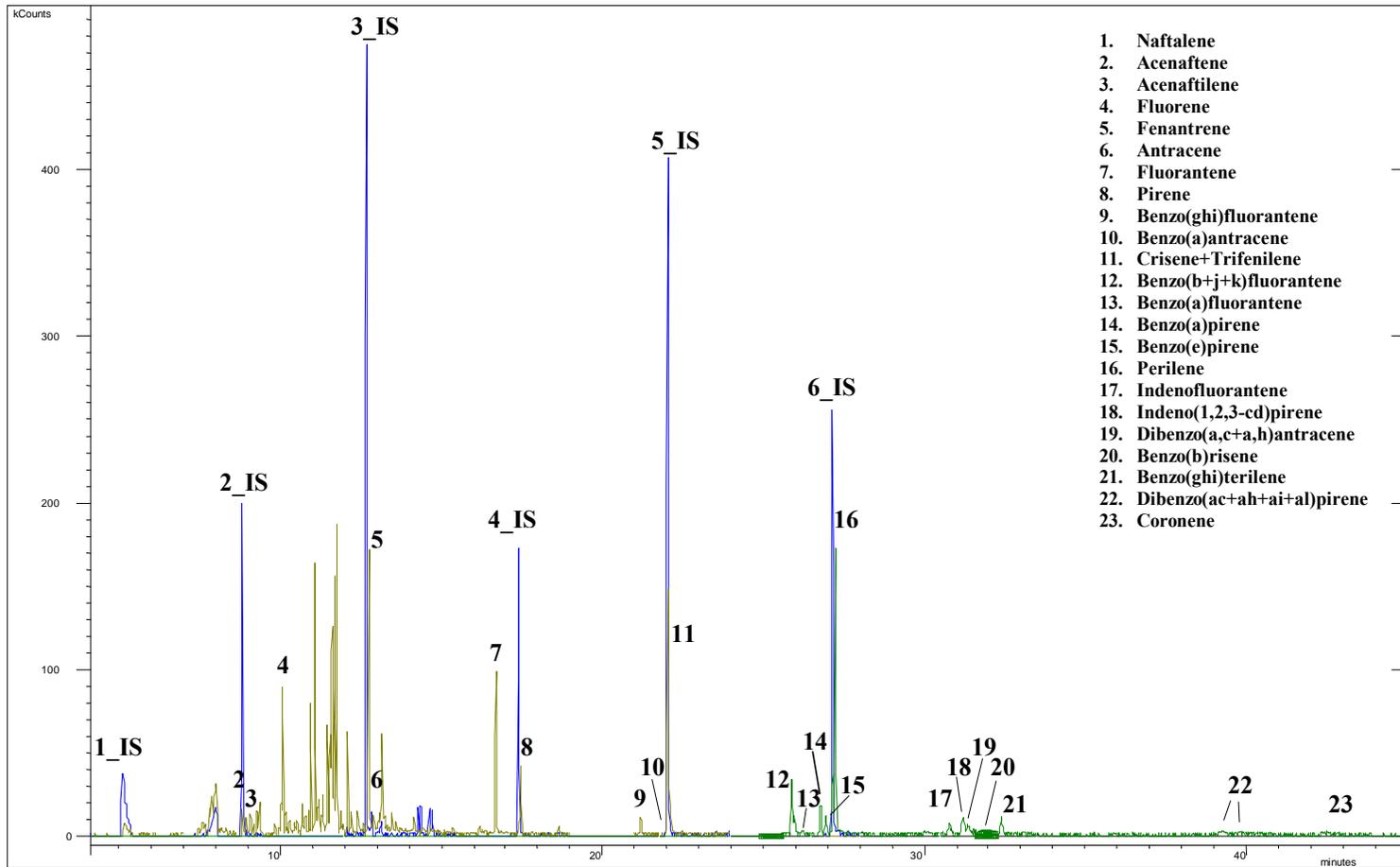
<b>Factor</b>	<b>Eigenvalues</b>	<b>Cumulative eigenvalues</b>	<b>%Cumulative Eigenvalues</b>
<b>1</b>	<b>29.4</b>	<b>29.4</b>	<b>42.2</b>
<b>2</b>	<b>22.3</b>	<b>51.8</b>	<b>74.3</b>
<b>3</b>	<b>17.9</b>	<b>69.7</b>	<b>100</b>

**Eigenvalues, total and cumulative % of variance in the factor analysis of Trasimeno Lake sediments.**

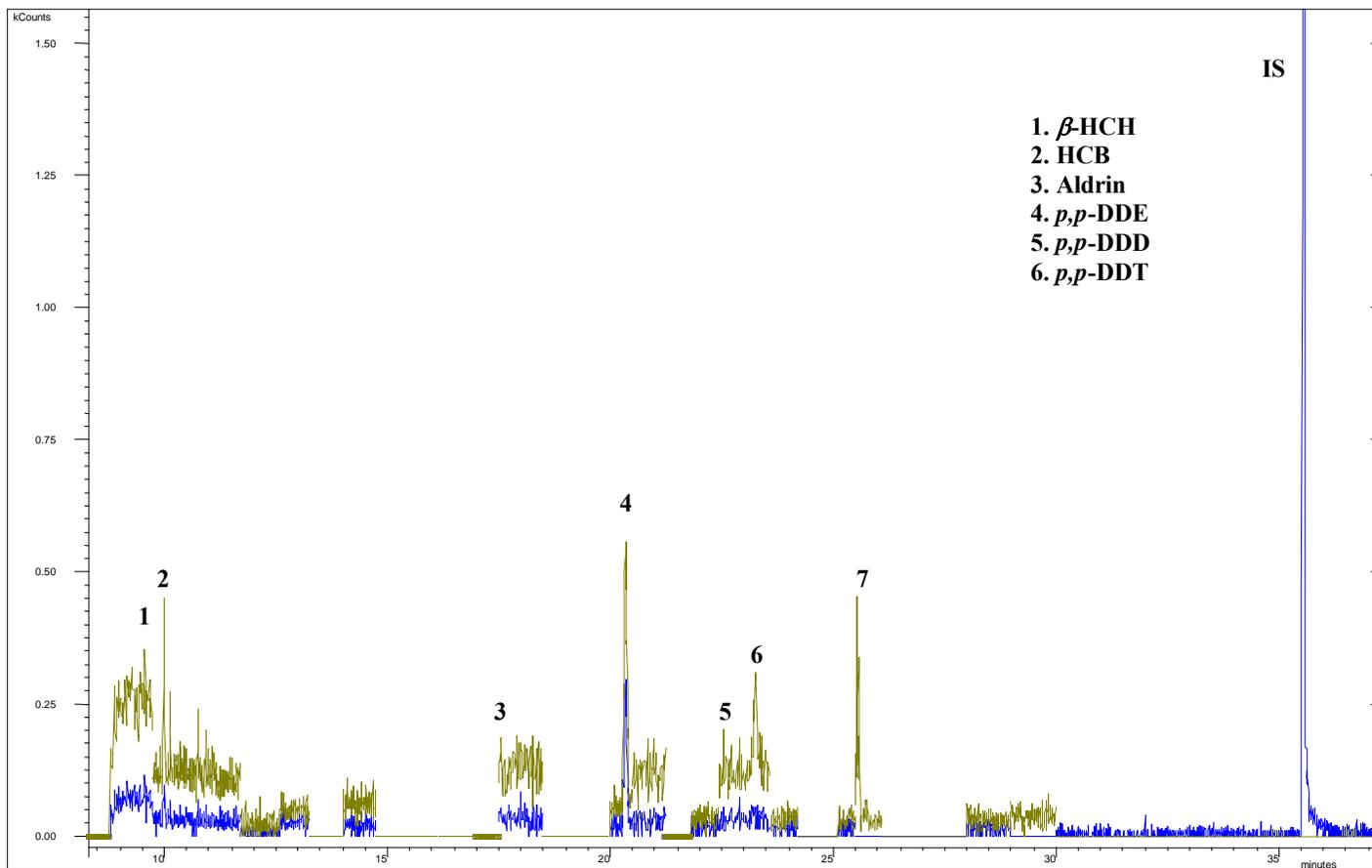
# Trasimeno Lake. Principal component variable loading plot. Component 1 vs 3.



# GC-MS Typical Profile of PAH in the Trasimeno lake sediments



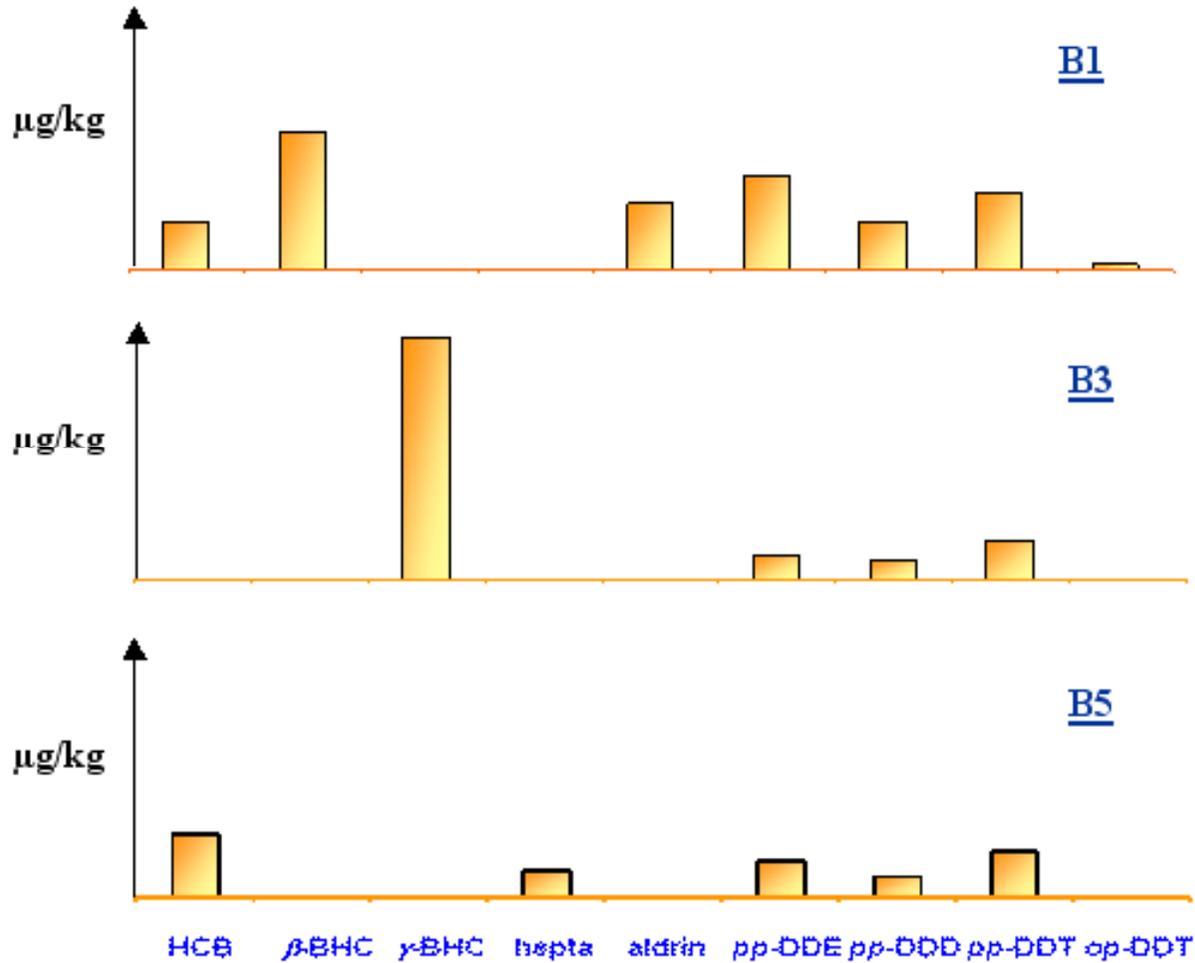
# Typical GC-MS tandem of the Organo-Chlorine Pesticides in the Trasimeno lake sediments.



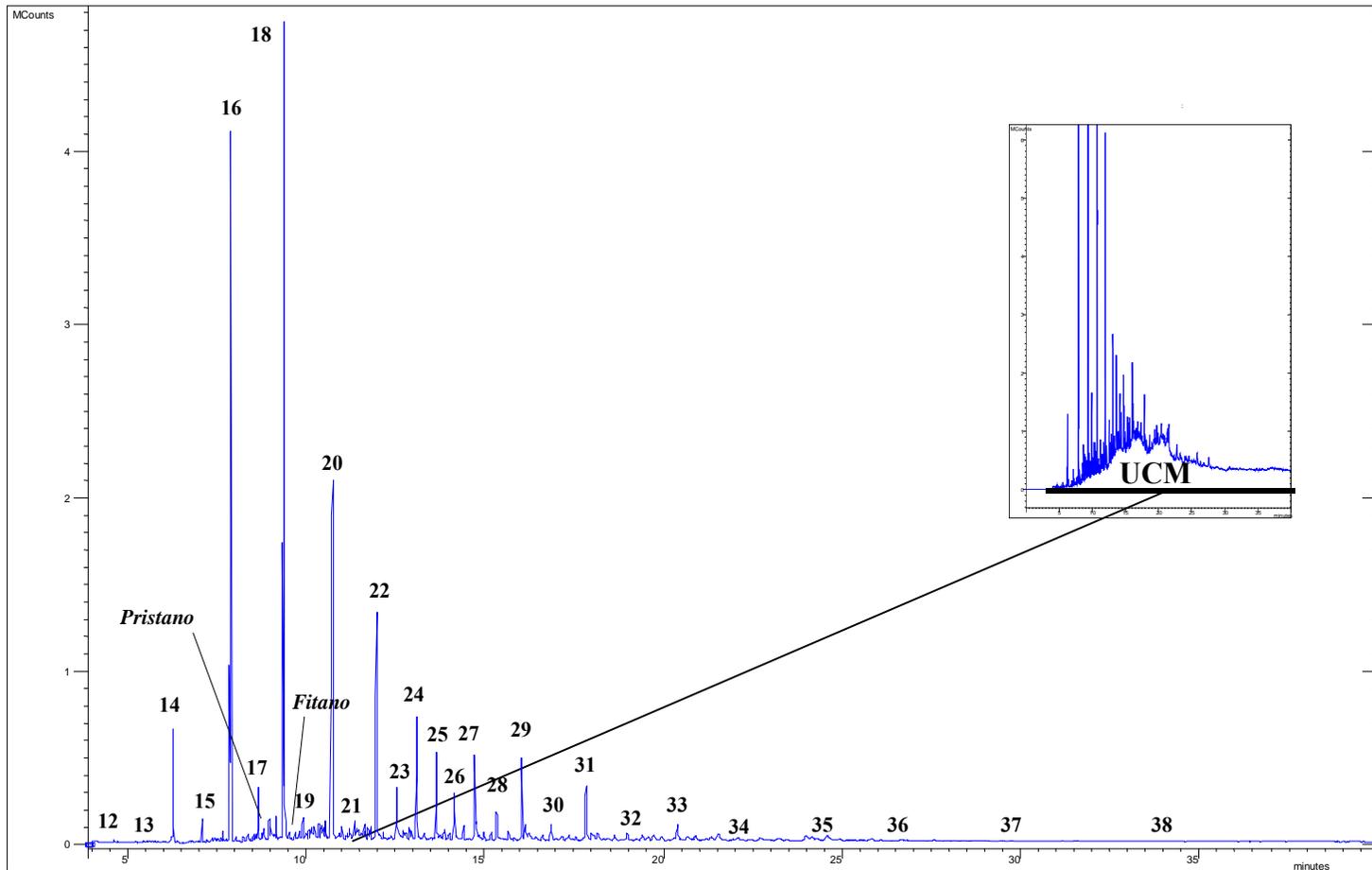
**Organo- Chloride Pesticides (OCP) Concentration values (  $\mu\text{g}/\text{kg}$ )  
at the three sampling sites considered.**

	<b>B1</b>	<b>B3</b>	<b>B5</b>
<u>Hexachlorobenzene</u>	0,424	0,528	<0,007
<u><math>\beta</math>-HCH</u>	1,220	<0,030	<0,030
<u><math>\gamma</math>-HCH (Lindane)</u>	< 0,030	<0,030	1,984
<u>Heptachlor</u>	<0,020	0,224	<0,020
<u>Aldrin</u>	0,584	<0,020	<0,020
<u>p,p-DDE</u>	0,820	0,300	0,188
<u>p,p-DDD</u>	0,424	0,174	0,164
<u>p,p-DDT</u>	0,676	0,380	0,320
<u>o,p-DDE</u>	0,048	<0,010	<0,010

# Graphic pattern of the OCP concentrations ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) at the three sampling sites.

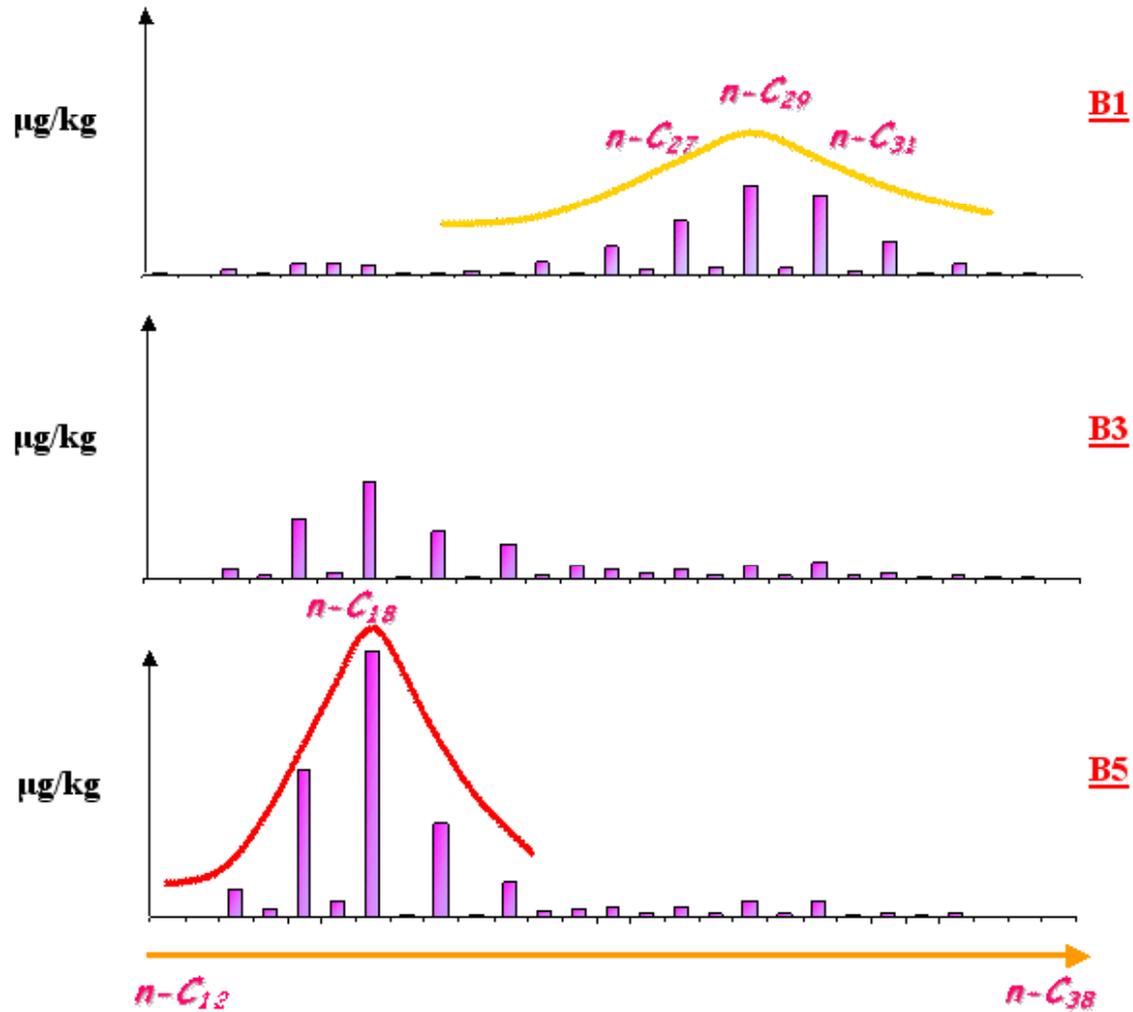


# GC-MS Typical Profile of Paraffins in the Trasimeno lake sediments.



The figures at the top of chromatographic peaks represent the number of Carbon atoms of the linear hydrocarburic chain.

# n-Alkanes graphic pattern in the three sampling sites considered



## Carbon Preference Index (CPI<sub>25</sub>)

$$CPI_{25} = 0,5 * \left[ \frac{(C_{25} + C_{27} + C_{29} + C_{31} + C_{33})}{(C_{24} + C_{26} + C_{28} + C_{30} + C_{32})} + \frac{(C_{25} + C_{27} + C_{29} + C_{31} + C_{33})}{(C_{26} + C_{28} + C_{30} + C_{32} + C_{34})} \right]$$

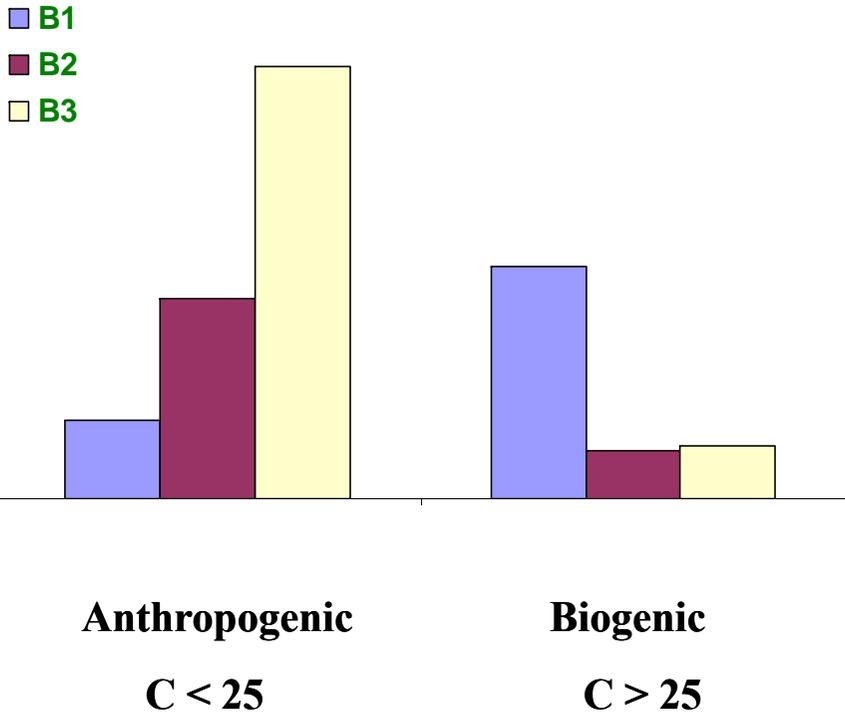
**CPI<sub>25</sub> ~ 1**      **—————→**      **Anthropogenic**

**CPI<sub>25</sub> > 3**      **—————→**      **Biogenic**

**CPI<sub>25</sub> values for the three sampling sites**

<b>B1</b>	<b>B3</b>	<b>B5</b>
<b>16.4</b>	<b>0.8</b>	<b>0.6</b>

# Antropogenic Biogenic component ratio for the three sampling sites



# Conclusioni

**E' stata evidenziata la presenza di alcuni micro inquinati ( IPA , metalli pesanti, tensioattivi e pesticidi organo clorurati) nei sedimenti del Lago Trasimeno in concentrazione più bassa o confrontabile con quella di altri laghi europei.**

**I metalli legati alla matrice solida dei sedimenti vengono scarsamente rilasciati in fase acquosa se si esclude il Cadmio ed, in misura minore, il Piombo.**

**Il basso livello di rilascio in ambiente acido sembra da un lato confermare il complesso comportamento di questi inquinanti che possono essere legati ai sedimenti non solo come solfuri o carbonati, ma anche in forma più stabile. Potrebbe verificarsi infatti una coprecipitazione insieme agli ossidi di ferro e manganese.**

**L'analisi delle Componenti Principali (PCA) mostra che il siti di campionamento C ( Castiglione del Lago) è ben separato a causa del basso carico inquinante dei sedimenti dagli altri siti di campionamento ed, in particolare, dal sito B ( La Valle ) che è caratterizzato dal più elevato carico inquinante rispetto agli altri siti**

**Sono state osservate anche differenze stagionali. I campioni autunnali ed invernali risultano ben separati, in relazione al carico di inquinanti. da quelli estivi e primaverili .**

**L'analisi dei cluster mostra alcune associazioni di notevole interesse ambientale riguardanti : Gli IPA , Il Carbonio Organico ed il Piombo da un lato ed i LAS e gli AVS dall'altro. Più complesso risulta essere il comportamento dei metalli i quali, in alcuni casi, risultano essere associati al Carbonio Organico in altri agli AVS.**

**Il Profilo degli Idrocarburi paraffinici , indicativo della natura antropogenica o biogenica dei sedimenti, mostra come entrambi i contributi siano presenti anche se talora , come nel caso del sito di campionamento, B1 prevalga nettamente la componente biogenica come risulta anche dai valori del Carbon Preference Index (CPI<sub>25</sub>)**