

# L'invaso di Pietra del Pertusillo: qualità dell'acqua e dei sedimenti



**Eros Bacci**  
Professore di ECOTOSSICOLOGIA  
**BIOLOGO** Libero professionista







Un **BIOLOGO** che si occupa di  
**ECOTOSSICOLOGIA** cosa ha da dire  
nel campo della contaminazione ambientale?

E' semplicemente il suo lavoro!

**DECRETO MINISTERIALE 22 luglio 1993, n. 362**

Regolamento recante disciplina degli onorari, delle indennita' e dei criteri spese per le prestazioni professionali dei biologi.

# TARIFFARIO MINIMO DELLE ANALISI E CONTROLLI DAL PUNTO DI VISTA BIOLOGICO DELLE ACQUE POTABILI E MINERALI.

Lettera h), art. 3, legge n. 396/1967

## 1) Acque potabili:

- prelievo, escluso tasferta, per giudizio di potabilita' L. 15.000
- giudizio di potabilita' secondo DPCM 8 febbraio 1985 e successive modificazioni L. 130.000
- acqua del sottosuolo o falde acquee:
- colore - odore - sapore - torbidezza - sostanze sospese L. 10.000
- pH L. 6.000
- conducibilita' L. 5.000
- residuo fisso L. 10.000
- durezza totale o permanente (cadauna) L. 10.000
- durezza carbonica o non carbonica L. 10.000
- alcalinita' totale o permanente (cadauna) L. 10.000

**DECRETO MINISTERIALE 22 luglio 1993, n.362**

Regolamento recante disciplina degli onorari, delle indennita' e dei criteri spese per le prestazioni professionali dei biologi.

## ACQUE Potabili

- ossigeno disciolto L. 5.000
- ossigeno disciolto L. 10.000
- BOD<sub>5</sub> L. 25.000
- cloruri L. 10.000
- solfati L. 10.000
- altre ricerche (a vacazione)
- ammoniaca - nitrati - nitriti (cadauna) L. 5.000
- fosfati - sostanze organiche (cadauno) L. 10.000

## ACQUE Sotterranee



- determinazione di metalli:

a) ad assorbimento atomico:

1. qualitativa per elemento L. 29.000

2. quantitativa per elemento L. 44.000

b) visibile UV:

1. a (lamda) fissa per determinazione L. 18.000

2. fluorescenza a raggi X o diffrazione a raggi X L. 73.000

- controllo microbiologico dell'aria:

- sistema casella a piastra

- test di mutagenesi su batteri per la valutazione di sostanze potenzialmente mutagene nel particolare atmosferico (preconcordato)

- inquinamento acustico:

1. determinazione livello sonoro globale (per determinazione) L. 40.000

2. determinazione del livello sonoro per banda spettrale (per determinazione) L. 40.000

3. elaborazione dati per rumorosità L. 150.000

- ricerche ecotossicologiche e valutazione del rischio ambientale (preconcordato)

**DECRETO MINISTERIALE 22 luglio 1993, n.362**

Regolamento recante disciplina degli onorari, delle indennità e dei criteri spese per le prestazioni professionali dei biologi.

**DM 22 luglio 1993 n. 362**

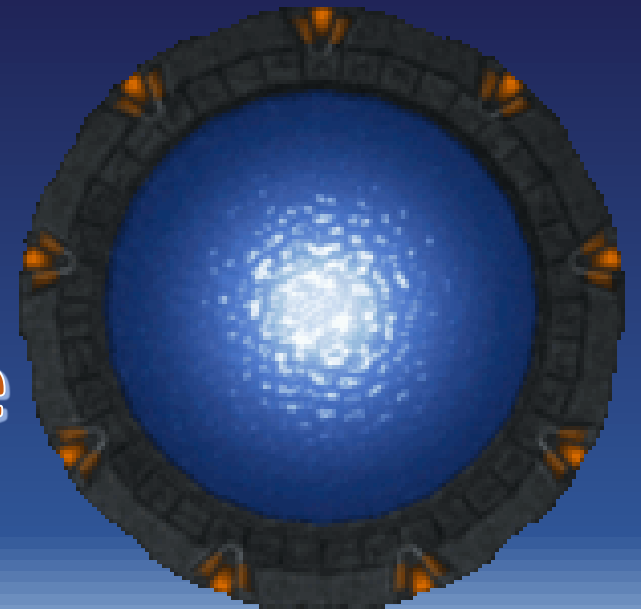


**Ricerche ECOTOSSICOLOGICHE  
e valutazione del rischio ambientale**

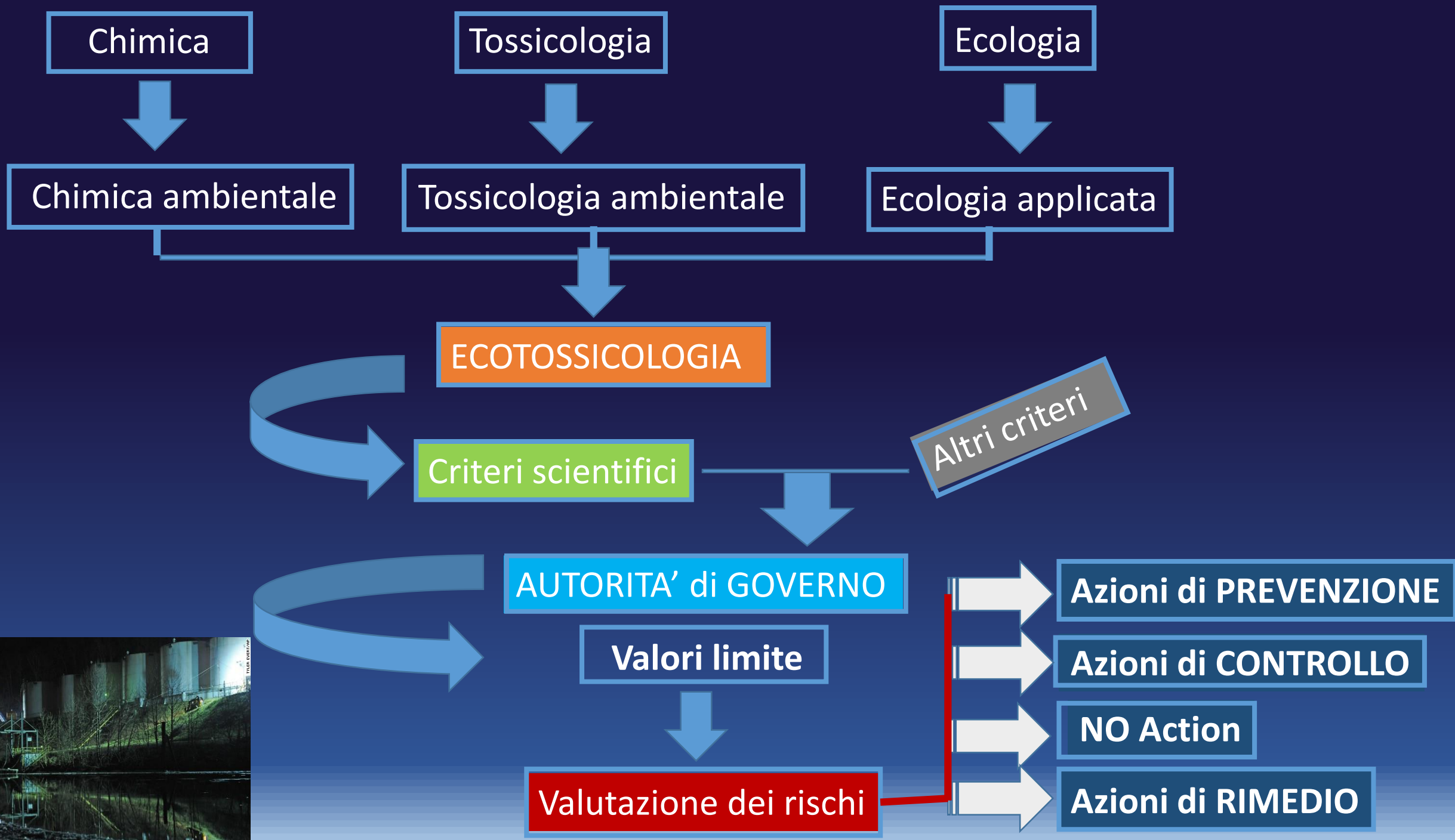
L'Ecotossicologia è lo studio del destino e degli effetti  
dei contaminanti nei sistemi naturali,  
anche con strumenti predittivi

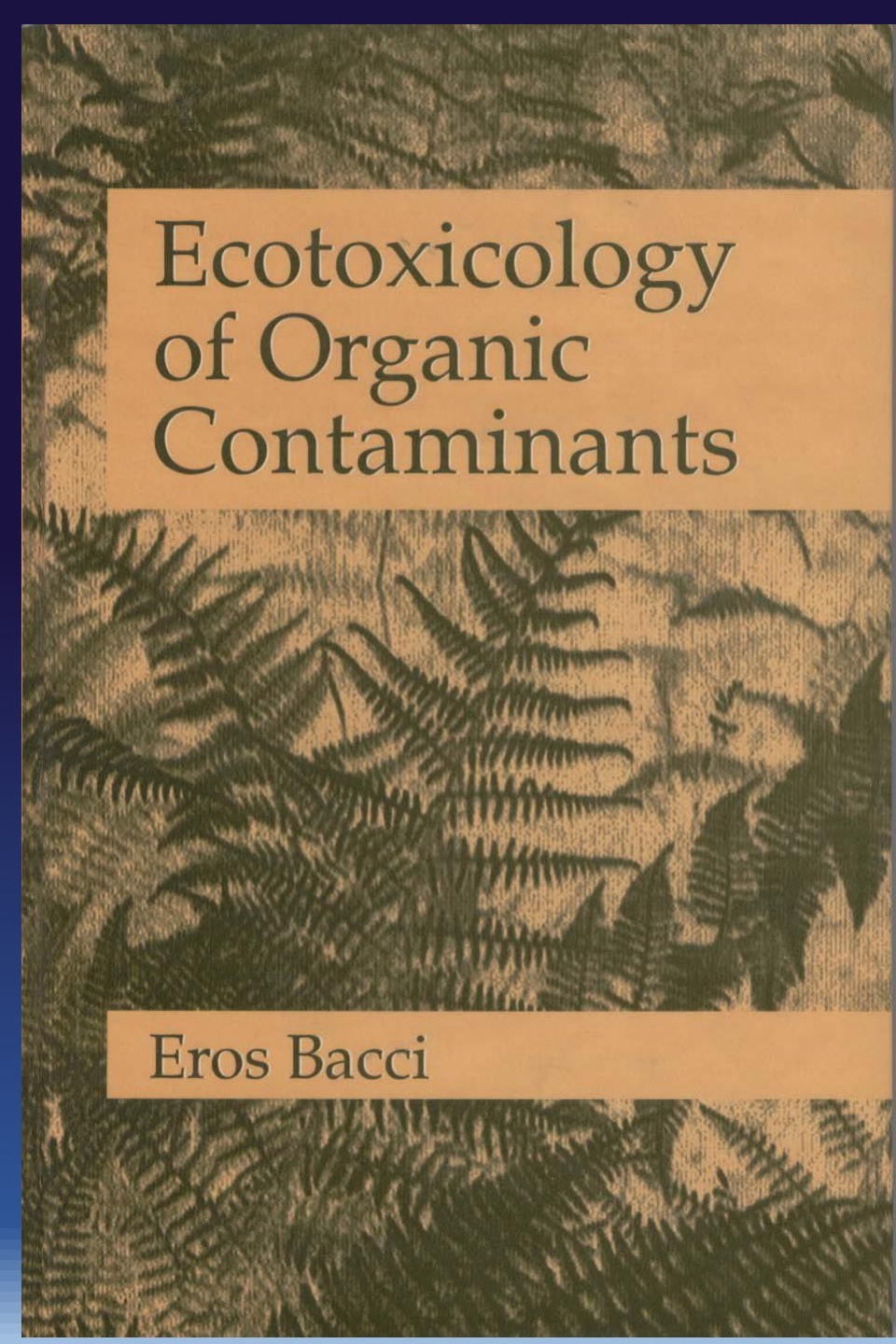
Non solo osservare e descrivere,  
ma anche interpretare e prevedere

Affrontare i problemi **SENZA CONFINI**  
e andando **SUL CAMPO** dove c'è sempre  
qualcosa di nuovo da imparare!









# Ecotoxicology of Organic Contaminants

Eros Bacci

22 anni fa

# Ecotoxicology of Organic Contaminants

Eros Bacci

UNIVERSITA di SIENA  
MATERIALE BIBLIOGRAFICO  
Cod. Ist. 913  
Inv. N. 13598



LEWIS PUBLISHERS  
Boca Raton Ann Arbor London Tokyo



# L'acqua del Pertusillo

Sono DUE:

- Quella di superficie (i primi 10÷15 m)
- Quella profonda

Quella di superficie si conosce

Quella profonda NO



# L'acqua profonda del Pertusillo

Ha un problema: manca Ossigeno

In caso di rimescolamento può dar luogo  
a morie di Pesci



**Figura 3-2: ubicazione delle stazioni di monitoraggio acque e sedimenti lacustri**

**Campagna autunno 2014 -  
Attuazione prescrizioni della D.G.R. 627 del 4 maggio 2011**



PARAMETRO	UNITA' DI MISURA	LPA sup	LPA prof	LPB sup	LPB prof	LPC sup	LPC prof	LPD sup	LPE sup	LPF sup
pH	unità pH	7.95	7.18	7.97	7.23	8	7.2	7.93	7.97	7.92
Conducibilità elettrica a 20 °C	µS/cm	302	353	305	351	308	355	311	304	311
Temperatura	°C	23	20	23	20	23.9	20.1	24.1	24.1	23.7
Potenziale di ossidoriduzione (ORP: Eh)	mV	207	211	236	211	235	251	163	214	156
Torbidità	NTU	2.2	12.2	3.1	17.1	2.2	15.8	5.8	3.8	3.3
Ossigeno disciolto	mg/L	6.7	< 0.1	6.6	1	7.1	0.8	7.1	6.9	6.4
Ossigeno disciolto (% di saturazione)	%	84.2	< 0.1	83.3	11.1	90.2	9	91.8	88.5	82.1
Solidi sospesi totali (Mat. in sosp.)	mg/L	2	1.2	1.2	6	6.4	1.2	2.4	1.6	0.8
COD	mg/L di O2	7	6	8	8	7	7	8	< 5	6
BOD5	mg/L di O2	2	2	1.8	0.5	0.8	1	0.7	1.4	0.8
Carbonio organico (TOC)	mg/L	1.5	1.4	1.7	1.5	1.6	1.7	2	1.8	2
Azoto Kjeldahl (come N)	mg/L	< 0.2	0.7	< 0.2	0.4	< 0.2	0.3	0.6	< 0.2	< 0.2
Azoto ammoniacale (ione ammonio)	mg/L	< 0.02	< 0.02	0.19	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02	< 0.02
Cloruri (ione cloruro)	mg/L	10.7	11.5	10.8	11.3	10.8	11.3	10.8	10.8	10.9
Solfati (ione solfato)	mg/L	15.5	14.5	15.6	14.6	15.5	14.5	15.5	15.5	15.7
Nitrati (ione nitrato)	mg/L	0.1	3.3	0.2	2.3	0.3	2.1	0.2	0.1	0.3
Fosforo totale (come P)	mg/L	0.02	0.03	0.03	0.04	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
Arsenico	mg/L	0.0009	0.0008	0.0009	0.0009	0.0007	0.0008	0.0007	0.0006	0.0006
Bario	mg/L	0.0288	0.0338	0.0284	0.034	0.0299	0.0351	0.0284	0.0267	0.0244
Cadmio	mg/L	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001
Cromo totale	mg/L	0.0003	0.0008	0.0009	0.0003	0.0002	0.0007	0.0002	0.0001	0.0002
Piombo	mg/L	0.0003	0.0006	0.0007	0.0008	0.0003	0.0036	0.0005	0.0005	0.0008
Rame	mg/L	0.0078	0.0032	0.0055	0.0074	0.0051	0.0046	0.0007	0.0009	0.0007
Zinco	mg/L	0.0046	0.0105	0.0038	0.0216	0.008	0.0174	0.0055	0.0104	0.0059
Coliformi fecali	UFC/100 mL	0	10	0	10	0	2	0	0	0
Coliformi totali	UFC/100 mL	980	2300	30	1100	10	550	30	1700	4100
<i>Escherichia coli</i>	UFC/100 mL	0	10	0	10	0	2	0	0	0
Streptococchi fecali	UFC/100 mL	0	7	0	6	0	8	0	0	0

PARAMETRO	UNITA' DI MISURA	LPA sup	LPA prof	LPB sup	LPB prof	LPC sup	LPC prof
pH	unità pH	7.95	7.18	7.97	7.23	8	7.2
Conducibilità elettrica a 20 °C	µS/cm	302	353	305	351	308	355
Temperatura	°C	23	20	23	20	23.9	20.1
Potenziale di ossidoriduzione (ORP: Eh)	mV	207	211	236	211	235	251
Torbidità	NTU	2.2	12.2	3.1	17.1	2.2	15.8
Ossigeno disciolto	mg/l.	6.7	< 0.1	6.6	1	7.1	0.8
Ossigeno disciolto (% di saturazione)	%	84.2	< 0.1	83.3	11.1	90.2	9

**prof = 20 m**

Il potenziale redox rimane positivo

L'argomento è da approfondire



# L'acqua di superficie del Pertusillo

E' quella che si conosce meglio, dove sono da tempo effettuati controlli e monitoraggi tesi, in particolare, alla ricerca di **Idrocarburi e Metalli pesanti**

# Idrocarburi:

si cercano sull'acqua NON filtrata  
perché sono la somma  
di quelli disciolti e di quelli  
che son sospesi,  
anche in forma colloidale

Prestando attenzione al campionamento,  
magari non usando imbarcazioni  
o natanti a motore,

i reperti sono, di regola, NEGATIVI,  
spesso sotto limite di rivelabilità e,  
comunque, molto al di sotto del limite di legge  
di 200 microgrammi per litro



# Metalli pesanti

si cercano sull'acqua filtrata a 0,45 micrometri  
perché sono quelli disciolti nell'acqua

Tutte le indagini di ARPAB, di ENI, di  
studiosi e ricercatori indipendenti  
mostrano valori nella norma,  
da Fondo Naturale non anomalo

Valori elevati di Alluminio, Bario, Ferro,  
Manganese ... possono derivare da  
tecniche di filtrazione inadeguate a  
trattenere i solidi sospesi

In questo caso i rapporti tra le  
concentrazioni ad es. di Al e Fe sono  
gli stessi dei sedimenti

**Il mantenere, in soluzione, i rapporti di concentrazione che si misurano nei sedimenti è un fatto poco probabile, data la diversa mobilità in acqua dei vari elementi e può rappresentare una prova della presenza di solidi sospesi**



# Pertanto, l'acqua di superficie del Pertusillo

NON ha problemi da

- Idrocarburi
- Metalli pesanti

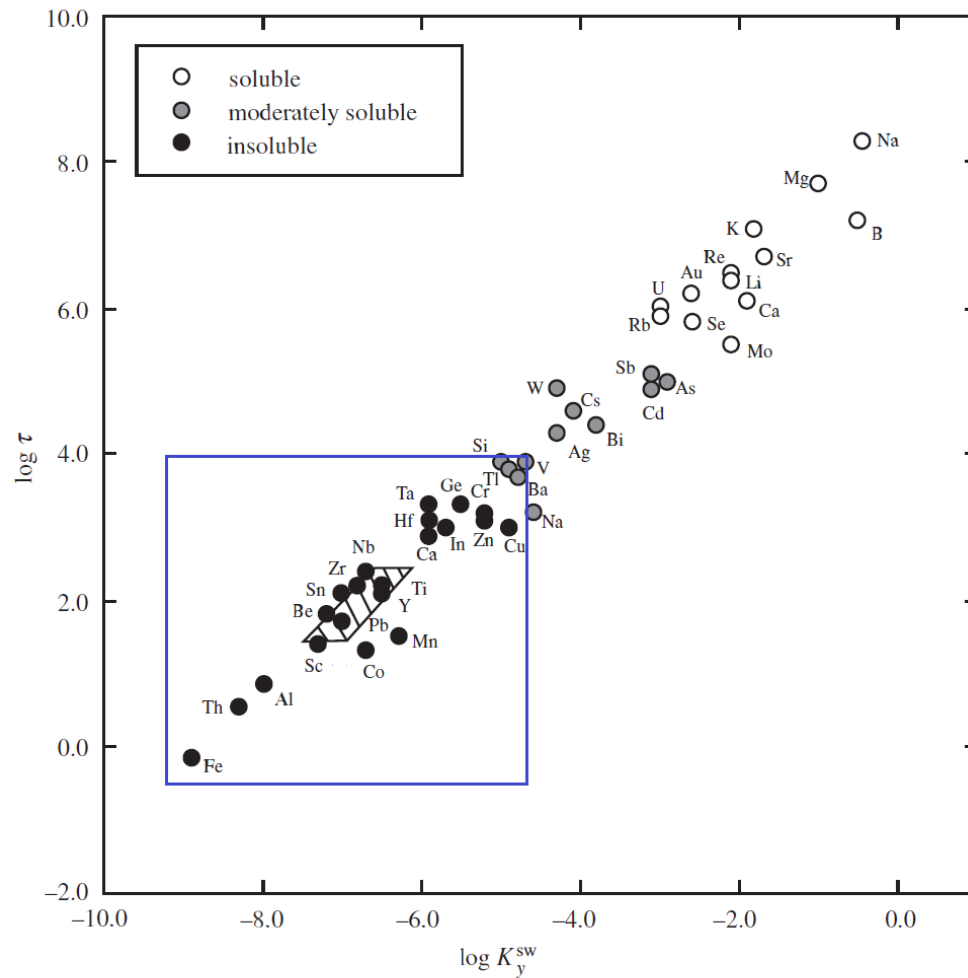
# I sedimenti del Pertusillo

Sono caratterizzati da:

Eccessi di alcuni Metalli pesanti

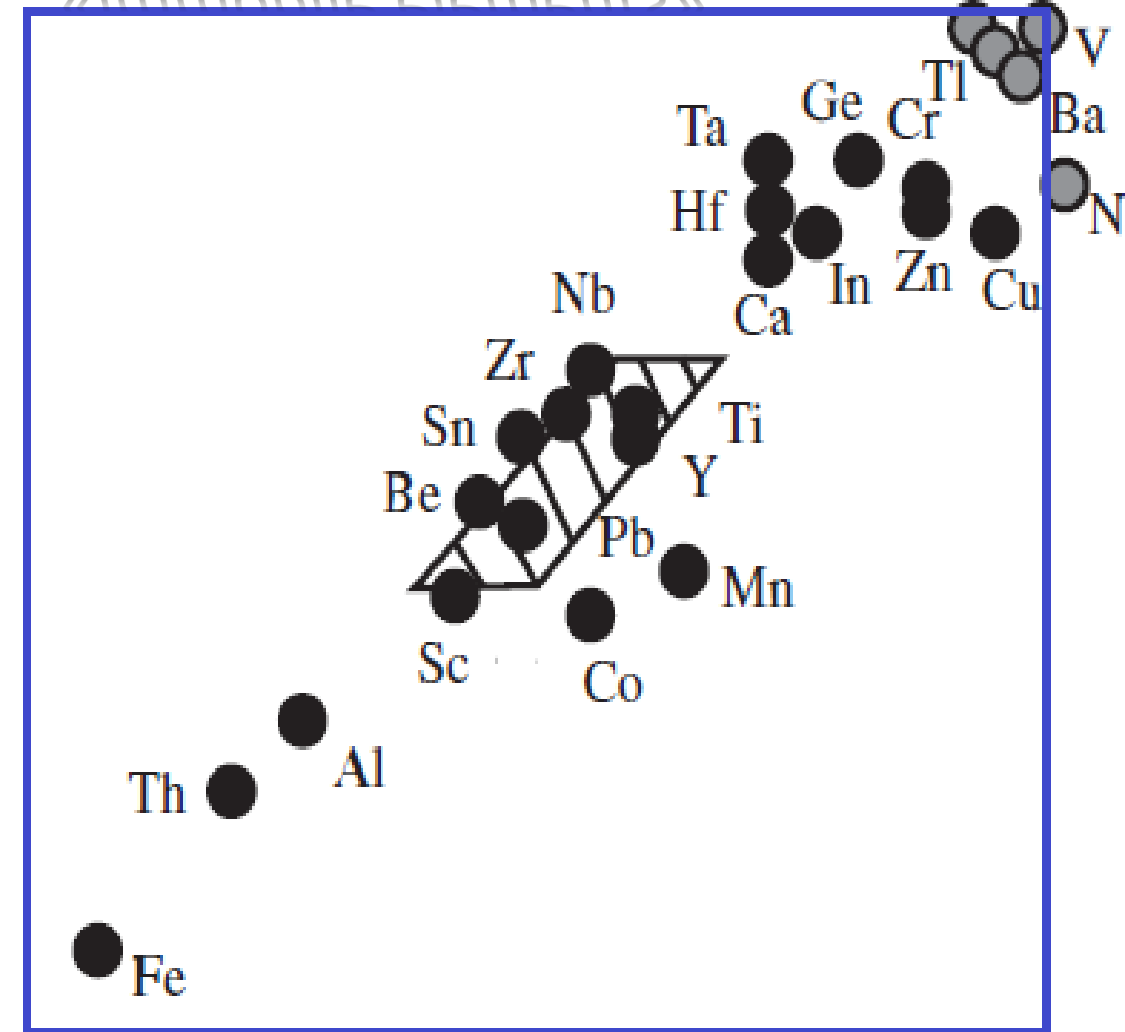
Abbondanza di «Idrocarburi pesanti»

# I Metalli pesanti



**Figure 4** Plot of residence time (expressed as  $\log \tau$ ) against seawater upper crust partition coefficient (expressed as  $K_y^{sw}$ ) (source Taylor and McLennan, 1985).

«immobile elements»





Sono sempre del gruppo  
*«immobile elements»*

Es.: Berillio, Be, Cobalto, Co, Stagno, Sn.

Le rocce sedimentarie vecchie di centinaia di milioni di anni, come si trovano in Val d'Agri, perdono elementi mobili e si arricchiscono di immobili

**Fondo naturale di alcuni elementi in tracce  
nel suolo/sottosuolo in modalità *ante operam*  
nell'area da allestire per il campo-pozzi  
**Sant'Elia 1 e Cerro Falcone 7**  
(località La Civita; Marsicovetere - PZ)**

***Eros Bacci***

Professore di ECOTOSSICOLOGIA  
Biologo, Libero Professionista  
Via Lorenzo Lippi, 31  
53034 Colle di Val d'Elsa (SI)







31 dicembre 2015

Incarico conferito da ENI spa







L'area in discussione si trova all'interno di un deposito di "detrito di versante (a)" del Pleistocene superiore-Attuale (qualche decina di migliaia di anni). La configurazione è il risultato dell'erosione delle rocce circostanti durante milioni di anni alla cui sommità si è, poi, generato uno strato di circa 2 metri di suolo ricco di carbonio organico nel primo mezzo metro (suolo agrario), che si trova sopra uno strato di terra sciolta che, nei millenni, è entrata in contatto con il lavoro dell'uomo. Sotto: il detrito di versante fortemente eterogeneo, composto prevalentemente di clasti calcarei in matrice argillosa (Figura 4).







**Figura 5.** – La macchina impiegata per il campionamento: di fronte alla lama il cumulo, piccolo, del terreno di superficie; a ore 8 il primo metro; a ore 7 il secondo.





**Figura 6.** – Collocazione casuale dei 30 punti di prelievo.

Tabella 29. – Riepilogo dei reperti messi a confront con le CSC di Legge. In grassetto I superamenti.

	CSC, Colonna A	Fondo Naturale misurato
	mg/kg secco	
<b>Berillio</b>	2	<b>2,72</b>
Cadmio	2	0,72
<b>Cobalto</b>	20	<b>24,33</b>
Cromo tot.	150	37,85
Nichel	120	46,58
Piombo	100	
<i>Top soil</i>		32,64
0,11-1,00 m		31,10
1,01-2,00 m		29,64
Rame	120	53,51
<b>Stagno</b>	1	<b>1,75</b>
Tallio	1	0,69
Vanadio	90	
<i>Top soil</i>		52,71
0,11-1,00 m		52,72
1,01-2,00 m		67,19
Zinco	150	115,86

FN = 95°  
percentile



I sedimenti del Pertusillo  
raccolgono il terreno che  
gli agenti atmosferici convogliano  
dal bacino del fiume Agri ...

# **Idrocarburi pesanti nel suolo/sottosuolo nell'area del cantiere del Pozzo esplorativo Pergola 1 (Marsico Nuovo; Pz)**

1. Cosa sono
2. Quale ne è l'origine
3. Esportabilità del modello concettuale

***Eros Bacci***

Professore di ECOTOSSICOLOGIA  
Biologo, Libero Professionista  
Via Lorenzo Lippi, 31  
53034 Colle di Val d'Elsa (SI)



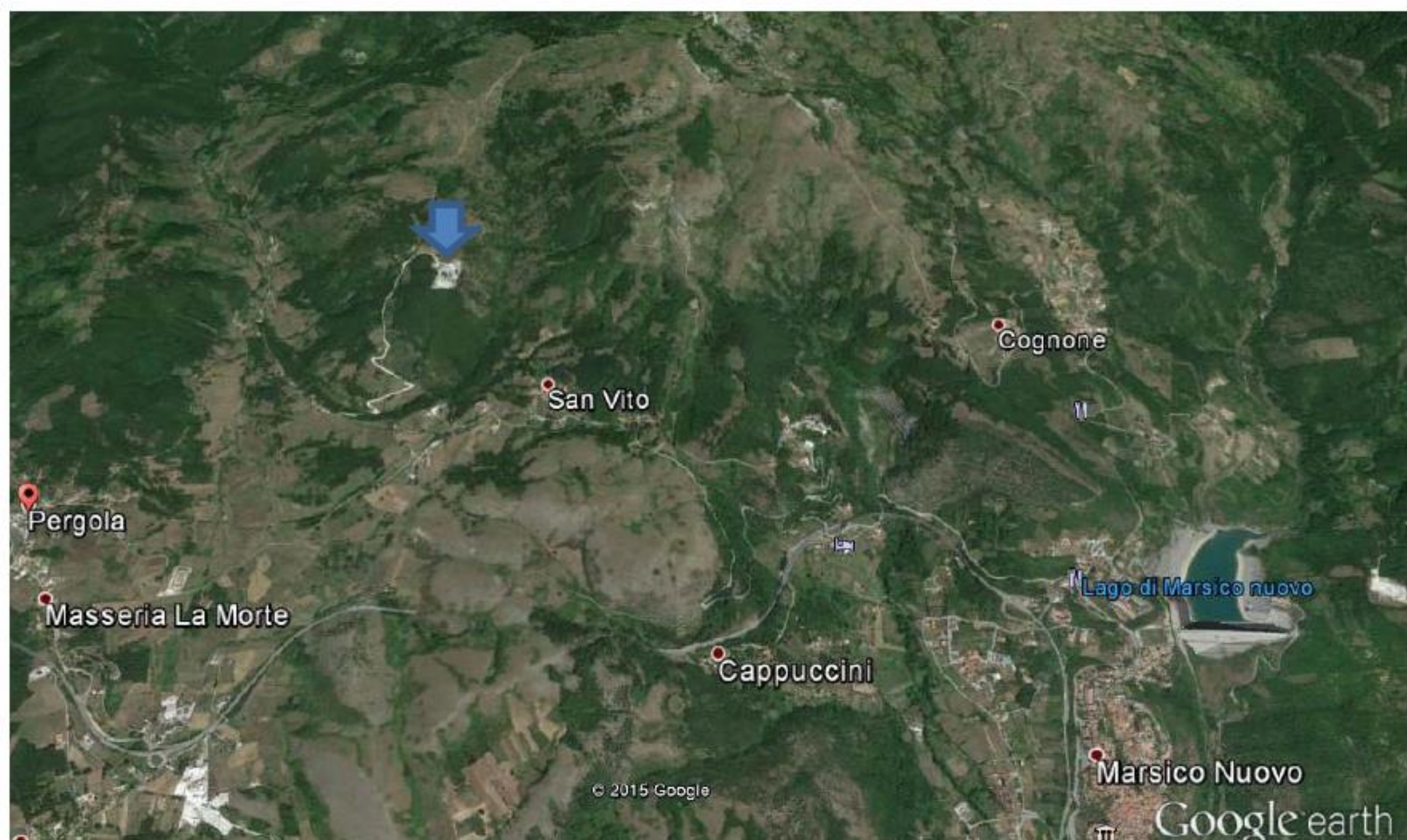


La torre di perforazione del Pozzo esplorativo Pergola 1

3 dicembre 2015

Incarico conferito da ENI spa (5 giugno 2015)







*Ante operam*



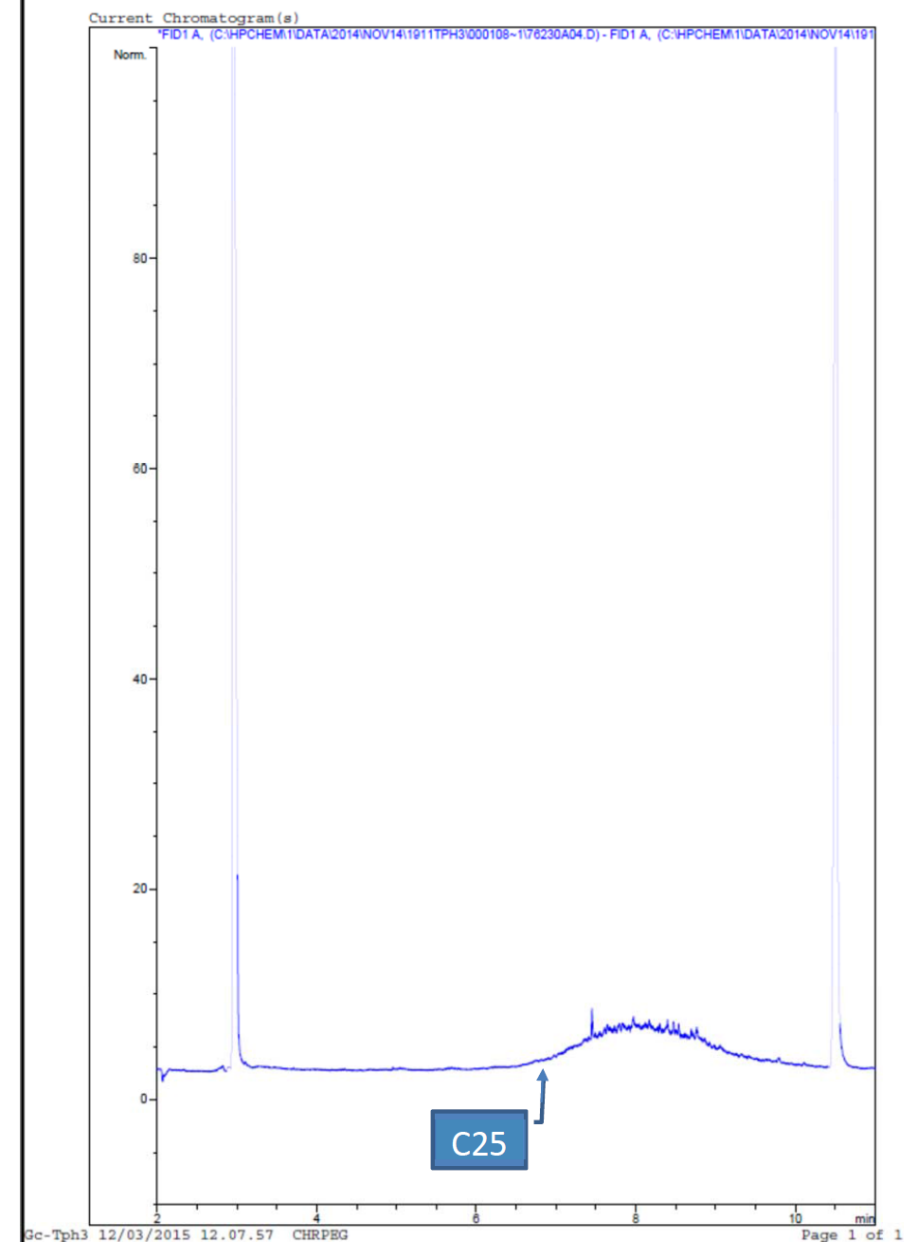
Idrocarburi pesanti, con un superamento  
Limite di legge (50 mg/kg secco)

**Tabella 1.** - Idrocarburi pesanti in campioni di terreno e di sottosuolo a Pergola 1.

Sigla campione	Profondità da piano campagna, m	Frazione granulometrica da 2 cm a 2 mm, g/g	Idrocarburi con C>12; mg/kg secco
MS3	0,0÷0,5	48,8±1,7	48,1±9,4
MS1	1,8÷2,0	25,8±0,9	14,5±6,8
MS2	0,0÷0,3	38,7±1,4	13,1±6,8
MS2	1,7÷2,0	35,4±1,2	< 10
MS3	1,7÷2,0	41,2±1,5	< 10
MS3	0,0÷0,4	10,5±0,4	35,6±8,2
MS4	0,0÷0,3	10,9±0,4	31,0±7,9
MS4	1,7÷2,0	19,1±0,7	< 10
MS5	0,0÷0,2	22,9±0,8	22,6±7,3
MS5	1,5÷2,0	46,8±1,6	34,6±8,2
MS6	0,0÷0,4	50,8±1,8	25,5±7,5
MS6	1,7÷2,0	47,0±1,7	< 10
MS7	0,0÷0,2	15,6±0,6	31,1±7,9
MS7	1,7÷2,0	< 0,1	< 10
PZ3bis	0,0÷0,5	49,7±1,8	41,4±8,8
PZ3bis	0,5÷1,5	53,2±1,9	26,3±7,5
PZ3bis	8,0÷9,0	29,1±1,0	49,4±9,6
PZ2	0,0÷0,6	29,5±1,1	27,7±7,6
PZ2	0,6÷1,5	42,3±1,5	14,0±6,8
PZ2	12,3÷12,7	35,5±1,3	< 10
PZ2	24,0÷25,0	30,8±1,1	< 10
PZ3	16,0÷17,0	40,2±1,4	16,0±6,9
PZ1	0,0÷0,3	23,9±0,9	46,6±9,3
PZ1	10,0÷10,8	0,8±0,1	< 10
PZ1	14,4÷15,0	47,9±1,7	< 10
PZ1	24,0÷25,0	47,1±1,7	31,5±7,9

Cosa sono?

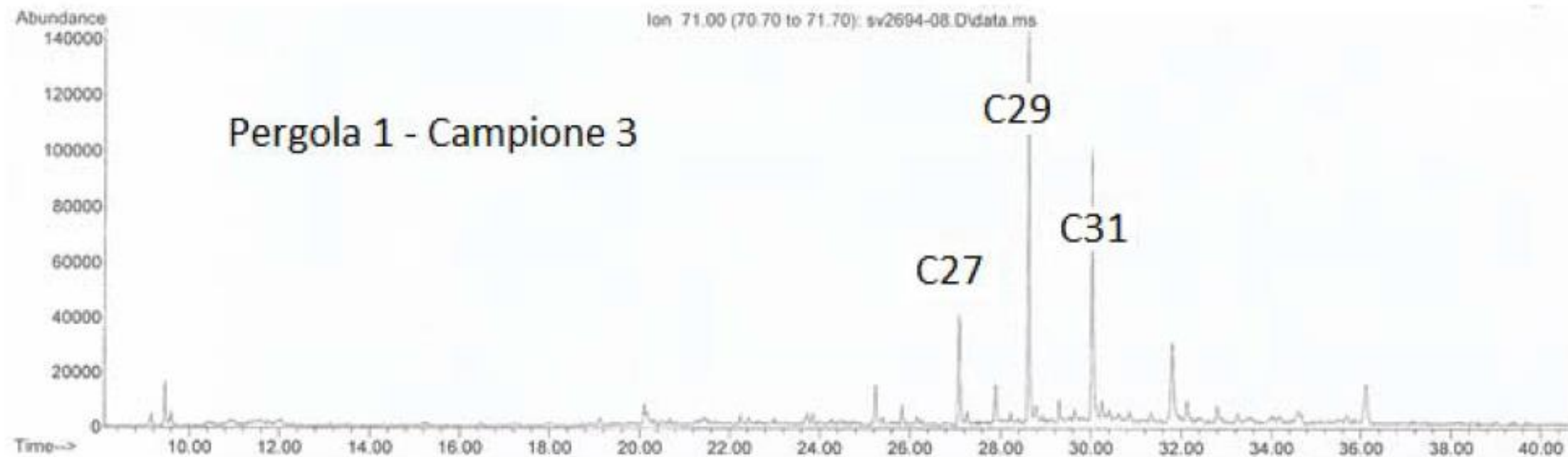
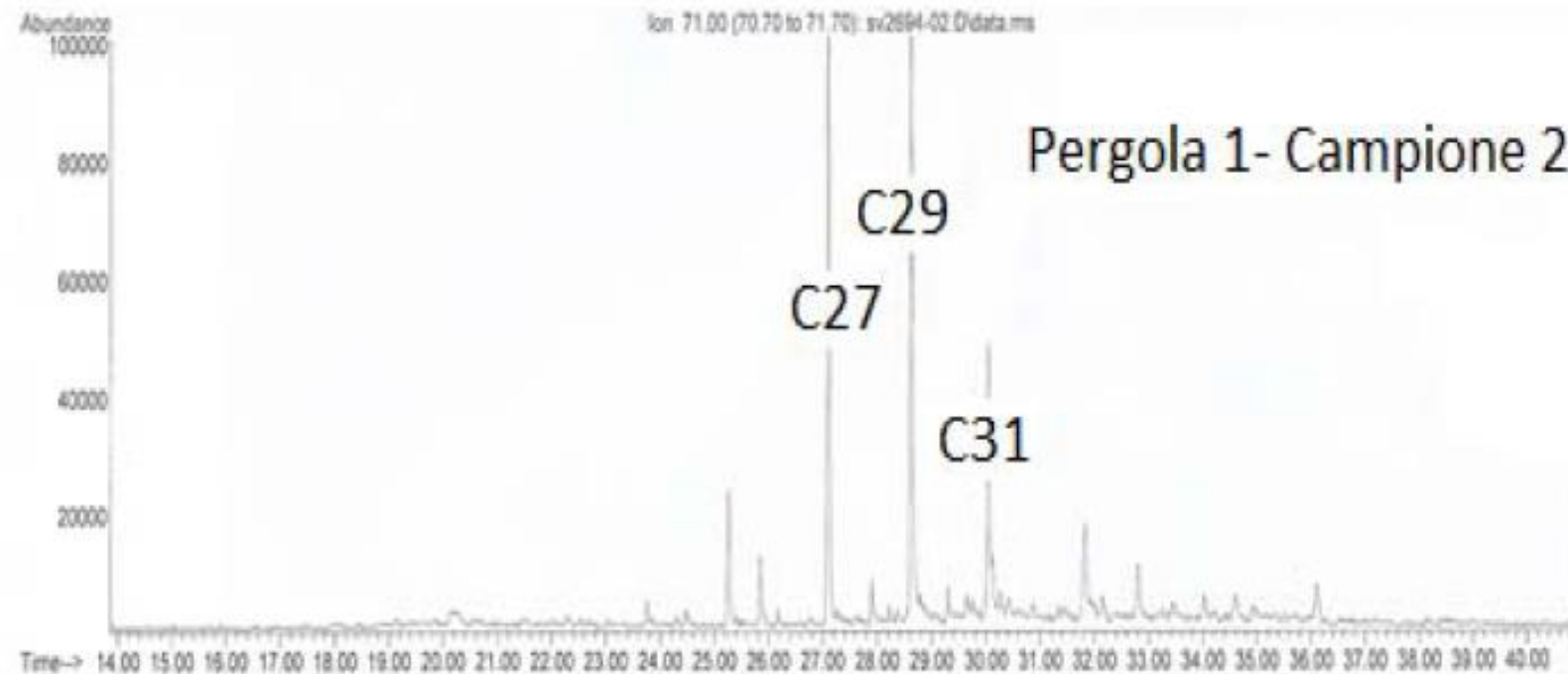
Chi ce li ha messi?



Sono sostanze  
basso-bollenti,  
come mostra  
anche il tracciato  
convenzionale  
GC-FID

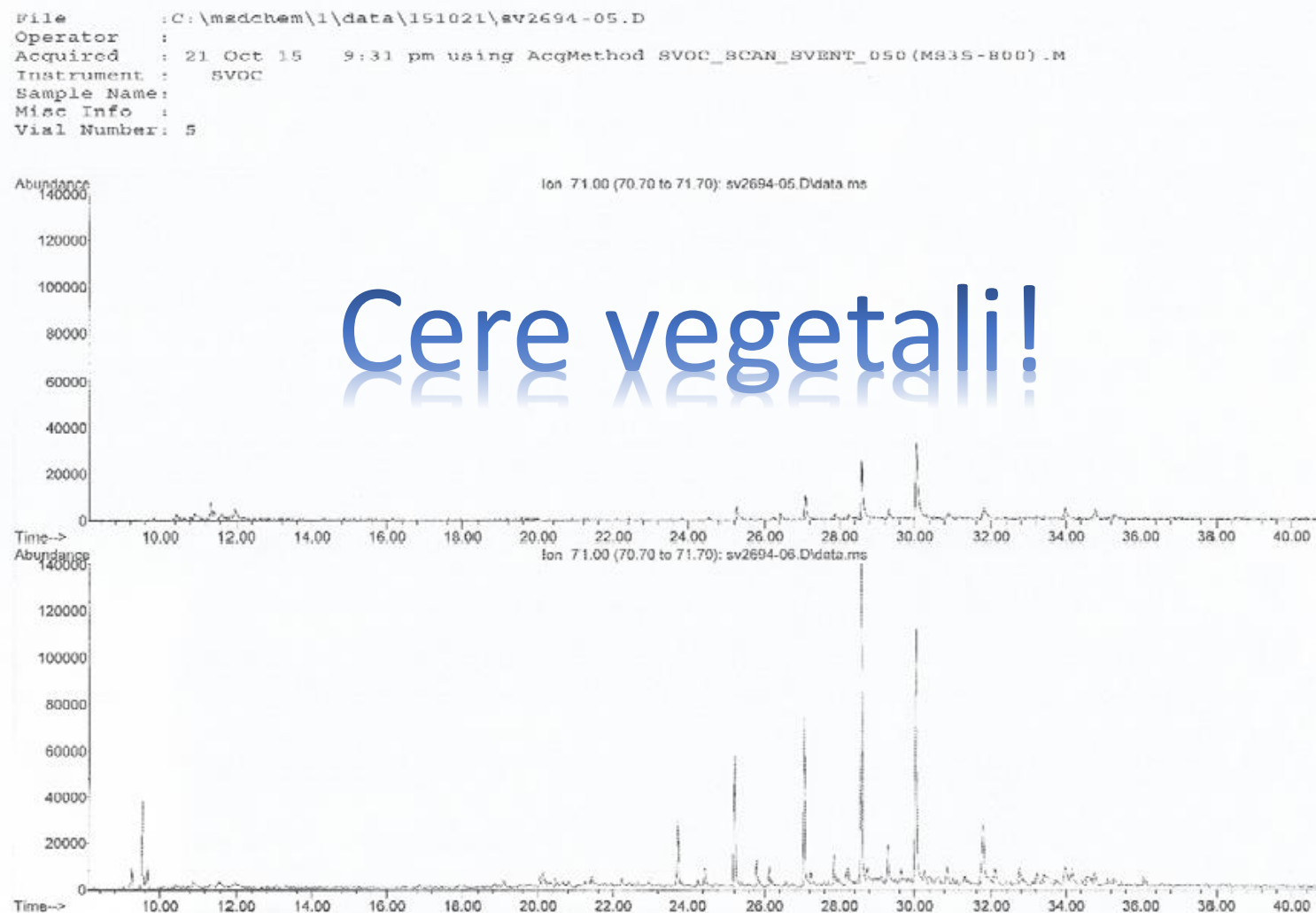
**Figura 5.** – Gascromatogramma su rivelatore ad ionizzazione di fiamma (*flame ionization detector*, FID) del campione di sottosuolo al livello 24÷25 metri nel piezometro denominato PZ2bis campionato il 4 novembre 2014. I picchi a 3 minuti ed ad 10 minuti e mezzo sono, nell'ordine il n-Decano (C=10), e l'n-Tetracontano (C=40). C25 indica dove sarebbe uscita la paraffina satura lineare con 25 atomi di Carbonio (Pentacosano).





Sono costituiti da paraffine  
(Alcani lineari), con numero di  
atomi di carbonio tra 25 e 35  
con larghissima dominanza  
dei composti con numero  
di atomi di carbonio dispari

Il campione n. 4 di Pergola 1 è, come gli altri, stato estratto sia con n-esano che con Diclorometano, con il risultato che si vede in Figura 30.



Cere vegetali!

**Figura 30.** – Tracciato GC MS, in modalità SIM per  $m/z$  71 ( $n$ -Alcani) nel campione n. 4 di Pergola (Cantiere Pergola 1). A 29 minuti, il picco più alto nel tracciato in basso: C29. Nel tracciato sopra il picco più alto è C31.



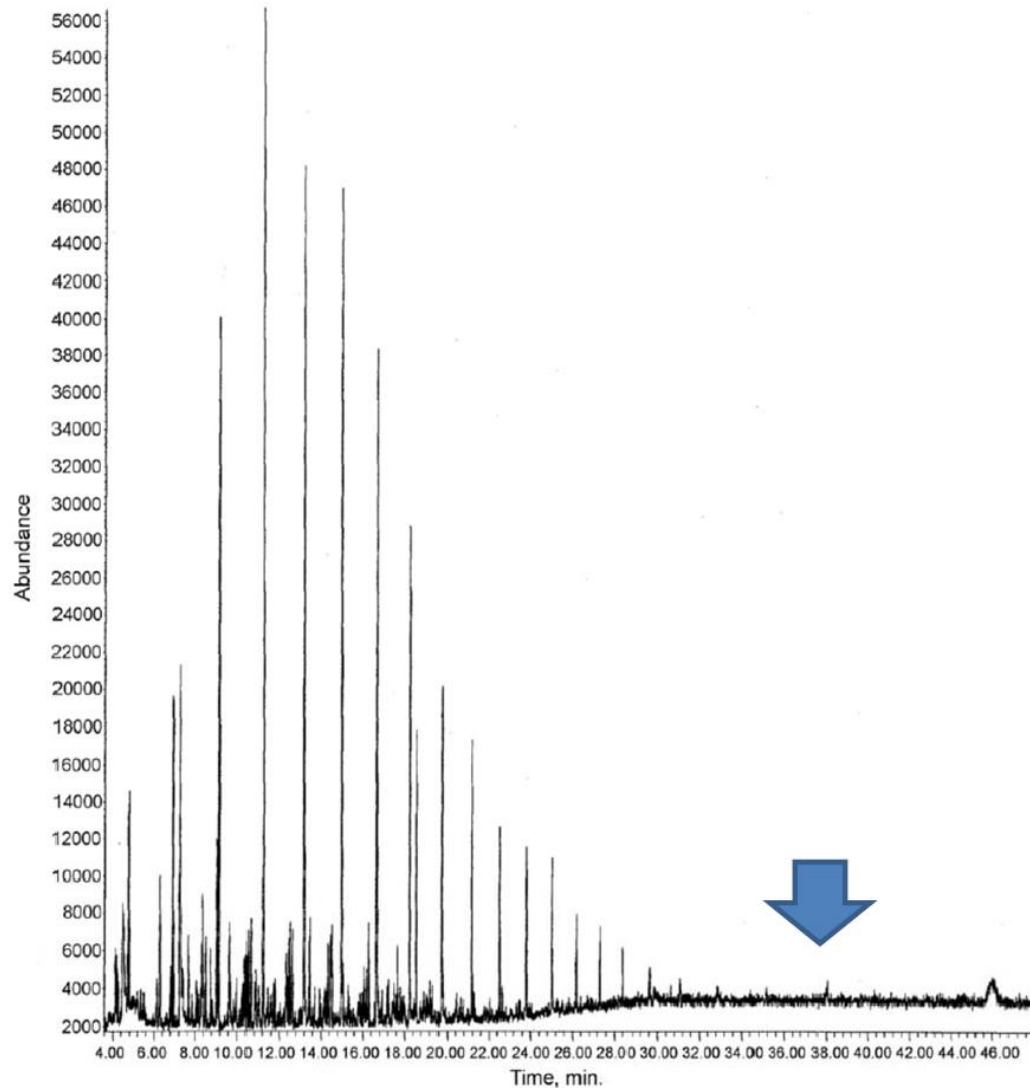


Fig. 2. Chromatogram of crude oil.

**Figura 29.** – Composizione del greggio della Val d’Agri. Lo stacco degli *n*-Alcani è netto come si vede osservando la “palizzata” regolare che inizia con l’Ottano (C8), raggiunge il massimo con l’Undecano (C11) e va a finire col Pentacosano (C25), poco prima di 32 minuti. Ci sono tutti PARI e DISPARI e, oltre C25, ve ne sono altri che giocano un ruolo molto minore. La zona degli *n*-Alcani delle Cere è indicata dalla freccia. La ricerca è stata effettuata al Dipartimento di Chimica dell’Università della Basilicata (vedi nota fondo pagina).

Il profilo degli *n*-Alcani  
di un campione di  
greggio della  
Val d’Agri





**Figura 18.** - Il bosco ceduo di Sasseta (Colle di Val d'Elsa; SI)





**Figura 20.** - Sant'Elia-Cerro Falcone: i punti di prelievo dei campioni.





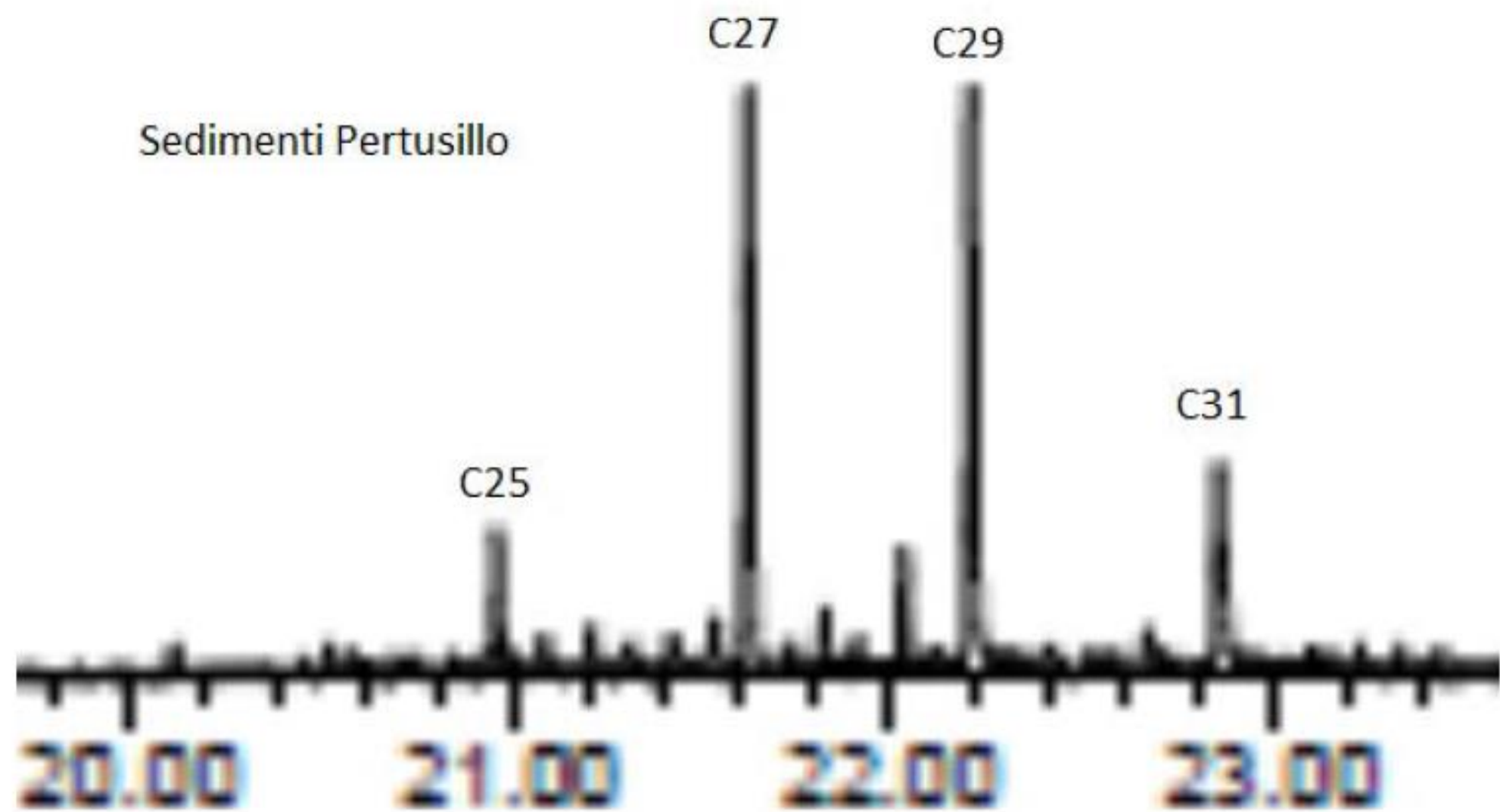
**Figura 22.** - Il Pertusillo a Grumento Nova, dove arriva il fiume Agri (in primo piano). Dal centro ad ore 3 una lente di sedimento argilloso. Foto del 28 ottobre 2015.

**Tabella 3.** – Concentrazione di Idrocarburi con C>12 e di *n*-Alcani in campioni di terreno superficiale (0-10 cm) in tre boschi della Toscana ed sulla postazione Sant’Elia (*ante operam*). Sedimenti argillosi del Pertusillo in secca. Calcoli con le modalità di legge, tenendo conto dello scheletro. In ultima colonna gli Idrocarburi veri, calcolati sulla base del passante a 2 mm solo per gli estratti in DCM.

Sigla campione	Scheletro tra 2 e 20 mm	Idrocarburi con C>12, mg/kg secco	<i>n</i> -Alcani, mg/kg secco	Scheletro tra 2 e 20 mm	Idrocarburi con C>12, mg/kg secco	<i>n</i> -Alcani, mg/kg secco incluso lo scheletro	<i>n</i> -Alcani, mg/kg secco <b>senza lo scheletro</b>
Solvente	n-Esano			DCM			
Boschi toscani							
La Farneta	< 0,1	135±20	55	< 0,1	224	74	<b>74</b>
Poggio a Caio	< 0,1	147±22	59	< 0,1	232	98	<b>98</b>
Sassetta	< 0,1	135±20	63	< 0,1	195	84	<b>84</b>
Sant’Elia 1 – Cerro Falcone 7 <i>ante operam</i>							
Sant’Elia D	0,6±0,1	103±16	41	12,2±0,5	167	71	<b>81</b>
Sant’Elia E	9,0±0,3	22,9±7,3	6	6,4±0,2	39	14	<b>15</b>
Sant’Elia F	21,9±0,8	22,2±7,3	7	15,6±0,6	52	12	<b>14</b>
Sedimenti Pertusillo	4,6±0,2	238±34	78	4,9±0,2	496	216	<b>227</b>

**Anche i sedimenti del Pertusillo  
hanno questi idrocarburi pesanti,  
ovvero quelli delle cere vegetali.  
E null'altro, sino a prova del contrario.**





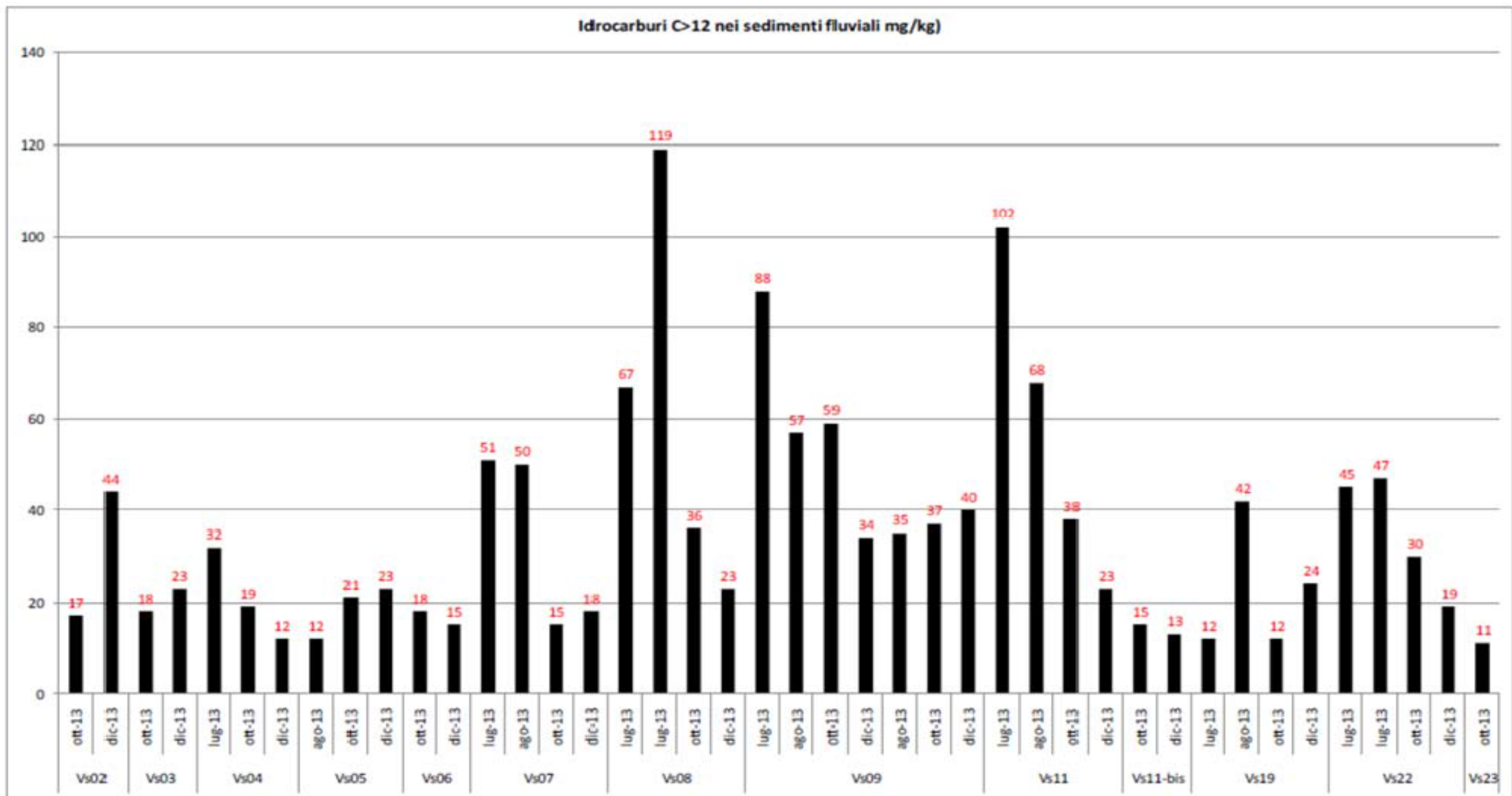
**Figura 25.** – *n*-Alcani nei sedimenti del Pertusillo. Nient'altro che questi.

Il fatto che le cere vegetali contengono regolarmente degli idrocarburi è cosa accertata da oltre 50 anni:

Eglinton G., R.J, Hamilton, R.A: Raphael, A.G. Gonzalez (1962) Hydrocarbon Constituents of the Wax Coatings of Plant Leaves: A Taxonomic Survey. *Nature* 193: 739-742.

Il lavoro, non a caso appare sulla prestigiosa rivista Nature. Vi si legge che la “*odd-carbon – preference*” negli *n*-Alcani a lunga catena (C25-C33) è il prodotto della disgregazione delle cere vegetali.

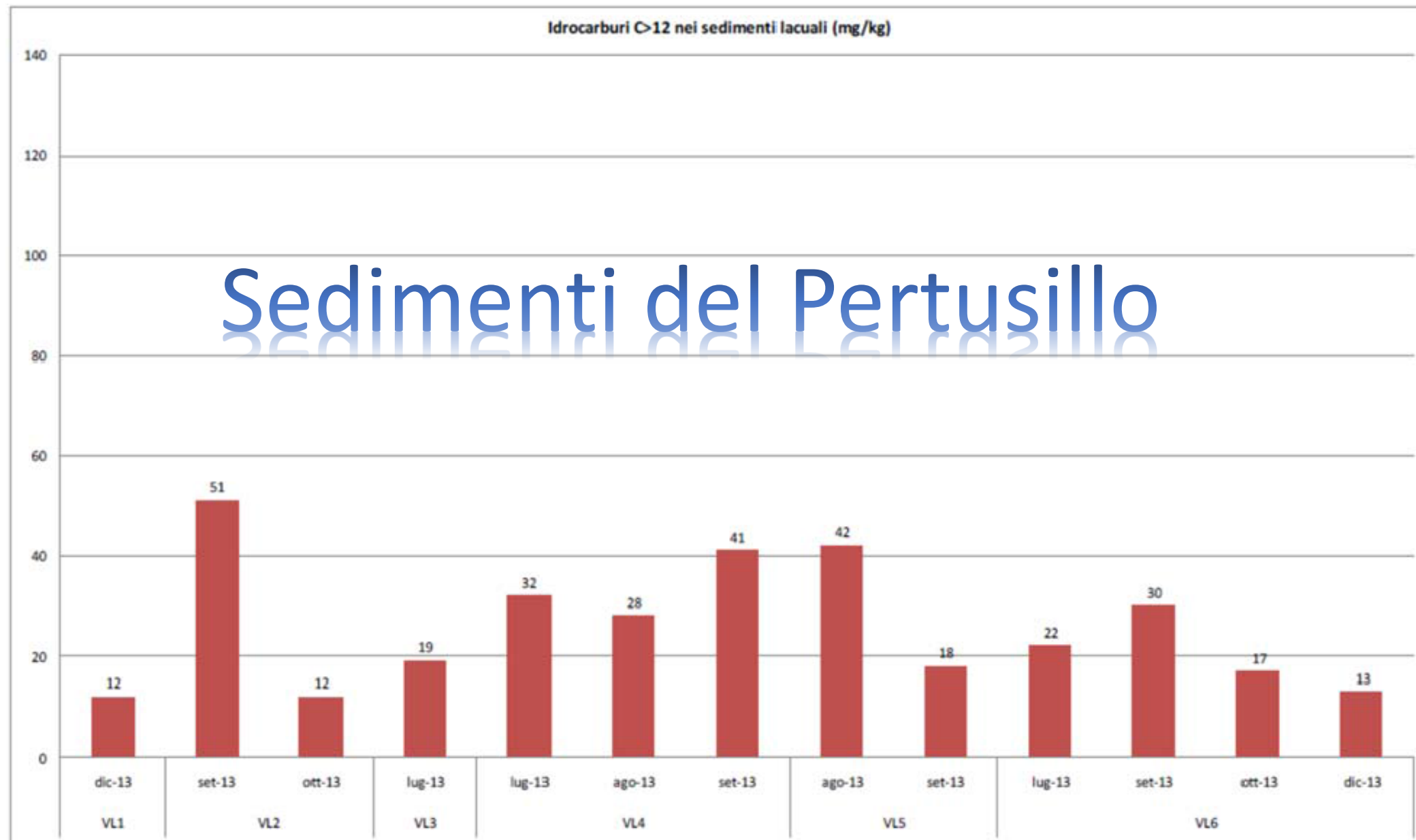
Queste cere epicuticolari presentano elevate concentrazioni di *n*-Alcani con numero di atomi di Carbonio dispari, al punto che, nelle foglie delle piante, nel caso delle specie arboree o arbustive, o le intere piante se erbacee, si arriva a tenori in Idrocarburi dell'ordine dello 0,1 %, come si vede nella tabella che segue, ripresa da Dove e Mayes (2005; opera citata).



**Figura 26.** – Dati ARPAB sui sedimenti fluviali della Val d’Agri. Dal *Progetto di monitoraggio dello stato degli ecosistemi dell’area della Val d’Agri* – Marzo 2015.

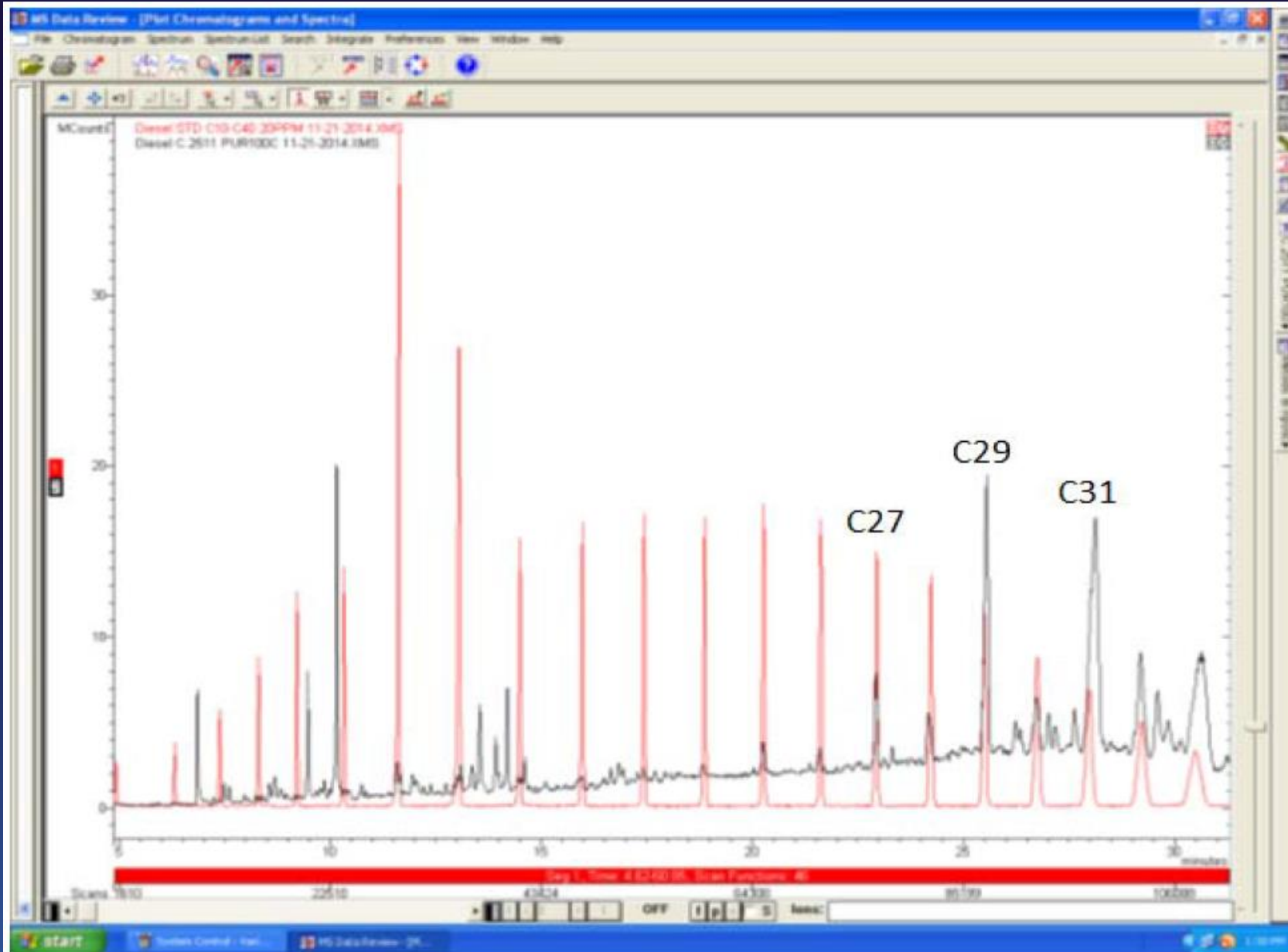


# Sedimenti del Pertusillo



**Figura 27.** – Dati ARPAB sui sedimenti lacuali della Val d'Agri. Dal *Progetto di monitoraggio dello stato degli ecosistemi dell'area della Val d'Agri* – Marzo 2015.

Non è  
gasolio!



**Figura 28.** – ARPAB mette a confronto le paraffine del gasolio con quelle dei sedimenti. Fonte: *Progetto di monitoraggio dello stato degli ecosistemi dell'area della Val d'Agri* – Marzo 2015. La marcatura C27, C29 e C31 è stata aggiunta dallo scrivente.

Idrocarburi delle cere vegetali  
attuali e fossili: non si degradano!

Non sono sostanze biologicamente attive,  
Non sono tossiche, abbondano anche  
nell'insalata...



E le iridescenze che si vedono sulle sponde del Pertusillo?







*When disturbed, a bacterial sheen will break up into small platelets, unlike a petroleum sheen, which will quickly try to reform.*



*Nonpetroleum sheens on water. A Dx: sponda del Pertusillo (15/11/2015)*