



**3° RELAZIONE
ATTIVITA' DI MONITORAGGIO DEL
GOLFO DELLA SPEZIA
PER IL DRAGAGGIO DELLO SPECCHIO
ACQUEO ANTISTANTE
TERMINAL RAVANO**



**Campagne di monitoraggio
Ottobre-Dicembre 2008**

INDICE

1 INTRODUZIONE.....	3
2 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ DI DRAGAGGIO.....	3
3 CAMPAGNE DI MONITORAGGIO	5
3.1 Campioni e Analisi della campagna del 14 Ottobre 2008	5
3.2 Campioni e Analisi della campagna del 28 ottobre 2008	6
3.3 Campioni e Analisi della campagna del 18 novembre 2008	7
3.4 Campioni e Analisi della campagna del 09 dicembre 2008	8
3.5 Campioni e Analisi della campagna del 17 dicembre 2008	9
4 RISULTATI CAMPAGNE DI MONITORAGGIO	10
4.1 Risultati della campagna del 14 ottobre 2008	10
4.2 Risultati della campagna del 28 ottobre 2008	12
4.3 Risultati della campagna del 18 novembre 2008	14
4.4 Risultati della campagna del 09 dicembre 2008	16
4.5 Risultati della campagna del 17 dicembre 2008	18
4 Analisi dati e considerazioni conclusive.....	20

**Allegato 1: Rappresentazione grafica transetti Campagne Monitoraggio
Ottobre-Dicembre 2008**

Allegato 2: Elaborazione dati analitici Campagne Ottobre-Dicembre 2008

1 INTRODUZIONE

Nel presente documento viene descritta l'attività tecnica svolta da ARPAL nel periodo ottobre-dicembre 2008, durante il quale ARPAL ha proseguito le attività di monitoraggio dello specchio acqueo antistante il Molo Ravano nel Porto della Spezia come previsto dal "Piano di Monitoraggio" approvato da Ministero dell'Ambiente nella Conferenza dei Servizi del Sito Pitelli decisoria del 25 luglio 2005.

Nel periodo in esame a seguito di una accurata valutazione dei risultati ottenuti nelle Campagne precedenti durante le quali non si rilevano evidenti variazioni dei parametri chimico, fisici indagati, ISPRA di concerto con ARPAL, a seguito di un incontro tecnico, ha ritenuto opportuno rivedere la tempistica delle attività di monitoraggio, realizzando Campagne di Monitoraggio con frequenza quindicinale come indicato nello Schema Attuativo Rev. n.15 (Novembre 2008) redatto da ARPAL-ISPRA-ISS e ASLn°5.

Nel periodo in esame (Ottobre-Dicembre 2008), ARPAL ha realizzato le seguenti Campagne di Monitoraggio giornaliere:

- campagna 14 ottobre 2008
- campagna 28 ottobre 2008
- campagna 18 novembre 2008
- campagna 9 dicembre 2008
- campagna 17 dicembre 2008

L'attività di monitoraggio é stata condotta secondo la frequenza quindicinale prevista dal Piano di Monitoraggio, ad eccezione delle Campagne in programma in data 11 novembre e 2 dicembre 2008 in cui l'attività è stato rinviata, a causa di condizioni meteo-marine sfavorevoli.

Per quanto concerne le attività di controllo a carico di ARPAL previste dallo Schema Attuativo, in seguito ad un guasto tecnico del sistema di trasmissione dei dati dalle sonde multiparametriche installate sulle Boe fisse, non è stato possibile effettuare il monitoraggio della variazione delle caratteristiche chimico-fisiche della colonna d'acqua per indisponibilità dei dati in corrispondenza delle due aree sensibili all'attività di dragaggio ubicate in località Le Grazie (Boa A) e in prossimità del Canale di Accesso al porto (Boa B) nel presente periodo di studio (Ottobre-Dicembre 2008).

2 DESCRIZIONE DELLE ATTIVITÀ DI DRAGAGGIO

L'intervento di bonifica, nel periodo di studio, ha interessato il settore R3 costituito da fanghi "Arancioni" ossia da sedimenti con concentrazioni di inquinanti comprese tra "Tabella Pitelli" ed i limiti della Tabella 1, Colonna B del D.M. 471/99 diminuiti del 10%, il quantitativo di fango asportato dall' area di intervento è pari a 1200 mc.

Il materiale dragato viene provvisoriamente raccolto in vasche di contenimento sul pontone per essere successivamente insaccato in appositi Big Bags stoccati in un area di stoccaggio adeguatamente impermeabilizzata al fine di evitare problematiche inerenti la dispersione del rifiuto in deposito temporaneo.

A partite dal 09/07/2007 (data inizio attività) ad oggi sono stati dragati 7850 mc di sedimenti dai quadranti: R11, R10, R9, R3, tali quantitativi sono stati insaccati in Big Bags (n.7374), sono stati successivamente caricati sulla nave per la spedizione extrafrontaliera.

Il primo carico è stato effettuato in data 16 Marzo 2008, sono stati caricati in stiva 1727 big bags corrispondenti ad un quantitativo di 2224 tonnellate circa di fanghi dragati dai settori R10 ed R11.

Il secondo carico è stato effettuato dal 12 al 14 Maggio 2008, sono stati caricati in stiva circa 1800 big bags corrispondenti a 2334 tonnellate di sedimenti dragati dal settore R10.

Il giorno 3 e 4 Settembre 2008 sono stati caricati 2286 tonnellate di sedimenti dragati dai settore R10 ed R9.

L'ultima nave in data 24 Ottobre 2008 ha trasportato 2291 tonnellate di fanghi dragati esclusivamente dal settore R3.

Viene riportato di seguito lo schema riassuntivo delle date di arrivo e partenza navi con le corrispettive quantità di sedimenti espresse in tonnellate trasportate dalla data di inizio attività (09/07/2007) ad oggi, comunicate dall'Autorità Portuale:

CARICO NAVE				
Nave	Data arrivo	Data partenza	quantità parziali (ton.)	quantità progressive (ton.)
RHODANUS	14 marzo 2008	16 marzo 2008	2.224,017	2.224,017
IDANNUS	12 maggio 2008	14 maggio 2008	2.334,894	4.558,911
IDANNUS	3 settembre 2008	4 settembre 2008	2.286,663	6.845,574
RHODANUS	20 ottobre 2008	24 ottobre 2008	2.291,665	9.137,229

DRAGAGGIO MOLO RAVANO																				MONITORAGGIO GOLFO DELLA SPEZIA - GIORNI DRAGAGGIO ANNI 2007-2008																				Totale
mc dragati	400	100	100	400	250	200	400	500	300	400	300	300	300	300	300	450	450	750	750	700	200	300	7850																	
date scavo	9/7/07	22/11/07	23/11/07	4/12/07	12/12/07	18/12/07	27/12/07	7/1/08	14/1/08	29/1/08	31/3/08	3/4/08	7/4/08	8/4/08	28/7/08	31/7/08	4/8/08	8/8/08	29/9/08	1/10/08	6/10/08	Gorni 21																		

3 CAMPAGNE DI MONITORAGGIO

A seguito delle nuove strategie di bonifica dei fondali del golfo, la frequenza dei campionamenti e transetti nel periodo in esame è stata di due interventi mensili.

Inoltre la nuova revisione dello Schema Attuativo (rev. n.15) prevede l'esecuzione dell'analisi dei metalli (As, Cd, Hg, Pb, V, Zn) e di IPA e PCB, anche nella stazione di campionamento P0117 ubicata nel centro del Golfo, a partire dalla prima campagna di Ottobre (14/10/2008).

Il prelievo di campioni per la determinazione d'inquinanti viene effettuato inoltre in due punti strategici: P0030, situato immediatamente all'esterno delle panne e P0119, situata al centro del Golfo in prossimità dell'allevamento dei mitili.

La determinazione del particolato è eseguita mentre nelle restanti cinque stazioni solo se il valore di torbidità rilevato dalla sonda multi-parametrica in campo risulta superiore a 10 FTU.

3.1 Campioni e Analisi della campagna del 14 Ottobre 2008

Nel mese di ottobre in seguito all'inizio dell'attività di dragaggio del settore R3, costituito da fanghi "arancioni", ARPAL ha proceduto al campionamento di 7 stazioni (P0030, P0036, P0117, P0195, P0199, P0226, P0304), dove si sono anche eseguiti i profili verticali con la sonda, come previsto dal Piano di Monitoraggio.

I prelievi sono stati effettuati a due profondità lungo la colonna d'acqua: a -2 metri dalla superficie e a +2 metri dal fondo.

Sui 14 campioni prelevati, sono state eseguite analisi in laboratorio dei solidi in sospensione (TSS), dei nutrienti, dei parametri microbiologici (Streptococchi fecali, Coliformi fecali, Spore di clostridi solfitoriduttori).

L'analisi degli inquinanti (As, Cd, Hg, Pb, V, Zn, IPA, PCB) è stata eseguita solo su 6 campioni prelevati nelle stazioni P0030, P0117 e P0199.

Tab.1 Tabella esplicativa stazioni di campionamento:

CodicePunto	Sigla verbale	Data	Profondità	CodicePunto	Sigla verbale	Data	Profondità
P0030	C029A	14/10/2008	02,0	P0199	C029A	14/10/2008	02,0
P0030	C029B	14/10/2008	10.0	P0199	C029B	14/10/2008	10.0
P0036	C029A	14/10/2008	02,0	P0226	C029A	14/10/2008	02,0
P0036	C029B	14/10/2008	06.5	P0226	C029B	14/10/2008	09.0
P0117	C029A	14/10/2008	02,0	P0304	C029A	14/10/2008	02,0
P0117	C029B	14/10/2008	09.0	P0304	C029B	14/10/2008	10.0
P0195	C029A	14/10/2008	02,0				
P0195	C029B	14/10/2008	06.0				

Nella stessa giornata sono state eseguite calate verticali con la sonda multiparametrica in n. 29 stazioni di monitoraggio per la definizione di n. 7 transetti previsti dallo Schema Attuativo:

T0016-P0036, P0037, P0048, P0050
T0017-P0076, P0078, P0080, P0082
T0018-P0113, P0115, P0117, P0119, P0121, P0123
T0019-P0164, P0166, P0168, P0170, P0172, P0174
T0020-P0203, P0205, P0199
T0021-P0020, P0030, P0050, P0082, P0123, P0162
T0022-P0020, P0030, P0050, P0078, P0115, P0195, P0205, P0220, P0304.

3.2 Campioni e Analisi della campagna del 28 ottobre 2008

Il giorno 28 ottobre 2008 si è svolta l'attività di campionamento delle acque in n. 7 stazioni puntuali (P0030, P0036, P0117, P0195, P0199, P0226, P0304), dove i campioni sono stati prelevati a due profondità: a -2 metri dalla superficie e a +2 metri dal fondo.

Su tutti i campioni sono state eseguite analisi della concentrazione dei solidi in sospensione (TSS), del carbonio organico totale (TOC), dei nutrienti (Nitriti, Nitrati, Ortofosfati, Ammoniaca, Fosforo totale), dei parametri microbiologici (Enterococchi, Escherichia coli betaglucuronidasi positivo, Spore di clostridi solfito riduttori), l'analisi degli inquinanti (As, Cd, Hg, Pb, V, Zn, IPA, PCB) è stata eseguita solo su 6 campioni prelevati nelle stazioni P0030, P0117 e P0199.

Tab.2 Tabella esplicativa stazioni di campionamento:

CodicePunto	Sigla verbale	Data	Profondità	CodicePunto	Sigla verbale	Data	Profondità
P0030	C030A	28/10/2008	02,0	P0199	C030A	28/10/2008	02,0
P0030	C030B	28/10/2008	10,0	P0199	C030B	28/10/2008	10,0
P0036	C030A	28/10/2008	02,0	P0226	C030A	28/10/2008	02,0
P0036	C030B	28/10/2008	06,5	P0226	C030B	28/10/2008	09,0
P0117	C030A	28/10/2008	02,0	P0304	C030A	28/10/2008	02,0
P0117	C030B	28/10/2008	09,0	P0304	C030B	28/10/2008	10,0
P0195	C030A	28/10/2008	02,0				
P0195	C030B	28/10/2008	06,0				

Lo stesso giorno sono state eseguite calate verticali con la sonda multiparametrica in n. 29 stazioni di monitoraggio per la definizione di n. 7 transetti previsti dallo "Schema Attuativo del Monitoraggio delle Attività di Bonifica del Molo Ravano" redatto da ARPAL, ASL5 Spezzina, ICRAM, ISS:

T0016-P0036, P0037, P0048, P0050
T0017-P0076, P0078, P0080, P0082
T0018-P0113, P0115, P0117, P0119, P0121, P0123
T0019-P0164, P0166, P0168, P0170, P0172, P0174
T0020-P0203, P0205, P0199
T0021-P0020, P0030, P0050, P0082, P0123, P0162
T0022-P0020, P0030, P0050, P0078, P0115, P0195, P0205, P0220, P0304.

3.3 Campioni e Analisi della campagna del 18 novembre 2008

Questa campagna, in programma in data 11 novembre 2008 come previsto dalla frequenza del Piano di Monitoraggio, è stata posticipata al giorno 18 novembre 2008 a causa di condizioni meteo avverse.

L'attività di campionamento acque è stata eseguita nelle 7 stazioni puntuali prestabilite, utilizzando le stesse modalità precedentemente descritte

Tab.3 Tabella esplicativa stazioni di campionamento:

CodicePunto	Sigla verbale	Data	Profondità	CodicePunto	Sigla verbale	Data	Profondità
P0030	C031A	18/11/2008	02,0	P0199	C031A	18/11/2008	02,0
P0030	C031B	18/11/2008	10.0	P0199	C031B	18/11/2008	10.0
P0036	C031A	18/11/2008	02,0	P0226	C031A	18/11/2008	02,0
P0036	C031B	18/11/2008	06.5	P0226	C031B	18/11/2008	09.0
P0117	C031A	18/11/2008	02,0	P0304	C031A	18/11/2008	02,0
P0117	C031B	18/11/2008	09.0	P0304	C031B	18/11/2008	10.0
P0195	C031A	18/11/2008	02,0				
P0195	C031B	18/11/2008	06.0				

Sui campioni sono state eseguite analisi della concentrazione dei solidi in sospensione (TSS), del carbonio organico totale (TOC), dei nutrienti (Nitriti, Nitrati, Ortofosfati, Ammoniaca, Fosforo totale), dei parametri microbiologici (Enterococchi, Escherichia coli betaglucuronidasi positivo, Spore di clostridi solfito riduttori).

L'analisi dei parametri chimici di interesse sul particolato (As, Cd, Hg, Pb, Sn, V, Zn, PCB e IPA) è stata effettuata esclusivamente sui campioni prelevati nelle stazioni P0030, P0117 e P0199, ad entrambe le profondità di campionamento (-2 metri dalla superficie e +2 metri dal fondo).

Lo stesso giorno sono stati effettuati 7 profili orizzontali nei punti previsti dallo Schema Attuativo:

T0016-P0036, P0037, P0048, P0050

T0017-P0076, P0078, P0080, P0082

T0018-P0113, P0115, P0117, P0119, P0121, P0123

T0019-P0164, P0166, P0168, P0170, P0172, P0174

T0020-P0203, P0205, P0199

T0021-P0020, P0030, P0050, P0082, P0123, P0162

T0022-P0020, P0030, P0050, P0078, P0115, P0195, P0205, P0220, P0304.

3.4 Campioni e Analisi della campagna del 09 dicembre 2008

Il giorno 09 dicembre 2008 si svolta attività di campionamento acque in n. 7 stazioni di monitoraggio nelle quali sono stati eseguiti i profili verticali con la sonda. I campioni (P0030, P0036, P0117, P0195, P0199, P0226, P0304) sono stati prelevati alle profondità di -2 metri dalla sup. e +2 metri dal fondo.

Sono state eseguite analisi dei solidi in sospensione (TSS), carbonio organico totale (TOC), nutrienti e parametri microbiologici.

Sui tre campioni prelevati nei punti P0030, P0117 e P0199, in entrambe le profondità, si è effettuata l'analisi dei contaminanti.

Tab.4 Tabella esplicativa stazioni di campionamento:

CodicePunto	Sigla verbale	Data	Profondità	CodicePunto	Sigla verbale	Data	Profondità
P0030	C032A	09/12/2008	02,0	P0199	C032A	09/12/2008	02,0
P0030	C032B	09/12/2008	10.0	P0199	C032B	09/12/2008	10.0
P0036	C032A	09/12/2008	02,0	P0226	C032A	09/12/2008	02,0
P0036	C032B	09/12/2008	06.5	P0226	C032B	09/12/2008	09.0
P0117	C032A	09/12/2008	02,0	P0304	C032A	09/12/2008	02,0
P0117	C032B	09/12/2008	09.0	P0304	C032B	09/12/2008	10.0
P0195	C032A	09/12/2008	02,0				
P0195	C032B	09/12/2008	06.0				

Nella stessa giornata sono state eseguite calate verticali con la sonda in n.29 stazioni di monitoraggio per la definizione di n. 7 transetti previsti dallo Schema Attuativo:

T0016-P0036, P0037, P0048, P0050

T0017-P0076, P0078, P0080, P0082

T0018-P0113, P0115, P0117, P0119, P0121, P0123

T0019-P0164, P0166, P0168, P0170, P0172, P0174

T0020-P0203, P0205, P0199

T0021-P0020, P0030, P0050, P0082, P0123, P0162

T0022-P0020, P0030, P0050, P0078, P0115, P0195, P0205, P0220, P0304.

3.5 Campioni e Analisi della campagna del 17 dicembre 2008

In data 17 dicembre 2008 sono stati eseguiti campioni di acque in n.7 punti (P0030, P0036, P0117, P0195, P0199, P0226, P0304) alle due profondità stabilite dal Piano di Monitoraggio.

Sono state eseguite analisi della concentrazione dei solidi in sospensione (TSS), del carbonio organico totale (TOC), dei nutrienti (Azoto Ammoniacale, Azoto Nitroso, Azoto Nitrico, Ortofosfato, Fosforo totale) e dei parametri microbiologici (Enterococchi, Escherichia coli betaglucuronidasi positivo, Spore di clostridi solfito riduttori).

Le analisi dei parametri standard di interesse sul particolato (As, Cd, Hg, Pb, Sn, V, Zn, PCB e IPA) sono state eseguite sui campioni prelevati nei punti P0030, P0117 e P0199, alla profondità di -2 m dalla superficie e alla profondità di 10 m.

I profili verticali con sonda mobile sono stati eseguiti nelle 7 stazioni di campionamento.

Tab.5 Tabella esplicativa stazioni di campionamento:

CodicePunto	Sigla verbale	Data	Profondità	CodicePunto	Sigla verbale	Data	Profondità
P0030	C033A	17/12/2008	02,0	P0199	C033A	17/12/2008	02,0
P0030	C033B	17/12/2008	10.0	P0199	C033B	17/12/2008	10.0
P0036	C033A	17/12/2008	02,0	P0226	C033A	17/12/2008	02,0
P0036	C033B	17/12/2008	06.5	P0226	C033B	17/12/2008	09.0
P0117	C033A	17/12/2008	02,0	P0304	C033A	17/12/2008	02,0
P0117	C033B	17/12/2008	09.0	P0304	C033B	17/12/2008	10.0
P0195	C033A	17/12/2008	02,0				
P0195	C033B	17/12/2008	06.0				

Lo stesso giorno sono stati eseguiti n.7 profili orizzontali corrispondenti a n. 29 calate verticali nei punti previsti dallo Schema Attuativo:

T0016-P0036, P0037, P0048, P0050

T0017-P0076, P0078, P0080, P0082

T0018-P0113, P0115, P0117, P0119, P0121, P0123

T0019-P0164, P0166, P0168, P0170, P0172, P0174

T0020-P0203, P0205, P199

T0021-P0020, P0030, P0050, P0082, P0123, P0162

T0022-P0020, P0030, P0050, P0078, P0115, P0195, P0205, P0220, P0304.

4 RISULTATI CAMPAGNE DI MONITORAGGIO

4.1 Risultati della campagna del 14 ottobre 2008

La tabella seguente mostra i risultati analitici della campagna del 14 ottobre 2008 eseguiti su 7 campioni di acqua (P0030, P0036, P0117, P0195, P0199, P0226, P0304).

Nella prima colonna sono descritti i parametri standard, microbiologici e i contaminanti, nelle colonne successive i valori ottenuti dalle analisi ed i rispettivi limiti di rilevabilità.

I risultati sono rappresentati graficamente nell' Allegato 2 mediante istogrammi che mostrano l'andamento dei parametri chimici indagati.

Nel Paragrafo 1 da fig. 1 a 5 si osserva l'andamento dei metalli (As, Hg, Pb, V, Z) in 3 stazioni di campionamento (P0030, P0117 e P0199); IPA e PCB non sono rappresentati in quanto risultano inferiori al limite di rilevabilità dello strumento in tutte le Campagne effettuate.

Nel paragrafo 2 da fig. 6 a 8 si visualizzano le elaborazioni grafiche (istogrammi) dei risultati dei parametri standard (Azoto ammoniacale, Azoto Nitrico, Ortofosfato).

Le fig. 9 e 10 mostrano gli andamenti della concentrazione dei Solidi in sospensione (TSS) ed del Carbonio Organico Totale (TOC).

Tab.6 Tabella dei risultati analitici della campagna del 14 ottobre 2008

			Campagna 14/10/2008													
Parametri	uM	LdR	P0030		P0036		P0117		P0195		P0199		P0226		P0304	
			C029A	C029B	C029A	C029B	C029A	C029B	C029A	C029B	C029A	C029B	C029A	C029B	C029A	C029B
Azoto ammoniacale come N	µg/l	10	17	16	31	16	13	21	35	38	15	17	19	12	19	14
Azoto nitrico come N	µg/l	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Azoto nitroso come N	µg/l	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fosforo totale come P	µg/l	30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30
Ortofosfato come P	µg/l	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Solidi sospesi totali	mg/l	2	3	5	5	6	2	6	4	41	4	16	2	5	3	4
Carbonio organico totale (TOC)	µg/l	0.5	1.2	1.4	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1	1.1	0.8	0.8	0.8	0.8	1	0.9
Enterococchi	UFC/100 ml	1	14	8	20	22	6	8	10	26	14	4	<2	8	20	<2
Escherichia coli betaglucuronidasi positivo	UFC/100 ml	1	16	4	128	70	8	<2	78	48	20	20	<2	4	34	4
Spore di clostridi solfito riduttori	UFC/100 ml	1	10	10	14	6	<2	2	18	8	4	8	<2	<2	14	<2
Arsenico come As	µg/l	0.025	0.045	0.065			0.04	0.041			0.033	0.047				
Cadmio come Cd	µg/l	0.0013	<0.0013	<0.0013			<0.0013	<0.0013			<0.0013	<0.0013				
Mercurio come Hg	µg/l	0.0013	0.0036	0.0074			0.0041	0.0024			0.0044	0.01				
PCB	µg/l	0.005	<0.005	<0.005			<0.005	<0.005			<0.005	<0.005				
Piombo come Pb	µg/l	0.025	0.291	0.383			0.764	0.367			0.295	0.386				
Stagno come Sn	µg/l	0.15	<0.15	<0.15			<0.15	<0.15			<0.15	<0.15				
Vanadio come V	µg/l	0.15	<0.15	0.17			<0.15	0.17			<0.15	0.2				
Zinco come Zn	µg/l	0.63	1.28	1.04			<0.63	<0.63			<0.63	<0.63				
Σ IPA	µg/l	0.041	<0.041	<0.041			<0.041	<0.041			<0.041	<0.041				

4.2 Risultati della campagna del 28 ottobre 2008

La tabella seguente mostra i risultati analitici della campagna del 28 ottobre 2008 eseguiti su 7 campioni di acqua (P0030, P0036, P0117, P0195, P0199, P0226, P0304).

Nella prima colonna sono descritti i parametri standard, microbiologici e i contaminanti, nelle colonne successive i valori ottenuti dalle analisi ed i rispettivi limiti di rilevabilità.

I risultati sono rappresentati graficamente nell' Allegato 2 mediante istogrammi che mostrano l'andamento dei parametri chimici indagati.

Nel Paragrafo 1 da fig. 1 a 5 si osserva l'andamento dei metalli (As, Hg, Pb, V, Z) in 3 stazioni di campionamento (P0030, P0117 e P0199); IPA e PCB non sono rappresentati in quanto risultano inferiori al limite di rilevabilità dello strumento in tutte le Campagne effettuate.

Nel paragrafo 2 da fig. 6 a 8 si visualizzano le elaborazioni grafiche (istogrammi) dei risultati dei parametri standard (Azoto ammoniacale, Azoto Nitrico, Ortofosfato).

Le fig. 9 e 10 mostrano gli andamenti della concentrazione dei Solidi in sospensione (TSS) ed del Carbonio Organico Totale (TOC).

Tab.7 Tabella dei risultati analitici della campagna del 28 ottobre 2008

			Campagna 28/10/2008													
Parametri	uM	LdR	P0030		P0036		P0117		P0195		P0199		P0226		P0304	
			C030A	C030B	C030A	C030B	C030A	C030B	C030A	C030B	C030A	C030B	C030A	C030B	C030A	C030B
Azoto ammoniacale come N	µg/l	10	23	16	90	31	15	13	48	85	13	22	12	12	19	<10
Azoto nitrico come N	µg/l	10	16	12	30	14	13	<10	23	21	14	11	15	10	13	<10
Azoto nitroso come N	µg/l	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fosforo totale come P	µg/l	30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30
Ortofosfato come P	µg/l	10	<10	<10	11	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Solidi sospesi totali	mg/l	2	14	11	11	20	10	12	10	11	11	10	10	9	10	12
Carbonio organico totale (TOC)	µg/l	0.5	1	0.8	1	0.8	0.9	0.9	1	0.9	0.9	0.8	0.8	0.9	0.9	0.8
Enterococchi	UFC/100 ml	1	6	4	40	30	8	6	24	50	6	20	2	10	20	6
Escherichia coli betaglucuronidasi positivo	UFC/100 ml	1	18	8	108	88	6	6	26	56	<2	16	<2	6	4	4
Spore di clostridi solfito riduttori	UFC/100 ml	1	70	2	36	16	12	2	10	16	2	4	2	4	12	2
Arsenico come As	µg/l	0.025	0.049	0.044			0.046	0.053			0.034	0.043				
Cadmio come Cd	µg/l	0.0013	<0.0013	<0.0013			<0.0013	<0.0013			<0.0013	<0.0013				
Mercurio come Hg	µg/l	0.0013	0.025	0.004			0.003	0.003			0.0036	0.0049				
PCB	µg/l	0.005	<0.005	<0.005			<0.005	<0.005			<0.005	<0.005				
Piombo come Pb	µg/l	0.025	2.04	0.455			0.89	0.42			0.299	0.268				
Stagno come Sn	µg/l	0.15	<0.15	<0.15			<0.15	<0.15			<0.15	<0.15				
Vanadio come V	µg/l	0.15	0.15	<0.15			<0.15	0.17			<0.15	<0.15				
Zinco come Zn	µg/l	0.63	<0.63	<0.63			<0.63	<0.63			<0.63	<0.63				
Σ IPA	µg/l	<0.041	<0.041	<0.041			<0.041	<0.041			<0.041	<0.041				

4.3 Risultati della campagna del 18 novembre 2008

La tabella seguente mostra i risultati analitici della campagna del 18 novembre 2008 eseguiti su 7 campioni di acqua (P0030, P0036, P0117, P0195, P0199, P0226, P0304).

Nella prima colonna sono descritti i parametri standard, microbiologici e i contaminanti, nelle colonne successive i valori ottenuti dalle analisi ed i rispettivi limiti di rilevabilità.

I risultati sono rappresentati graficamente nell' Allegato 2 mediante istogrammi che mostrano l'andamento dei parametri chimici indagati.

Nel Paragrafo 1 da fig. 1 a 5 si osserva l'andamento dei metalli (As, Hg, Pb, V, Z) in 3 stazioni di campionamento (P0030, P0117 e P0199); IPA e PCB non sono rappresentati in quanto risultano inferiori al limite di rilevabilità dello strumento in tutte le Campagne effettuate.

Nel paragrafo 2 da fig. 6 a 8 si visualizzano le elaborazioni grafiche (istogrammi) dei risultati dei parametri standard (Azoto ammoniacale, Azoto Nitrico, Ortofosfato).

Le fig. 9 e 10 mostrano gli andamenti della concentrazione dei Solidi in sospensione (TSS) ed del Carbonio Organico Totale (TOC).

Tab.8 Tabella dei risultati analitici della campagna del 18 novembre 2008

			Campagna 18/11/2008													
Parametri	uM	LdR	P0030		P0036		P0117		P0195		P0199		P0226		P0304	
			C031A	C031B	C031A	C031B	C031A	C031B	C031A	C031B	C031A	C031B	C031A	C031B	C031A	C031B
Azoto ammoniacale come N	µg/l	10	32	29	53	40	45	22	58	40	23	30	22	20	29	19
Azoto nitrico come N	µg/l	10	46	26	37	32	37	26	52	38	37	36	41	27	40	24
Azoto nitroso come N	µg/l	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fosforo totale come P	µg/l	30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30
Ortofosfato come P	µg/l	10	10	10	14	14	14	<10	12	10	10	<10	<10	<10	<10	<10
Solidi sospesi totali	mg/l	2	13	11	12	12	10	13	11	14	10	11	11	9	12	12
Carbonio organico totale (TOC)	µg/l	0.5	1.2	1.2	1.3	1.3	1.2	1.1	1.2	1	1.2	1	1	1	1.2	1
Enterococchi	UFC/100 ml	1	38	8	120	58	136	12	50	12	6	8	<2	6	10	2
Escherichia coli betaglucuronidasi positivo	UFC/100 ml	1	62	<2	180	154	312	18	196	44	18	<2	4	8	26	<2
Spore di clostridi solfito riduttori	UFC/100 ml	1	<2	10	32	14	20	4	22	16	6	4	<2	4	20	<2
Arsenico come As	µg/l	0.025	0.049	0.06			0.026	0.039			<0.025	0.025				
Cadmio come Cd	µg/l	0.0013	0.0014	<0.0013			<0.0013	<0.0013			<0.0013	<0.0013				
Mercurio come Hg	µg/l	0.0013	0.0063	0.0061			0.0044	0.0037			0.0035	0.0038				
PCB	µg/l	0.005	<0.005	<0.005			<0.005	<0.005			<0.005	<0.005				
Piombo come Pb	µg/l	0.025	0.252	0.358			0.489	0.199			0.529	0.137				
Stagno come Sn	µg/l	0.15	<0.15	<0.15			<0.15	<0.15			<0.15	<0.15				
Vanadio come V	µg/l	0.15	<0.15	0.18			<0.15	<0.15			<0.15	<0.15				
Zinco come Zn	µg/l	0.63	0.8	0.79			0.66	0.74			<0.63	<0.63				
Σ IPA	µg/l	<0.041	<0.041	<0.041			<0.041	<0.041			<0.041	<0.041				

4.4 Risultati della campagna del 09 dicembre 2008

La tabella seguente mostra i risultati analitici della campagna del 09 dicembre 2008 eseguiti su 7 campioni di acqua (P0030, P0036, P0117, P0195, P199, P0226, P0304).

Nella prima colonna sono descritti i parametri standard, microbiologici e i contaminanti, nelle colonne successive i valori ottenuti dalle analisi ed i rispettivi limiti di rilevabilità.

I risultati sono rappresentati graficamente nell' Allegato 2 mediante istogrammi che mostrano l'andamento dei parametri chimici indagati.

Nel Paragrafo 1 da fig. 1 a 5 si osserva l'andamento dei metalli (As, Hg, Pb, V, Z) in 3 stazioni di campionamento (P0030, P0117 e P0199); IPA e PCB non sono rappresentati in quanto risultano inferiori al limite di rilevabilità dello strumento in tutte le Campagne effettuate.

Nel paragrafo 2 da fig. 6 a 8 si visualizzano le elaborazioni grafiche (istogrammi) dei risultati dei parametri standard (Azoto ammoniacale, Azoto Nitrico, Ortofosfato).

Le fig. 9 e 10 mostrano gli andamenti della concentrazione dei Solidi in sospensione (TSS) ed del Carbonio Organico Totale (TOC).

Tab.9 Tabella dei risultati analitici della campagna del 09 dicembre 2008

			Campagna 09/12/2008													
Parametri	uM	LdR	P0030		P0036		P0117		P0195		P0199		P0226		P0304	
			C032A	C032B	C032A	C032B	C032A	C032B	C032A	C032B	C032A	C032B	C032A	C032B	C032A	C032B
Azoto ammoniacale come N	µg/l	10	50	35	77	36	49	23	88	30	46	25	23	<10	44	12
Azoto nitrico come N	µg/l	10	87	61	132	68	120	53	154	73	123	46	49	35	108	39
Azoto nitroso come N	µg/l	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fosforo totale come P	µg/l	30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30
Ortofosfato come P	µg/l	10	10	<10	11	<10	<10	<10	11	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Solidi sospesi totali	mg/l	2	10	12	9	13	11	15	11	12	10	16	11	16	12	12
Carbonio organico totale (TOC)	µg/l	0.5	0.9	0.9	0.9	0.9	1	1	1	0.9	1	0.9	0.9	0.9	1	0.9
Enterococchi	UFC/100 ml	1	44	28	118	16	8	12	64	8	10	18	4	8	22	8
Escherichia coli betaglucuronidasi positivo	UFC/100 ml	1	94	48	166	70	50	14	128	14	16	20	20	12	24	8
Spore di clostridi solfito riduttori	UFC/100 ml	1	38	30	64	24	22	18	60	22	30	16	20	32	16	18
Arsenico come As	µg/l	0.025	0.039	0.046			0.026	<0.025			<0.025	0.051				
Cadmio come Cd	µg/l	0.0013	<0.0013	<0.0013			<0.0013	<0.0013			<0.0013	<0.0013				
Mercurio come Hg	µg/l	0.0013	0.012	0.04			0.005	0.004			0.008	0.006				
PCB	µg/l	0.005	<0.005	<0.005			<0.005	<0.005			0.82	0.8				
Piombo come Pb	µg/l	0.025	0.22	0.2			0.69	0.096			0.12	0.31				
Stagno come Sn	µg/l	0.15	<0.15	<0.15			<0.15	<0.15			<0.15	<0.15				
Vanadio come V	µg/l	0.15	0.23	0.26			<0.15	0.21			<0.15	0.35				
Zinco come Zn	µg/l	0.63	1.01	0.86			1.1	0.73			<0.63	1				
Σ IPA	µg/l	<0.04 1	<0.041	<0.041							<0.041	<0.041				

4.5 Risultati della campagna del 17 dicembre 2008

La tabella seguente mostra i risultati analitici della campagna del 17 dicembre 2008 eseguiti su 7 campioni di acqua (P0030, P0036, P0117, P0195, P0199, P0226, P0304).

Nella prima colonna sono descritti i parametri standard, microbiologici e i contaminanti, nelle colonne successive i valori ottenuti dalle analisi ed i rispettivi limiti di rilevabilità.

I risultati sono rappresentati graficamente nell' Allegato 2 mediante istogrammi che mostrano l'andamento dei parametri chimici indagati.

Nel Paragrafo 1 da fig. 1 a 5 si osserva l'andamento dei metalli (As, Hg, Pb, V, Z) in 3 stazioni di campionamento (P0030, P0117 e P0199); IPA e PCB non sono rappresentati in quanto risultano inferiori al limite di rilevabilità dello strumento in tutte le Campagne effettuate.

Nel paragrafo 2 da fig. 6 a 8 si visualizzano le elaborazioni grafiche (istogrammi) dei risultati dei parametri standard (Azoto ammoniacale, Azoto Nitrico, Ortofosfato).

Le fig. 9 e 10 mostrano gli andamenti della concentrazione dei Solidi in sospensione (TSS) ed del Carbonio Organico Totale (TOC).

Tab.10 Tabella dei risultati analitici della campagna del 17 dicembre 2008

			Campagna 17/12/2008													
Parametri	uM	LdR	P0030		P0036		P0117		P0195		P0199		P0226		P0304	
			C033A	C033B	C033A	C033B	C033A	C033B	C033A	C033B	C033A	C033B	C033A	C033B	C033A	C033B
Azoto ammoniacale come N	µg/l	10	26	19	51	34	47	19	70	47	56	19	12	12	38	<10
Azoto nitrico come N	µg/l	10	122	51	153	101	149	62	195	100	176	58	57	45	133	39
Azoto nitroso come N	µg/l	10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10	<10
Fosforo totale come P	µg/l	30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30	<30
Ortofosfato come P	µg/l	10	<10	<10	11	<10	11	<10	11	10	10	<10	<10	<10	<10	15
Solidi sospesi totali	mg/l	2	14	16	13	14	12	19	12	16	11	17	17	29	12	16
Carbonio organico totale (TOC)	µg/l	0.5	0.9	0.9	1	1	1.1	1	1.1	1.1	1	1	1.1	1.2	1	0.9
Enterococchi	UFC/100 ml	1	44	36	188	74	56	16	156	120	80	26	16	4	96	6
Escherichia coli betaglucuronidasi positivo	UFC/100 ml	1	36	28	178	76	136	24	136	92	144	36	18	14	106	12
Spore di clostridi solfito riduttori	UFC/100 ml	1	20	20	130	20	82	14	86	48	100	24	30	20	58	16
Arsenico come As	µg/l	0.025	0.031	0.04			0.037	0.082			0.032	0.065				
Cadmio come Cd	µg/l	0.0013	<0.0013	<0.0013			<0.0013	<0.0013			<0.0013	<0.0013				
Mercurio come Hg	µg/l	0.0013	0.002	0.002			0.005	0.003			0.002	0.002				
PCB	µg/l	0.005	0.06	<0.005			<0.005	<0.005			<0.005	<0.005				
Piombo come Pb	µg/l	0.025	0.5	0.268			0.362	0.326			0.553	0.285				
Stagno come Sn	µg/l	0.15	<0.15	<0.15			<0.15	<0.15			<0.15	<0.15				
Vanadio come V	µg/l	0.15	<0.15	<0.15			<0.15	0.35			<0.15	0.27				
Zinco come Zn	µg/l	0.63	1	0.86			1.45	1.56			0.89	1				
Σ IPA	ua/l	0.041	<0.041	<0.041			<0.041	<0.041			<0.041	<0.041				

4 ANALISI DATI E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

I dati rilevati da ARPAL nel periodo in esame (ottobre-dicembre 2008) nelle n.28 stazioni previste dal Piano di monitoraggio sono stati elaborati con il software Ocean Data View versione 3.3 che permette di interpolare i dati e visualizzarli in grafico.

I parametri indagati (Temperatura, Salinità, Ossigeno% e Torbidità) sono rappresentati stratificamente a tre differenti profondità:

- superficiale (0.5-1 metro);
- intermedio (3-5 metri);
- profondo (7-9 metri).

La **Temperatura** segue un andamento stagionale, nelle due campagne di ottobre (14 e 28) si è registrato un valore medio compreso tra i 20 e i 21°C, tale valore risulta costante nei tre strati indagati, come evidenziato dalla fig. 4 allegato 1 al presente report (situazione di omotermia).

Nel mese di novembre si osserva una diminuzione di temperatura fino ad un valore di 17°C (fig. 13 allegato 1), il valore minimo si registra nella campagna del 17 dicembre, con valori compresi tra i 10 e gli 11°C.

Nelle elaborazioni allegate sono state utilizzate due diverse scale di misura, in relazione al ciclo stagionale:

- scala autunnale (15 -30°C)
- scala invernale (10 -20°C).

Come già evidenziato dal precedente report (novembre 2007-settembre 2008) anche da questo studio emerge un gradiente termico orizzontale.

La Temperatura risulta massima nella zona più interna in prossimità del Molo Ravano e dello scarico ENEL (in corrispondenza delle stazioni P0020, P0030), con valori di temperatura sempre maggiori di circa 3°C della temperatura media che caratterizza più o meno uniformemente la restante parte del Golfo, tale gradiente di temperatura si nota in tutte le cinque campagne prese in esame.

Il gradiente termico orizzontale è legato allo scarico delle acque di raffreddamento della centrale termoelettrica ENEL della Spezia che utilizza le acque del Golfo per il raffreddamento dei condensatori e riversa un getto idraulico caldo, tale fenomeno risulta meno evidente nelle campagne estive.

Nello strato intermedio (4 m.) il gradiente orizzontale tende invece ad affievolirsi per scomparire in quello profondo (8 m).

Per quanto riguarda il gradiente verticale, dall'analisi delle figure non si evidenziano differenze di temperatura tra i due strati (4 e 8 m.), si evidenzia pertanto una situazione di omotermia dovuta al rimescolamento delle acque.

Per quanto riguarda l'andamento temporale della **Salinità** superficiale si è registrato un gradiente orizzontale dovuto sia alla presenza della centrale ENEL sia all'apporto di acqua dolce proveniente dai corpi idrici presenti (Canale Lagora).

Nella campagna del 14 Ottobre nelle stazioni P0020 e P0030 si è registrato un valore di salinità pari a 37.8 PSU inferiore di quello misurato nella restante zona del Golfo pari a 38.1 PSU (fig. 5 allegato 1).

Tale gradiente orizzontale si è osservato anche nelle Campagne del 28 Ottobre e del 18 Novembre nelle quali il minimo di salinità si è raggiunto in prossimità della Centrale Enel (P0020) mentre nella restante parte del Golfo il valore è superiore di circa 0.5 PSU (fig.7 e 13).

Nella Campagna del 18 Novembre la Salinità minima è stata misurata, come in precedenza, nel punto P0020 (36.9 PSU), aumentando nel resto del Golfo fino ad un valore di 37.4 PSU (fig.13).

Nelle campagne del 18 novembre, 9 e 17 dicembre si è osservato invece un massimo di salinità nella zona di scarico della Centrale Enel (Salinità=33.5 PSU), come illustrato in fig. 25 e un gradiente orizzontale superficiale che diminuisce da Levante (32 PSU) verso Ponente (30.5 PSU).

Tale variazione dell'andamento della salinità è giustificato dall'elevata piovosità che ha caratterizzato le giornate antecedenti le Campagne di Monitoraggio, nelle quali sono stati raggiunti valori minimi di salinità pari a 30 PSU.

Per quanto concerne l'Ossigeno percentuale si riscontra nell'intero periodo esaminato un gradiente verticale verso gli strati profondi, in superficie si rilevano valori compresi tra l'85 e il 90% mentre in profondità l'O₂% assume valori compresi tra il 90 e il 100%, il valore massimo pari al 102% è stato registrato nella Campagna del 17 Dicembre alla profondità di 8 metri.

La Torbidità è mediamente compresa tra 2.5 e 3 FTU (colore blu) ed aumenta con la profondità raggiungendo valori di 5 FTU (colore verde) sul fondo.

Solo nelle campagne del 14 e 28 Ottobre si sono registrati valori maggiori pari a 12 e 13 FTU rispettivamente nei punti P0082-P0164 e nel P0203-P0205 limitatamente alla strato superficiale.

Dall'analisi delle sezioni orizzontali si può affermare che si tratta di due eventi puntuali, probabilmente imputabili ad eventi piovosi verificatisi nelle giornate precedenti.

Dall'esame delle rappresentazioni si nota che nelle Campagne di Dicembre si verifica l'ingresso nel Golfo, dal varco di Levante e di Ponente, di una massa d'acqua a torbidità compresa tra 12 e 15 FTU superiore a quella registrata nello strato intermedio (7 FTU) e superficiale (2.5 FTU) (fig. 24 e 30 allegato 1).

Nell'**Allegato 2** al paragrafo 1 sono rappresentati i diagrammi che mostrano l'andamento dei **metalli** (As, Cd, Hg, Pb, Va, Zn) nelle tre stazioni di campionamento a due diverse profondità (-2 m dalla superficie e +2m dal fondo).

Dall'elaborazione dei risultati analitici si osserva un indice di inquinamento da piombo (fig. 3) in tutte le campagne di monitoraggio eseguite nel periodo di studio e in tutti i campioni prelevati.

I valori più alti si riscontrano in corrispondenza del punto P0030 (situato in prossimità del molo Ravano) in superficie, in particolare nella campagna del 28 ottobre, alla prof. A, si è riscontrato il valore massimo di 2.04 µg/l.

I valori riscontrati sono dello stesso ordine di grandezza di quelli registrati nel periodo di studio precedente (Novembre 2007-Settembre 2008), nella stessa stazione di monitoraggio (P0030).

Per quanto riguarda i parametri Arsenico e Mercurio, come per il Piombo, i valori maggiori si sono riscontrati nel punto P0030. Per l'Arsenico (fig. 1 allegato 2) i valori risultano inferiori a quelli rilevati nel precedente studio, per il Mercurio il valore massimo si è registrato nella campagna del 9 dicembre ed è pari a 0.04 FTU (fig. 2 allegato 2).

Nel paragrafo 2 sono rappresentati gli andamenti dei **parametri Standard** (Azoto Ammoniacale, Azoto Nitrico, Ortofosfato, Fosforo totale), dei Solidi in sospensione e del Carbonio Organico Totale (TOC) eseguiti in sette stazioni di monitoraggio a due profondità.

Il parametro Azoto Ammoniacale risulta compreso tra 10 e 90 $\mu\text{g/l}$ con valori massimi rilevati nella Campagna del 28 Ottobre 2008 pari a 90 FTU nella stazione P0036 (fig. 6), tale intervallo di valori coincide con quello registrato nel precedente periodo di studio Novembre 2007- Settembre 2008.

Si osserva che i valori registrati alla profondità di - 2 metri sono superiori a quelli rilevati nel campione profondo.

Per quanto riguarda il parametro Azoto Nitrico si osserva un incremento dei valori nel tempo (fig. 7), nella Campagna del 14 Ottobre 2008 i valori sono tutti inferiori al limite di rilevabilità ($\text{LdR}=10 \mu\text{g/l}$) mentre nella Campagna del 17 Dicembre si raggiungono valori massimi pari a 150 $\mu\text{g/l}$ nel P0195 e P0199 nei campioni eseguiti in superficie, molto maggiori rispetto a quelli rilevati nello studio precedente.

I Solidi in sospensione (TSS) sono mediamente compresi tra 2 e 20 mg/l con valori più bassi registrati nei campioni superficiali mentre in profondità si osservano due picchi 41 e 29 mg/l rispettivamente nelle stazioni P0195 e P0226 nelle Campagne del 14 Ottobre e 17 Dicembre 2008 (fig. 9).

Per quanto concerne il parametro Carbonio Organico Totale (TOC) l'intervallo di valori riscontrato è compreso tra 0.5 e 1.4 mg/l come peraltro riscontrato nello studio precedente.

Dall'analisi dei diagrammi relativi ai parametri determinati (Allegato 2) nelle stazioni P0030 posizionata in prossimità delle panne del Molo Ravano, P117 situata al centro del Golfo e P0199 situata presso gli impianti di Mitilicoltura, non si evidenzia un trend nelle diverse campagne di monitoraggio né per quanto riguarda le due profondità di campionamento della stessa stazione né per le tre diverse stazioni, a significare che le limitate attività di dragaggio non hanno avuto effetti apprezzabili. Si segnala che nel periodo considerato ottobre-dicembre 2008 le attività di dragaggio del Molo Ravano sono state effettuate solo nella prima quindicina di ottobre.

Come già ricordato nel paragrafo 1 in seguito ad un guasto tecnico del sistema di trasmissione dei dati dalle sonde multiparametriche installate sulle Boe fisse, non è stato possibile effettuare il monitoraggio della variazione delle caratteristiche chimico-fisiche della colonna d'acqua per indisponibilità dei dati.