

4.2.5 Acque inquinanti chimici

La ricerca degli inquinanti chimici in acqua di mare è uno degli aspetti innovativi del programma di monitoraggio per il controllo dell'ambiente marino costiero 2008.

L'elenco delle sostanze indicate nel programma di monitoraggio deriva dalla lista delle sostanze pericolose prioritarie di cui alla Decisione n. 2455/2001/CE conseguente alla Direttiva 2000/60/CE. Il Decreto Ministeriale n. 56/2009, che apporta modifiche all'allegato I della parte terza del D.Lgs 152/06, recepisce tale elenco e fissa per alcune sostanze pericolose standard di qualità ambientale espressi come medie annuali (SQA-MA) e come concentrazioni massime ammissibili (SQA-CMA). La Tabella 57 riporta l'elenco di tali sostanze e i relativi standard di qualità nelle acque marino costiere. Accanto all'elenco delle sostanze prioritarie necessarie per la classificazione dello stato chimico delle acque, il Decreto, in linea con quanto riportato dalla Direttiva 2000/60, contiene un elenco di altre sostanze, non appartenenti all'elenco di priorità, ma utili per la classificazione dello stato ecologico delle acque. Poiché alcune sostanze prese in esame in questo lavoro appartengono a tale elenco si è ritenuto necessario riportare in Tabella 58 il suddetto elenco.

Nel presente studio, per una corretta valutazione dei dati, oltre alla bibliografia disponibile, si è proceduto, laddove possibile, a comparare i risultati ottenuti con gli standard di qualità riportati dal Decreto.

Per meglio distinguere i diversi inquinanti e ottenere un'elaborazione più chiara il trattamento dei dati è stato suddiviso in tre sottocapitoli:

- solidi sospesi
- metalli
- composti organici (Ipa, pesticidi, pcb, composti organostannici, fenoli, alchilfenoli, ftalati, solventi clorurati e aromatici, difenileteri bromati)

All'interno di ciascun sottocapitolo sono riportate le tabelle che contengono i valori di ciascun composto. Le elaborazioni grafiche sono riservate solamente a quei composti i cui valori non risultano inferiori al limite di quantificazione. Per poter comparare i risultati ottenuti agli SQA-MA di cui al Decreto Ministeriale n. 56/2009 sono stati mediati, per ciascuna stazione, i valori delle due campagne di monitoraggio.

Nel caso di valori "inferiori al limite di quantificazione" per il calcolo delle somme di più parametri, si è usato il valore zero, mentre per il calcolo delle medie è stato usato il valore corrispondente a $\frac{1}{2}$ del limite di quantificazione, in linea con quanto riportato nella Direttiva 2009/90/CE che stabilisce "specifiche tecniche per l'analisi chimica e il monitoraggio dello



stato delle acque”.

In linea con il Decreto 56/2009 tutti i valori nella colonna d'acqua sono espressi sotto forma di concentrazioni totali nell'intero campione d'acqua, ad eccezione dei metalli, la cui concentrazione è espressa in fase disciolta, corrispondente cioè alla fase disciolta di un campione di acqua ottenuto per filtrazione con un filtro da 0,45 µm o altro pretrattamento equivalente.

N	NUMERO CAS	(1)	Sostanza	(µg/l)	
				SQA-MA (acque marino costiere)	SQA-CMA (acque marino costiere)
1	15972-60-8	P	Alaclor	0,3	0,7
2	85535-84-8	PP	Alcani, C ₁₀ -C ₁₃ , cloro	0,4	1,4
3		E	Antiparassitari ciclodiene	Σ = 0,005	
	309-00-2		Aldrin		
	60-57-1		Dieldrin		
	72-20-8		Endrin		
	465-73-6		Isodrin		
4	120-12-7	PP	Antracene	0,1	0,4
5	1912-24-9	P	Atrazina	0,6	2,0
6	71-43-2	P	Benzene	1	50
7	7440-43-9	PP	Cadmio e composti (in funzione delle classi di durezza)	0,2	(Acque interne) ≤ 0,45 (Classe 1) 0,45 (Classe 2) 0,6 (Classe 3) 0,9 (Classe 4) 1,5 (Classe 5)
8	470-90-6	P	Clorfenvinfos	0,1	0,3
9	2921-88-2	P	Clorpirifos (Clorpirifos etile)	0,03	0,1
10		E	DDT totale	0,025	
	50-29-3	E	p.p'-DDT	0,01	
11	107-06-2	P	1,2-Dicloroetano	10	
12	75-09-2	P	Diclorometano	20	
13	117-81-7	P	Di(2-etilesilftalato)	1,3	



14	32534-81-9	PP	Difeniletere bromato (sommatoria congeneri 28, 47, 99,100, 153 e 154)	0,0002	
15	330-54-1	P	Diuron	0,2	1,8
16	115-29-7	PP	Endosulfan	0,0005	0,01 0,004 (altre acque di sup)
17	118-74-1	PP	Esaclorobenzene	0,002	0,02
18	87-68-3	PP	Esaclorobutadiene	0,02	0,5
19	608-73-1	PP	Esaclorocicloesano	0,002	0,04 0,02(altre acque di sup)
20	206-44-0	P	Fluorantene	0,1	1
21		PP	Idrocarburi policiclici aromatici		
	50-32-8	PP	Benzo(a)pirene	0,05	0,1
	205-99-2	PP	Benzo(b)fluorantene	$\Sigma=0,03$	
	207-08-9	PP	Benzo(k)fluoranthene		
	191-24-2	PP	Benzo(g,h,i)perylene	$\Sigma=0,002$	
	193-39-5	PP	Indeno(1,2,3-cd)pyrene		
22	34123-59-6	P	Isoproturon	0,3	1,0
23	7439-97-6	PP	Mercurio e composti	0,01	0,06
24	91-20-3	P	Naftalene	1,2	
25	7440-02-0	P	Nichel e composti	20	
26	84852-15-3	PP	Nonilfenolo	0,3	2,0
27	140-66-9	P	Octilfenolo (4-(1,1',3,3'- tetrametilbutil-fenolo)	0,01	
28	608-93-5	PP	Pentaclorobenzene	0,0007	
29	87-86-5	P	Pentaclorofenolo	0,4	1
30	7439-92-1	P	Piombo e composti	7,2	
31	122-34-9	P	Simazina	1	4
32	56-23-5	E	Tetracloruro di carbonio	12	
33	127-18-4	E	Tetracloroetilene	10	
33	79-01-6	E	Tricloroetilene	10	
34	36643-28-4	PP	Tributilstagno composti (Tributilstagno catione)	0,0002	0,0015
35	12002-48-1	P	Triclorobenzeni	0,4	
36	67-66-3	P	Triclorometano	2,5	
37	1582-09-8	P	Trifluralin	0,03	

Tabella 57



	CAS	Sostanza	SQA-MA (µg/l) (acque marino costiere)
1	7440-38-2	Arsenico	5
2	2642-71-9	Azinfos etile	0,01
3	86-50-0	Azinfos metile	0,01
4	25057-89-0	Bentazone	0,2
5	95-51-2	2-Cloroanilina	0,3
6	108-42-9	3-Cloroanilina	0,6
7	106-47-8	4-Cloroanilina	0,3
8	108-90-7	Clorobenzene	0,3
9	95-57-8	2-Clorofenolo	1
10	108-43-0	3-Clorofenolo	0,5
11	106-48-9	4-Clorofenolo	0,5
12	89-21-4	1-Cloro-2-nitrobenzene	0,2
13	88-73-3	1-Cloro-3-nitrobenzene	0,2
14	121-73-3	1-Cloro-4-nitrobenzene	0,2
15	-	Cloronitrotolueni	0,2
16	95-49-8	2-Clorotoluene	0,2
17	108-41-8	3-Clorotoluene	0,2
18	106-43-4	4-Clorotoluene	0,2
19	74440-47-3	Cromo totale	4
20	94-75-7	2,4 D	0,2
21	298-03-3	Demeton	0,1
22	95-76-1	3,4-Dicloroanilina	0,2
23	95-50-1	1,2 Diclorobenzene	0,5
24	541-73-1	1,3 Diclorobenzene	0,5
25	106-46-7	1,4 Diclorobenzene	0,5
26	120-83-2	2,4-Diclorofenolo	0,2
27	62-73-7	Diclorvos	0,01
28	60-51-5	Dimetoato	0,2
29	76-44-8	Eptaclor	0,005
30	122-14-5	Fenitrotion	0,01
31	55-38-9	Fention	0,01
32	330-55-2	Linuron	0,2
33	121-75-5	Malation	0,01
34	94-74-6	MCPA	0,2
35	93-65-2	Mecoprop	0,2
36	10265-92-6	Metamidofos	0,2



37	7786-34-7	Mevinfos	0,01
38	1113-02-6	Ometoato	0,2
39	301-12-2	Ossidemeton-metile	0,2
40	56-38-2	Paration etile	0,01
41	298-00-0	Paration metile	0,01
42	93-76-5	2,4,5 T	0,2
43	108-88-3	Toluene	1
44	71-55-6	1,1,1 Tricloroetano	2
45	95-95-4	2,4,5-Triclorofenolo	0,2
46	120-83-2	2,4,6-Triclorofenolo	0,2
47	5915-41-3	Terbutilazina (incluso metabolita)	0,2
48	-	Composti del Trifenilstagno	0,0002
49	1330-20-7	Xileni	1
50		Pesticidi singoli	0,1
51		Pesticidi totali	1

Tabella 58

4.2.5.1 Solidi sospesi

Si riportano nella Tabella 59 i dati relativi ai valori di solidi sospesi rilevati nelle cinque stazioni ed il relativo grafico (Figura 98).

Solidi sospesi nelle acque ($\mu\text{g/l}$)		
	CAMPAGNA OTTOBRE 2008	CAMPAGNA MARZO 2009
L.Q	0,33	0,33
IMP1	12,00	26,00
LER1	13,00	26,00
MAR1	16,00	28,00
MES1	16,00	25,00
VAD1	16,00	28,00

Tabella 59



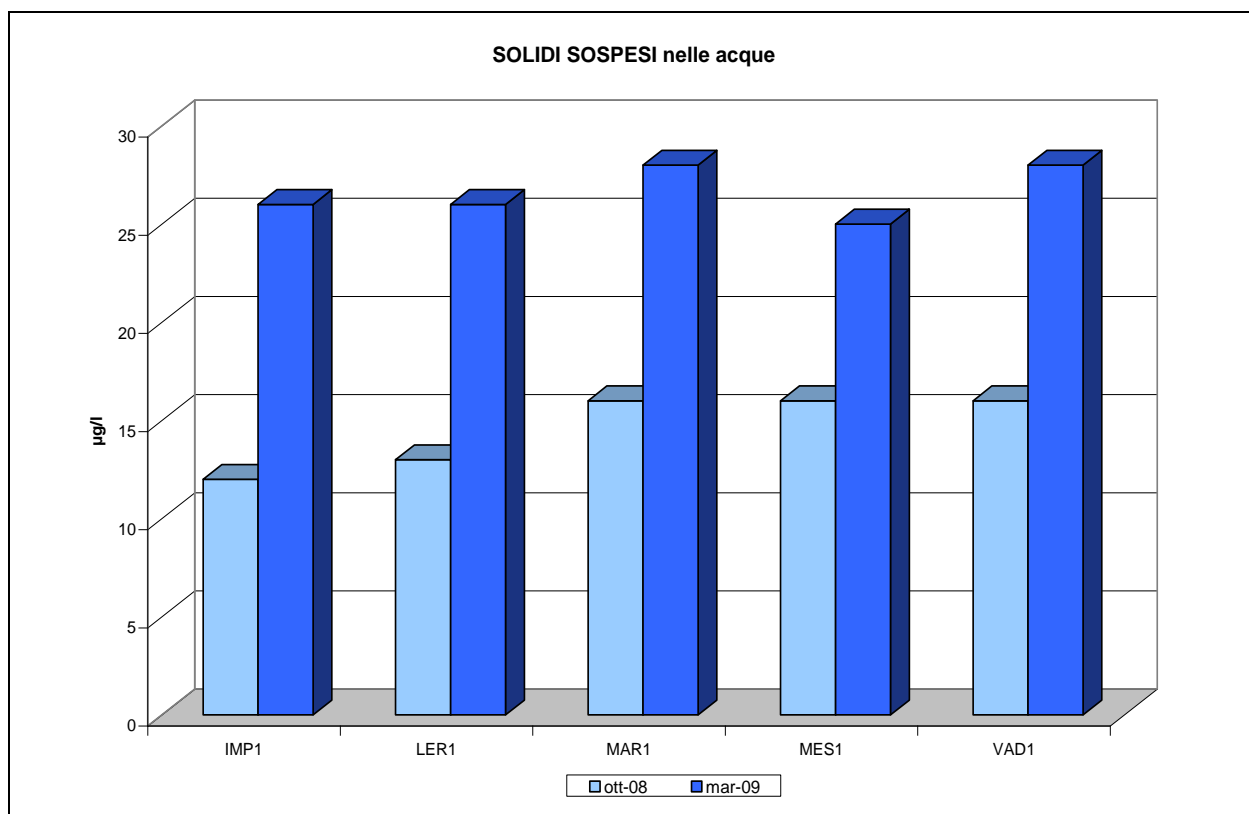


Figura 98

Dal grafico si nota chiaramente come le concentrazioni di solidi sospesi siano maggiori nella campagna di marzo 2009 rispetto a quella di ottobre 2008, in tutte le stazioni. Paragonando gli andamenti tra una stazione e l'altra in entrambe le campagne, non traspaiono grosse differenze essendo i valori compresi tra un massimo di 28 µg/l (registrato nelle stazioni di MAR1 e VAD1) e un minimo di 12 µg/l (registrato nel sito di Imperia).

Non esistendo norme che regolamentano la concentrazione dei solidi sospesi in acqua di mare non è possibile trarre alcun giudizio di merito circa i valori rilevati nel presente studio. Tuttavia la presenza maggiore di tali sostanze a marzo anziché ad ottobre potrebbe essere legata all'aumento della piovosità e quindi della portata dei fiumi nei mesi primaverili, con conseguente incremento di solidi sospesi scaricati in mare.

4.2.5.2 **Metalli**

Le concentrazioni dei metalli nell'acqua di mare sono contenute nella Tabella 60 e Tabella 61. Gli unici metalli che presentano concentrazioni non inferiori al limite di quantificazione sono: arsenico, rame, nichel e vanadio. Per questi composti si è provveduto all'elaborazione grafica (Figura 99, Figura 100, Figura 101, Figura 102, Figura 103, Figura 104).



Analizzando il grafico relativo all'arsenico si nota chiaramente come i valori maggiori siano rilevati nella campagna di monitoraggio del 2008 in tutte le cinque stazioni; il picco massimo è raggiunto nella stazione di IMP1 (5 µg/l), mentre il minimo è raggiunto nella stazione di MAR1 (3 µg/l). Nel 2009 i valori sono decisamente inferiori, essendo compresi tra un minimo di 1 µg/l, rinvenuto nella stazione di IMP1 e un massimo di 2 µg/l registrato nella stazione di VAD1. Da notare come il sito di Imperia riporti andamenti discordanti tra le due campagne: il valore massimo di arsenico nel 2008 e il valore minimo nel 2009.

In letteratura sono stati trovati valori di arsenico nell'acqua di mare di circa 1,3-1,8 µg/l (UNEP, 1989) fino a 3 µg/l (FAO/WHO, 1990).

Per questo inquinante il D.M 56/09 fissa uno standard di qualità ambientale medio annuale di 5 µg/l. I risultati ottenuti nel presente studio sono ben al di sotto di tali limite (tutti inferiori a 3 µg/l), come mostra la Figura 100, che riporta, per ciascuna stazione, il valore di arsenico mediato (+ dev.st.) tra le due campagne.

In generale dai risultati ottenuti nel presente studio e da un confronto con i dati bibliografici si può concludere che la concentrazione di **arsenico** nelle acque costiere liguri non costituisce un problema. Ciò è ulteriormente confermato dalla normativa vigente, in base alla quale le concentrazioni rilevate risultano inferiori allo standard di qualità ambientale in tutte le cinque stazioni di monitoraggio. La presenza di tale inquinante è stata rilevata in tutti i siti di indagine con poche variazioni di concentrazione tra un sito e l'altro. È difficile pertanto imputare a fonti puntuali il rilascio dell'arsenico in ambiente marino, ma piuttosto a fonti diffuse. Infatti l'immissione di arsenico nei corpi idrici è dovuta essenzialmente al suo rilascio dai minerali, agli effluenti industriali e soprattutto alla deposizione atmosferica (Ferrara & Funari, 2004).

Analizzando il grafico relativo al **rame**, si nota come solamente nella campagna del 2008 si sia rinvenuto tale elemento in acqua, mentre nella campagna del 2009 Cu risulta assente in tutte le cinque stazioni. Confrontando le cinque stazioni non appaiono marcate differenze nei valori di concentrazione di rame, essendo tutti compresi tra un massimo di 12,3 µg/l, registrato a MES1 e un minimo di 11,1 µg/l registrato a IMP1.

Il D.M.56/09 non fornisce standard di qualità per Cu, per il quale i dati in letteratura riportano valori in acqua di mare di circa 0,25 µg/l (UNEP, 1994; UNEP, 1996).

Per quanto concerne la presenza di questo inquinante in mare, si sa che le fonti sono sia naturali, come polvere soffiata dal vento, vegetazione decadente, incendi boschivi, sia antropiche. Il rame viene infatti usato, come protettivo per il legno, battericida per tappezzerie, condutture per l'acqua (ARPAL, 2008), fungicida, algicida e antifouling nelle vernici.

Anche il **nichel** mostra un andamento simile al rame, con concentrazioni superiori al limite di quantificazione nella campagna del 2008 , ma completamente assente in tutte le cinque



stazioni nella campagna 2009. Anche in questo caso non si nota sostanziale differenza nella distribuzione dell'inquinante nelle diverse stazioni: i valori sono compresi tra un minimo di 5,2 µg/l, registrato nel sito di Imperia e un massimo di 6,7 µg/l registrato a Punta Mesco. Esattamente come avveniva per il rame, anche nel caso del nichel sono le stazioni di Imperia e Punta Mesco a riportare rispettivamente il valori minimo e massimo.

Mediando i dati delle due campagne di monitoraggio per ciascuna stazione si ottengono in tutte le stazioni valori al di sotto di 20 µg/l (Figura 100), che è lo standard di qualità medio annuale riportato nel Decreto Ministeriale 56/09.

In generale la presenza di nichel nell'ambiente acquatico è legato sia alle deposizioni atmosferiche, sia all'immissione di scarichi industriali ed urbani, sia all'erosione delle rocce. È difficile quindi identificare una causa precisa di immissione di tale sostanza nell'ambiente marino, ma si pensa più che altro ad un'interazione di più fattori.

A differenza di rame e nichel, il **vanadio** è rinvenuto in tutte le cinque stazioni e in entrambe le campagne di monitoraggio, con concentrazioni che vanno da un massimo di 3,2 µg/l (valore raggiunto nel 2008 a MES1) ad un minimo di 0,7 µg/l (valore registrato nel sito di Imperia nel 2009). L'andamento di V varia sia da un anno all'altro, sia da una stazione all'altra. Tutti i siti riportano una concentrazione di V maggiore nel 2008 rispetto al 2009, ad eccezione di LER1 che mostra invece un andamento opposto: la concentrazione rinvenuta nel 2008 (2 µg/l) è minore, anche se di poco, di quella del 2009 (2 µg/l). Le concentrazioni tra una campagna e l'altra all'interno di ciascuna stazione si discostano di poco (circa un ordine di grandezza). Imperia, invece mostra una marcata diminuzione di concentrazione di vanadio nel passare dal 2008 al 2009 (3 µg/l nella prima campagna, 1 µg/l nella seconda campagna).

Il D.M.56/09, nella tab.2/B relativa alle risorse idriche destinate ad uso potabile, riporta un SQA-Ma di 50 µg/l per il vanadio: si nota pertanto che le concentrazioni da noi rilevate nel Mar Ligure sono notevolmente minori e non costituiscono quindi motivo di preoccupazione.



METALLI nelle acque ($\mu\text{g/l}$) CAMPAGNA OTTOBRE 2008											
	Alluminio	Arsenico	Cadmio	Cromo	Rame	Ferro	Mercurio	Nichel	Piombo	Vanadio	Zinco
<i>L.Q.</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
IMP1	<l.q	5	<l.q	<l.q	12	<l.q	<l.q	5	<l.q	3	<l.q
LER1	<l.q	4	<l.q	<l.q	12	<l.q	<l.q	7	<l.q	2	<l.q
MAR1	<l.q	3	<l.q	<l.q	12	<l.q	<l.q	6	<l.q	3	<l.q
MES1	<l.q	4	<l.q	<l.q	12	<l.q	<l.q	7	<l.q	3	<l.q
VAD1	<l.q	4	<l.q	<l.q	12	<l.q	<l.q	6	<l.q	3	<l.q

Tabella 60

METALLI nelle acque ($\mu\text{g/l}$) CAMPAGNA MARZO 2009											
	Alluminio	Arsenico	Cadmio	Cromo	Rame	Ferro	Mercurio	Nichel	Piombo	Vanadio	Zinco
<i>L.Q.</i>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
IMP1	<l.q	1	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	0,7	<l.q
LER1	<l.q	2	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	2,1	<l.q
MAR1	<l.q	2	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	2	<l.q
MES1	<l.q	2	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	2,2	<l.q
VAD1	<l.q	2	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	2,3	<l.q

Tabella 61



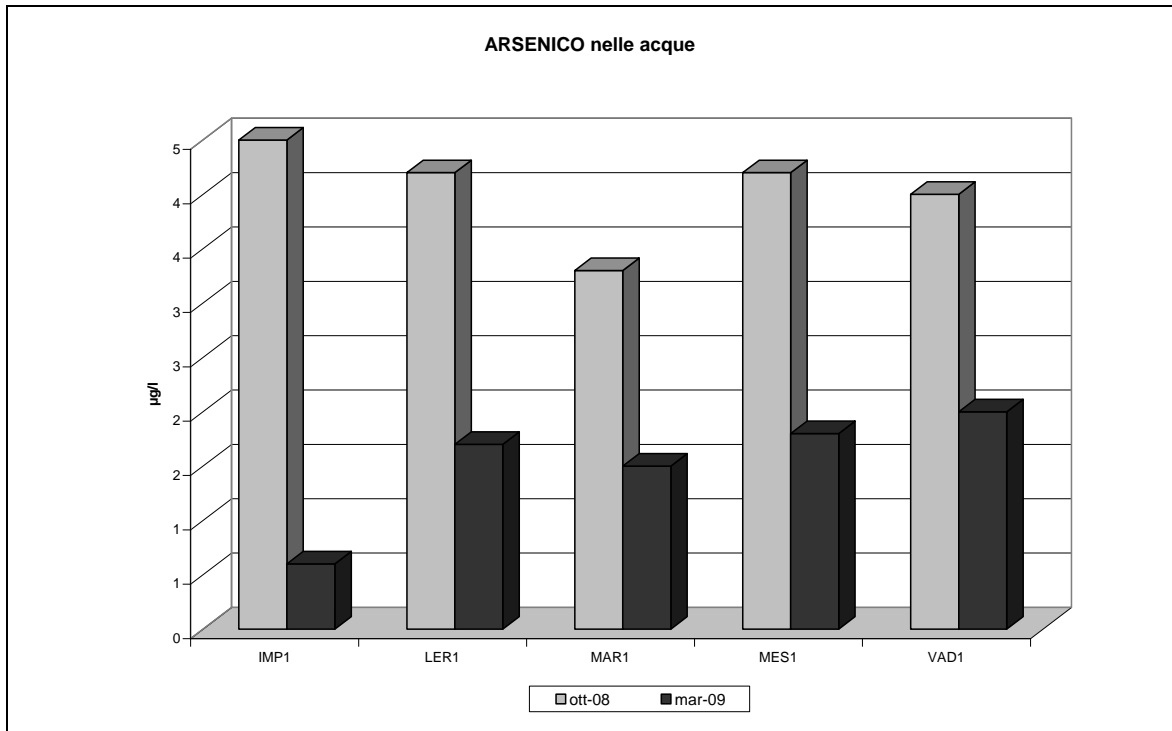


Figura 99

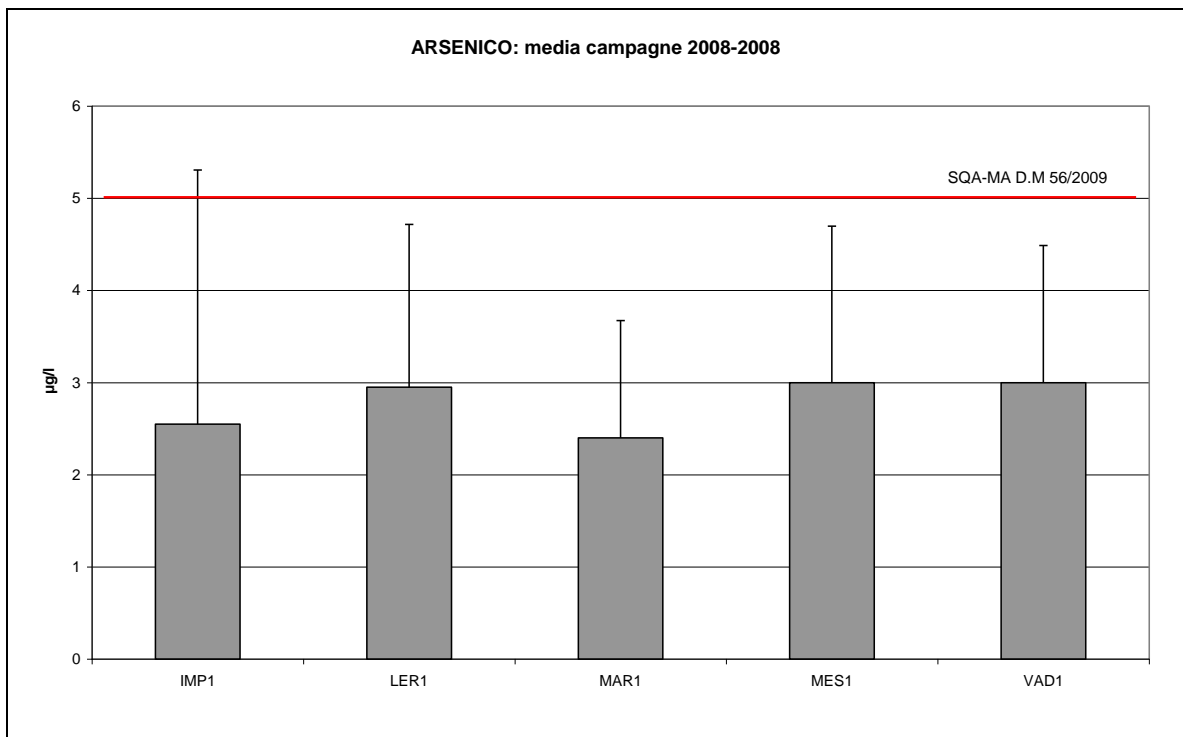


Figura 100



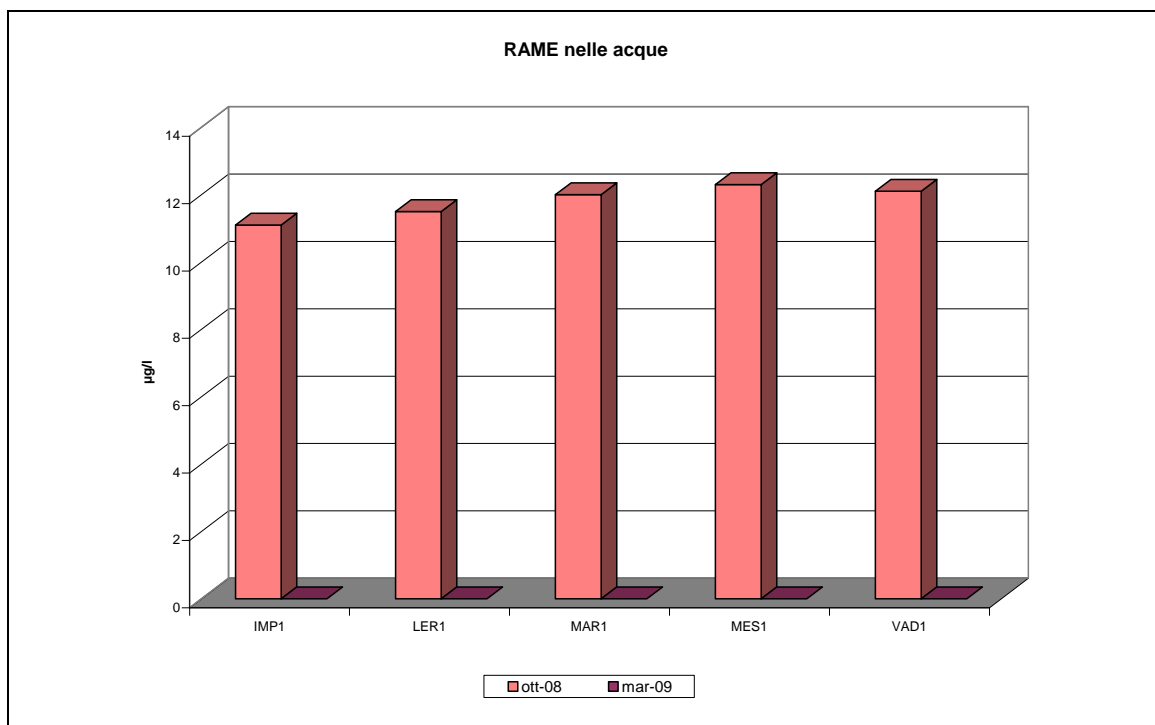


Figura 101

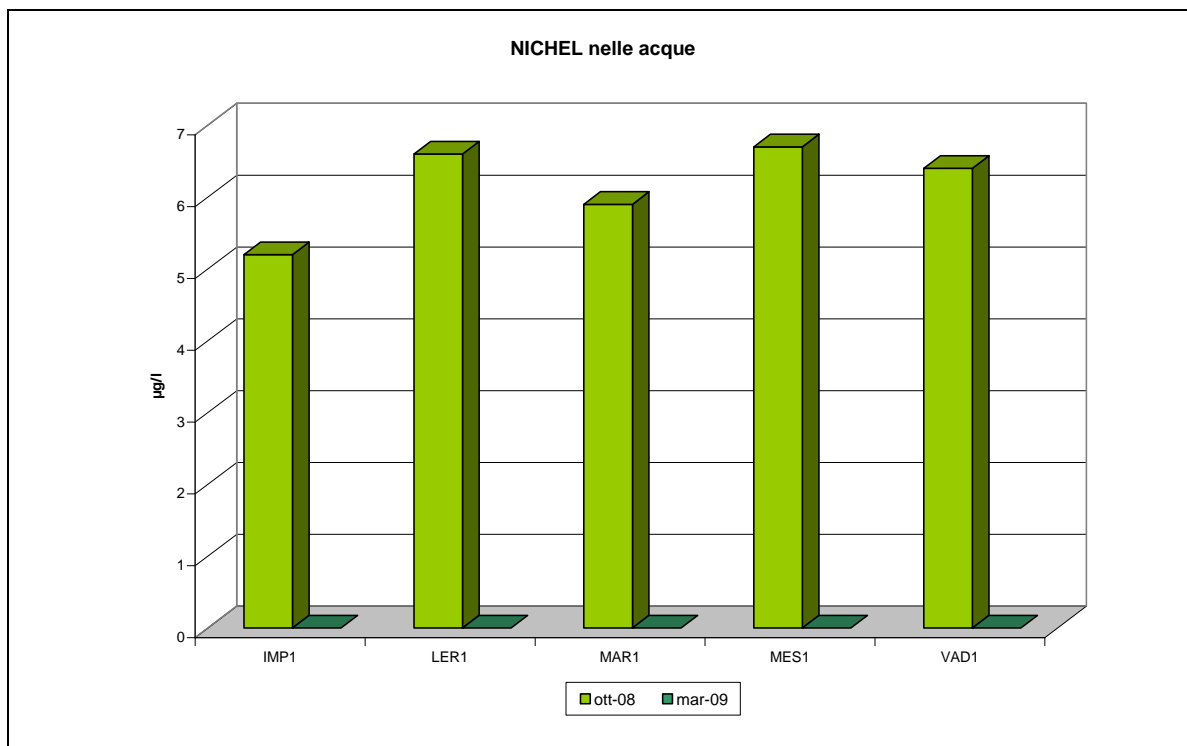


Figura 102



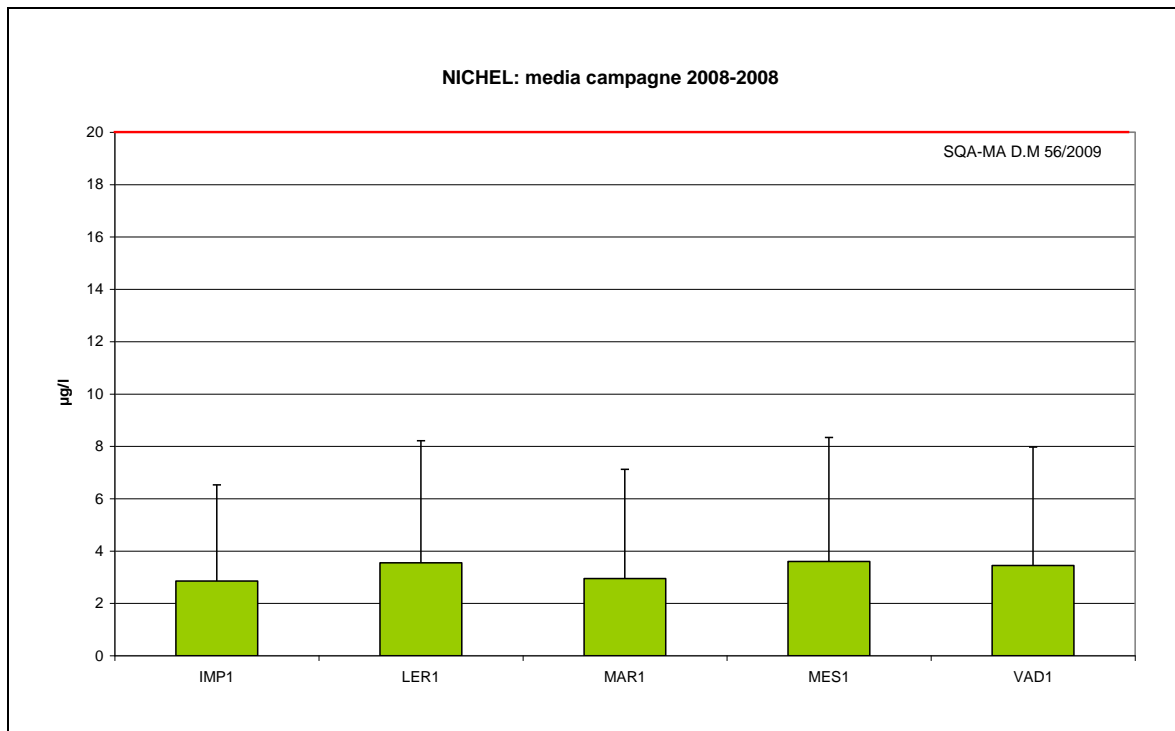


Figura 103

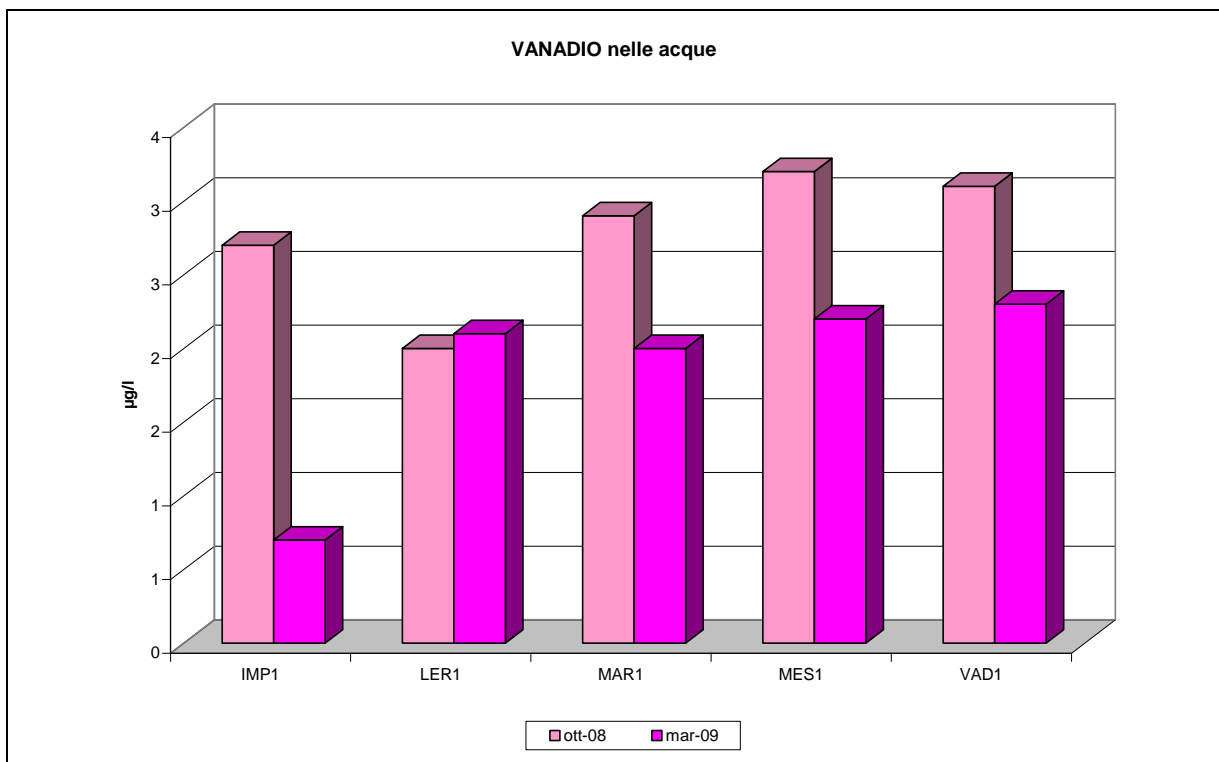


Figura 104



4.2.5.3 Composti organici

Per quanto riguarda i pesticidi, PCB, composti organostannici, fenoli, alchilfenoli, solventi clorurati, aromatici e difenileteri bromati tutti i risultati ottenuti dalle analisi sono inferiori al limite di quantificazione, ad eccezione di diclorometano (solvente clorurato) e 4-terz-ottilfenolo (alchilfenolo), che riportano un solo valore in una sola stazione. Per tutti questi composti non si è provveduto ad alcuna elaborazione grafica. I risultati sono comunque riportati nelle tabelle seguenti (da Tabella 62 a Tabella 67).

L'unico valore non nullo di 4-terz-ottilfenolo è stato registrato nella stazione di MAR1 nella campagna di ottobre 2008 (0,02 µg/l). Il Decreto Ministeriale 56/2009 fissa per questo inquinante uno standard di qualità medio annuale di 0,01 µg/l, che coincide con il valore che si ottiene mediando i dati delle due campagne di monitoraggio. È opportuno tuttavia ricordare che gli SQA-MA sono riferiti alla media annuale, cioè prevedono un set di dati che copre almeno dodici mesi di monitoraggio. I dati elaborati in questo studio sono invece relativi a soli due mesi d'indagine.

L'unica stazione a rilevare una concentrazione di diclorometano è IMP1 (0,27 µg/l) nella campagna di ottobre. Anche per questo inquinante il Decreto Ministeriale fissa un SQA-MA di 20 µg/l, limite che nel nostro caso non è superato (effettuando, infatti, la media dei due valori delle due campagne si ottiene 0,13 µg/l).

Per quanto riguarda gli ftalati e gli IPA si rimanda ai paragrafi successivi per una descrizione più dettagliata.



PESTICIDI nelle acque (.µg/l)												
	4-4` DDT	2-4` DDT	4-4` DDE	2-4` DDE	4-4` DDD	2-4` DDD	alfa HCH	beta HCH	delta HCH	gamma HCH	clorpyrifos	clorfenvinfos
<i>L.Q.</i>	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004	0,008	0,004	0,004	0,006	0,006
IMPU	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q
VADU	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q
VOLU	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q
MESU	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q
MARU	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q

Tabella 62

PESTICIDI nelle acque (.µg/l)											
	Alaclor	atrazina	simazina	Diuron	isoproturon	alfa-endosulfan	Esaclorobenzene	pentaclorobenzene	trifuralin	Aldrin	Dieldrin
<i>L.Q.</i>	0,018	0,4	0,2	0,4	0,4	0,004	0,004	0,01	0,008	0,004	0,002
IMPU	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q
VADU	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q
VOLU	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q
MESU	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q
MARU	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q

Tabella 63

PCB nelle acque (.µg/l)													
	28	52	77	81	101	118	126	128	138	153	156	169	180
<i>L.Q.</i>	0,005	0	005	0	005	0	005	0	005	0	005	0	005
IMPU	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q
VADU	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q
VOLU	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q
MESU	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q
MARU	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q

Tabella 64



COMPOSTI ORGANOSTANNICI nelle acque (µg/l)			
	Monobutilstagno	Dibutilstagno	Tributilstagno
<i>L.Q.</i>	0,01	0,005	0,002
IMPU	< l.q	< l.q	< l.q
VADU	< l.q	< l.q	< l.q
VOLU	< l.q	< l.q	< l.q
MESU	< l.q	< l.q	< l.q
MARU	< l.q	< l.q	< l.q

Tabella 65

SOLVENTI CLORURATI nelle acque (µg/l)						
	1,2,4- Triclorobenzene	1,2 dicloroetano	Esaclorobutadiene	diclorometano	triclorometano	benzene
<i>L.Q.</i>	0,02	0,15	0,02	0,15	0,15	0,15
IMPU	< l.q	< l.q	< l.q	0,27	< l.q	< l.q
VADU	< l.q	< l.q	< l.q	< l.q	< l.q	< l.q
VOLU	< l.q	< l.q	< l.q	< l.q	< l.q	< l.q
MESU	< l.q	< l.q	< l.q	< l.q	< l.q	< l.q
MARU	< l.q	< l.q	< l.q	< l.q	< l.q	< l.q

Tabella 66

ALCHILFENOLI-DIFENILETERI BROMATI-FENOLI nelle acque (µg/l)				
	ALCHILFENOLI-		DIFENILETERIBROMATI	FENOLI
	4-n-nonilfenolo	4-terz-ottilfenolo	Pentabromodifeniletere	Pentaclorofenolo
<i>L.Q.</i>	0,01	0,002	0,01	0,06
IMPU	< l.q	< l.q	< l.q	< l.q
VADU	< l.q	< l.q	< l.q	< l.q
VOLU	< l.q	< l.q	< l.q	< l.q
MESU	< l.q	< l.q	< l.q	< l.q
MARU	< l.q	< l.q	< l.q	< l.q

Tabella 67



IPA

I risultati relativi alle concentrazioni degli IPA nelle due campagne oggetto del monitoraggio sono riportati nelle due tabelle seguenti (Tabella 68 e Tabella 69).

Quasi tutti gli IPA risultano inferiori ai limiti di quantificazione in tutte le cinque stazioni ad eccezione del naftalene e del fenantrene. Pertanto gli unici grafici riportati di seguito sono relativi solamente a questi due composti.

Il naftalene (Figura 105) mostra valori esattamente uguali in tutte le stazioni nella campagna del 2009, mentre nel 2008 si hanno alcune differenze tra una stazione e l'altra: la stazione di MES1 riporta il valore più alto (0,02 µg/l), a LER1 il composto risulta inferiore al limite di quantificazione. Analizzando ciascuna stazione le concentrazioni risultano identiche nelle due campagne in tutte le stazioni, ad eccezione del sito di Mesco che riporta un valore più alto nel 2008 rispetto al 2009.

Complessivamente i risultati del naftalene nelle acque non sono preoccupanti. Ciò è confermato dalla Figura 106 che mette in relazione i valori dell'inquinante mediati tra le due campagne con lo standard di qualità ambientale medio annuale fissato dal Decreto Ministeriale n.56/2009: in tutte le stazioni le concentrazioni sono ben al di sotto del limite di legge.

Per quanto riguarda il fenantrene il D.M 56/2009 non riporta alcun limite e pertanto non è possibile per questa sostanza avere alcun riferimento normativo. I risultati rimangono comunque nell'ordine di grandezza di quelli del naftalene. Confrontando le due campagne di monitoraggio anche nel caso di questo inquinante le differenze si hanno per il 2009. In particolar modo si distinguono due raggruppamenti: IMP1, LER1 e MES1 che mostrano valori esattamente uguali (0,01 µg/l) e MAR1 e VAD1 che riportano lo stesso valore massimo di fenantrene (0,02 µg/l). Il 2008 mostra valori decisamente inferiori rispetto a quelli del 2009, addirittura nulli in alcune stazioni (IMP1, MAR1, MES1). I siti di Lerone e Vado sono gli unici pertanto a presentare fenantrene nelle acque nella campagna 2008, anche se a basse concentrazioni (0,01 µg/l in entrambi i siti).

In generale comparando i due anni di monitoraggio non è possibile delineare un preciso andamento degli inquinanti considerati, poiché nel caso del naftalene passando dal 2008 al 2009 una stazione mostra diminuzione di concentrazione, in un'altra invece si assiste a un deciso aumento, nelle restanti la concentrazione resta invariata; nel caso del fenantrene (Figura 107) invece, si ha un aumento di valori nel 2009 in tutte le stazioni, essendo del tutto assenti nel 2008. Solamente in una stazione i valori restano invariati tra una campagna e l'altra.

Analizzando le concentrazioni dei due inquinanti in ciascuna stazione, i siti di Marinella, Punta Mesco e Vado Ligure sono quelli più variabili, poiché mentre per il naftalene i valori maggiori



sono riscontrati nel sito di Punta Mesco, i valori massimi di fenantrene sono rinvenuti nei siti di Marinella e Vado Ligure. Imperia e Lerone mostrano invece andamenti costanti per entrambi i parametri.

L'immissione di IPA in mare può essere dovuta a diversi fattori, quali deposizioni atmosferiche, al dilavamento della rete stradale, agli scarichi industriali, alle raffinerie e ai pozzi offshore (Ferrara & Funari, 2004), ma anche alla attività diportistiche. La presenza di naftalene e fenantrene nei siti di Marinella e Vado è pertanto da ricondursi principalmente alle attività portuali e agli scarichi industriali, mentre nel sito di Punta Mesco, sito ricadente nella Area Marina Protetta delle Cinque Terre, la principale fonte di IPA è da ricondursi alle attività diportistiche, che nei mesi estivi e successivamente seguenti (ottobre) hanno la massima incidenza.



IPA nelle acque ($\mu\text{g/l}$) CAMPAGNA OTTOBRE 2008

	Benzo(a)antracene	Benzo(a)pirene	Benzo(b)fluorantene	Benzo(g,h,i)perilene	Benzo(k)fluorantene	Crisene	Dibenzo(a,h)antracene	Fluorantene	Indeno(1,2,3-c,d)pirene	Pirene	Acenaftene	Acenaftilene	Antrace	Fluorene	Naftalene	Phenantrene
<i>L.Q.</i>	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,1	0,001	0,001	0,001	0,001
IMP1	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	0,01	<l.q
LER1	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	0,01
MAR1	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	0,01	<l.q
MES1	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	0,02	<l.q
VAD1	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	0,01	0,01

Tabella 68

IPA nelle acque ($\mu\text{g/l}$) CAMPAGNA marzo 2009

	Benzo(a)antracene	Benzo(a)pirene	Benzo(b)fluorantene	Benzo(g,h,i)perilene	Benzo(k)fluorantene	Crisene	Dibenzo(a,h)antracene	Fluorantene	Indeno(1,2,3-c,d)pirene	Pirene	Acenaftene	Acenaftilene	Antrace	Fluorene	Naftalene	Phenantrene
<i>L.Q.</i>	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,1	0,001	0,001	0,001	0,001
IMP1	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	0,01	0,01
LER1	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	0,01	0,01
MAR1	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	0,01	0,02
MES1	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	0,01	0,01
VAD1	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	<l.q	0,01	0,02

Tabella 69



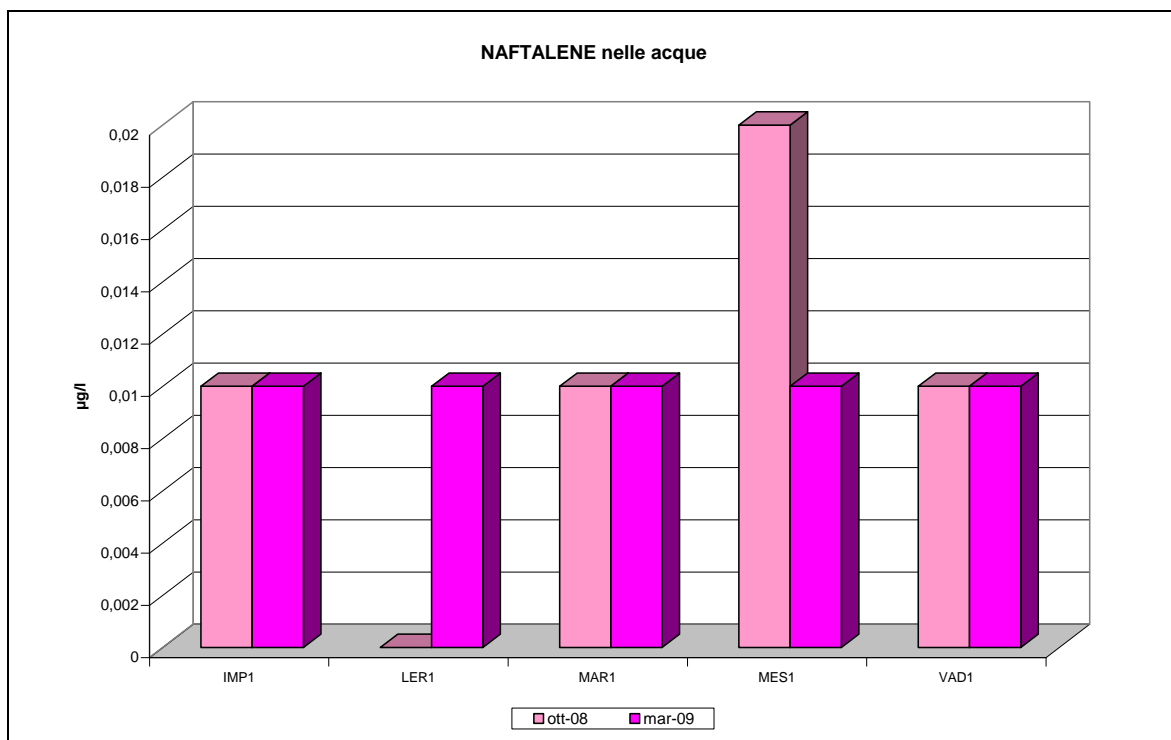


Figura 105

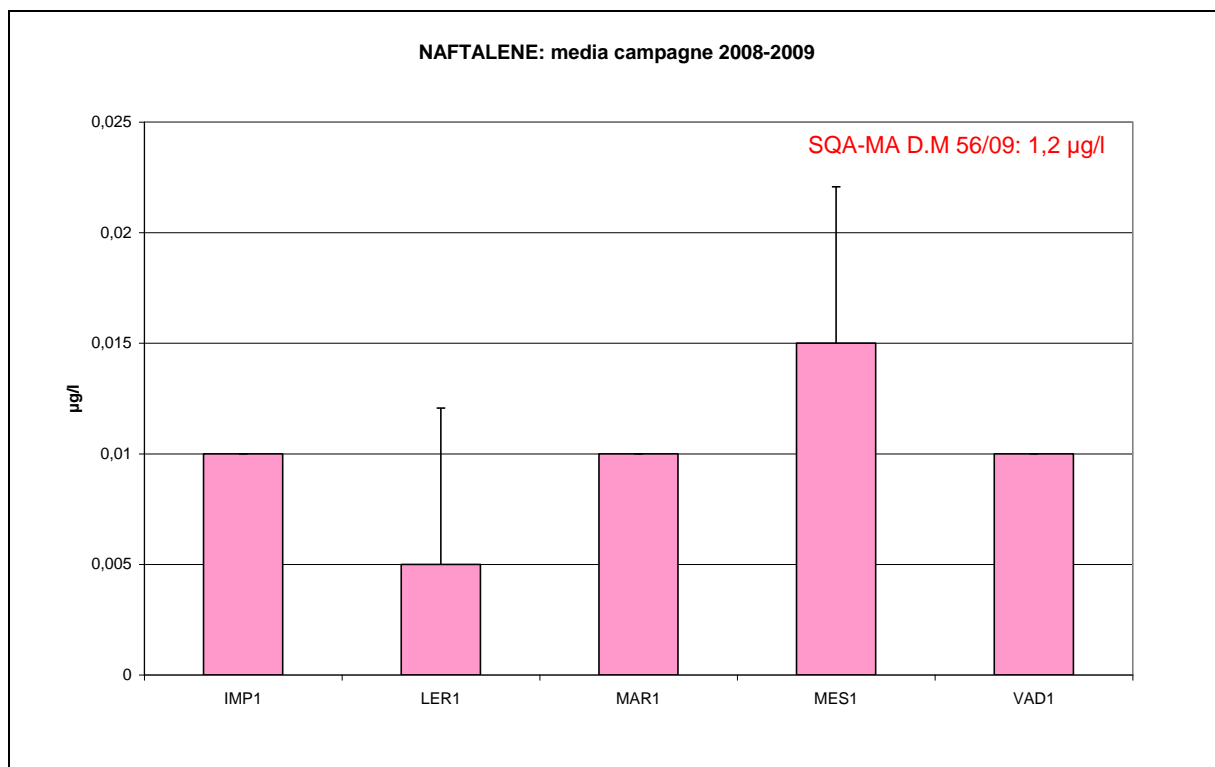


Figura 106



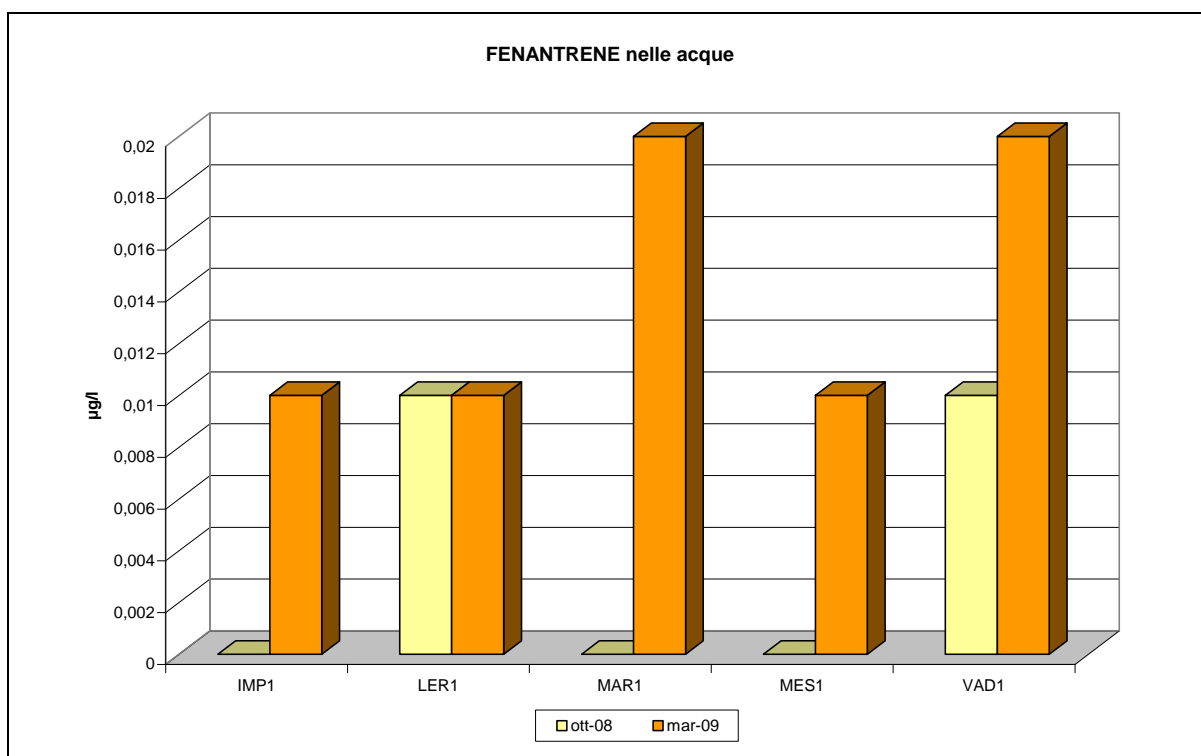


Figura 107

FTALATI

Di seguito si riporta la Tabella 70 relativa ai valori di ftalato di bis 2-etilesile registrati nei cinque siti d'indagine nelle due campagne di monitoraggio ed il relativo grafico. In generale si osserva che i valori rilevati nel 2008 sono maggiori di quelli rilevati nel 2009, anno in cui le concentrazioni di ftalato risultano inferiori al limite di quantificazione in tutte le stazioni ad eccezione di MAR1 (0,03 µg/l). Nel 2008 invece è la sola stazione di MES1 a non riportare alcun valore di ftalato. Gli altri siti mostrano valori compresi tra 0,04 µg/l, minimo registrato a IMP1 e 0,17 µg/l, massimo registrato a MAR1. Analizzando le singole stazioni, MES1 è l'unica che non presenta alcun valore di ftalato nelle due campagne esaminate; VAD1 mostra basse concentrazioni di questo inquinante mentre LER1 e IMP1 registrano valori relativamente bassi. Il D.M. 56/2009 fissa per questo inquinante uno SQA-MA di 1,3 µg/l. Come si evince dalla Figura 109, che riporta le concentrazioni medie (+d.s.) di ftalato in ciascuna stazione nei due anni di monitoraggio, i valori sono ben al di sotto di tale limite.

Gli ftalati sono tra gli inquinanti sintetizzati più abbondanti e diffusi (Mayer et al., 1972), poiché in funzione della loro struttura chimica sono utilizzati in una vasta gamma di applicazioni, come ad esempio nei prodotti in PVC (giocattoli, pavimentazioni, altri materiali da



costruzione/arredo, cablaggi.), nei componenti di inchiostri, colle, vernici, sigillanti e rivestimenti (Koo et al., 2002). La loro presenza nell'ambiente marino è legata soprattutto agli scarichi industriali.

Nel nostro studio sembra che l'unica stazione a rilevare concentrazioni più elevate di ftalato in mare sia Marinella, sito influenzato dagli apporti fluviali del fiume Magra. Il confronto con la normativa vigente conferma però una situazione non preoccupante circa le concentrazioni di ftalato nel Mar Ligure: in tutte le stazioni i valori sono ben al di sotto di 1,3 µg/l, SQA-MA dettato dal D.M 56/2009.

FTALATI nelle acque (µg/l)		
Ftalato di bis 2-etilesile		
	CAMPAGNA OTTOBRE 2008	CAMPAGNA MARZO 2009
<i>L.Q.</i>	0,01	0,01
IMP1	0,04	<l.q
LER1	0,10	<l.q
MAR1	0,17	0,03
MES1	<l.q	<l.q
VAD1	0,01	<l.q

Tabella 70



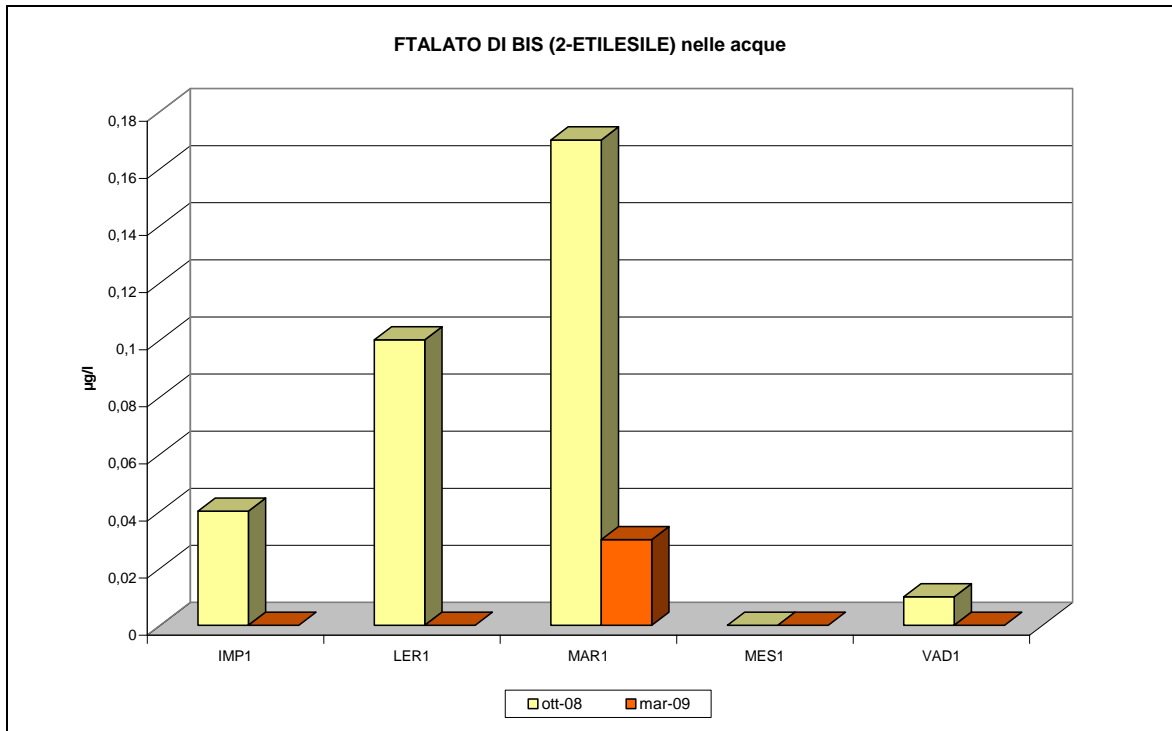


Figura 108

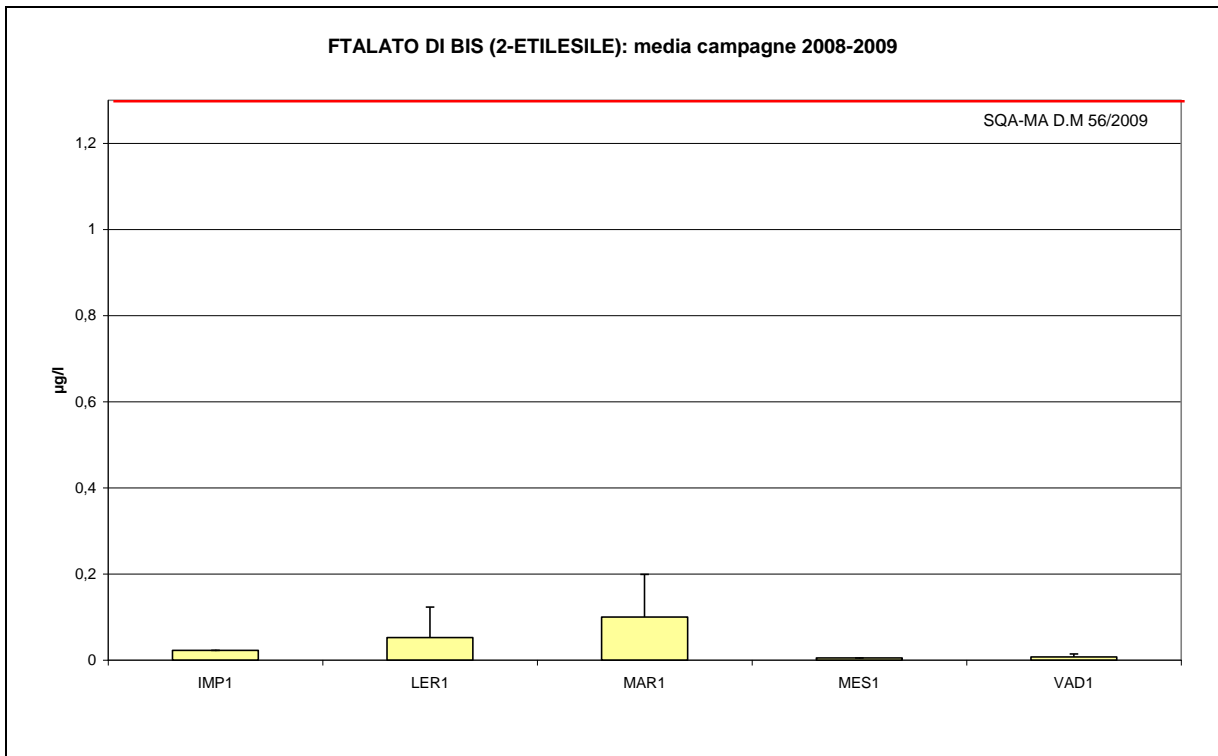


Figura 109

