

<p>SAL Piano Monitoraggio Lavori banchinamento Porto Canale</p> <p>Data: GIUGNO 2010 Rev 0</p>		<p>AUTORITÀ PORTUALE CAGLIARI</p>
--	--	---------------------------------------

**STATO AVANZAMENTO
DEL PIANO DI MONITORAGGIO RELATIVO AI LAVORI DI
BANCHINAMENTO DEL BACINO DI EVOLUZIONE
DEL PORTO CANALE**

**III TRIMESTRE
FEBBRAIO 2010 – APRILE 2010**

<p>SAL PIANO MONITORAGGIO LAVORI di BANCHINAMENTO del PORTO CANALE</p> <p>Data: GIUGNO 2010 Rev 0</p>		<p>AUTORITÀ PORTUALE CAGLIARI</p>
---	--	---------------------------------------

GRUPPO DI LAVORO

COORDINAMENTO SCIENTIFICO

Prof. Antonio Viola

RESPONSABILE SEZIONE INGEGNERIA AMBIENTALE

Ing. Davide Carta

RESPONSABILE SEZIONE ANALITICA

Dott. Edoardo Suardi

COORDINAMENTO ATTIVITA'

Dr. Felicina Trebini

<p>SAL PIANO MONITORAGGIO LAVORI di BANCHINAMENTO del PORTO CANALE</p> <p>Data: GIUGNO 2010 Rev 0</p>		<p>AUTORITÀ PORTUALE CAGLIARI</p>
--	--	--

INDICE

1.	ATTIVITÀ MONITORAGGIO PORTO CANALE	4
1.1	Obiettivi e sintesi delle attività	4
2.	ATTIVITÀ MONITORAGGIO QUALITÀ DELL'ARIA	5
2.1	ATTIVITÀ MONITORAGGIO POLVERI TOTALI	6
2.1.1	Materiali e metodi monitoraggio polveri totali	6
2.2	ATTIVITÀ MONITORAGGIO DEPOSIZIONI AL SUOLO	13
2.2.1	Materiali e metodi monitoraggio deposizioni atmosferiche	13
2.3	ATTIVITÀ MONITORAGGIO LABORATORIO MOBILE	25
2.3.1	Materiali e metodi monitoraggio laboratorio mobile	25
2.3.2	Risultati monitoraggio PM10, CO, SO2, NO2, Benzene, Toluene e Xilene con laboratorio mobile	26
3.	ATTIVITÀ MONITORAGGIO QUALITÀ DELLE ACQUE	35
3.1	MONITORAGGIO ACQUA	35
3.1.1	Materiali e metodi monitoraggio acqua	35
3.1.2	Risultati monitoraggio acque mare	38
3.1.3	Materiali e metodi monitoraggio sedimenti marini	45
3.1.4	Risultati monitoraggio sedimenti	46
4.	ATTIVITÀ MONITORAGGIO BIOCENOSI	49
4.1	MONITORAGGIO ZOOBENTHOS NEI SEDIMENTI MARINI	49
4.1.1	Materiali e metodi monitoraggio zoobenthos sedimenti	49
4.1.2	Risultati monitoraggio zoobenthos sedimenti	49
5.	CONCLUSIONI	51

<p>SAL PIANO MONITORAGGIO LAVORI di BANCHINAMENTO del PORTO CANALE</p> <p>Data: GIUGNO 2010 Rev 0</p>		<p>AUTORITÀ PORTUALE CAGLIARI</p>
---	--	---------------------------------------

1. ATTIVITÀ MONITORAGGIO PORTO CANALE

1.1 Obiettivi e sintesi delle attività

L'obiettivo del piano di monitoraggio è quello di verificare gli eventuali impatti sull'ambiente generati dai lavori svolti nell'ambito del piano di banchinamento del lato sud del bacino di evoluzione del Porto Canale.

È stata definita una metodologia e una procedura per il monitoraggio ambientale che prevede le seguenti attività:

- monitoraggio qualità dell'aria
 - ✓ misure polveri totali;
 - ✓ deposizioni aeree;
 - ✓ misure qualità aria con laboratorio mobile.

- monitoraggio qualità delle acque:
 - ✓ analisi delle acque;
 - ✓ misure di torbidità;
 - ✓ analisi sedimenti;
 - ✓ analisi biologica delle biocenosi.

Le attività sono finalizzate alla valutazione degli effetti dell'intervento nelle fasi Ante Operam (A.O.), della Fase Costruttiva (F.C.) e della Fase Post Operam (P.O.).

Le relazioni già consegnate contenevano i risultati delle attività di monitoraggio dei comparti ambientali nella fase Ante Operam e nella Fase Costruttiva. La presente relazione contiene i risultati delle attività di monitoraggio svolte nel terzo trimestre (febbraio 2010-aprile 2010). Questo consentirà di avere una visione continua della qualità ambientale dell'area e, inoltre, di evidenziare eventuali variazioni tra la fase antecedente, la fase dei lavori e la fase successiva.

Sono attualmente ancora in corso le attività della Fase Costruttiva. Durante questo trimestre sono state effettuate le attività di dragaggio in mare e sono proseguite le attività di banchinamento. Al termine dei lavori di banchinamento inizieranno i monitoraggi della fase Post Operam per verificare sia eventuali impatti successivi alle attività sia gli effetti generati dalla fase di utilizzazione della banchina.

2. ATTIVITÀ MONITORAGGIO QUALITÀ DELL'ARIA

Nel III trimestre, secondo quanto previsto dal Piano di Monitoraggio Ambientale (P.M.A.), sono stati eseguiti i monitoraggi delle polveri totali, delle deposizioni al suolo e della qualità dell'aria con il laboratorio mobile.



Fig. 2.1 - ubicazione stazioni monitoraggio aria con rosa dei venti.

<p>SAL PIANO MONITORAGGIO LAVORI di BANCHINAMENTO del PORTO CANALE</p> <p>Data: GIUGNO 2010 Rev 0</p>		<p>AUTORITÀ PORTUALE CAGLIARI</p>
---	--	---------------------------------------

2.1 ATTIVITÀ MONITORAGGIO POLVERI TOTALI

2.1.1 *Materiali e metodi monitoraggio polveri totali*

Per la determinazione delle polveri totali con strumentazione portatile è stato utilizzato il metodo NIOSH 0500. Le misurazioni sono state effettuate con gli strumenti Universal Pump Model 224-PCXR8 (campionatore elettronico con controllo automatico del flusso) della SKC Instruments Inc. in grado di individuare le polveri totali sospese (TSP). Si tratta di pompe volumetriche in grado di funzionare in modo continuo senza richiedere interventi per la manutenzione per un tempo ragionevolmente lungo con annesso un dispositivo che consente la regolazione della portata a valori stabiliti.

Il materiale particolato è stato determinato attraverso la filtrazione dell'aria con conseguente raccolta del particolato in sospensione.

Nelle quattro stazioni prescelte (fig. 2.1) sono state posizionate ogni mese le pompe e lasciate in funzione per cinque giorni durante il tempo di attività del cantiere.

Sono stati utilizzati i seguenti strumenti:

- ✓ campionario volumetrico a portata costante;
- ✓ bilancia analitica;
- ✓ ugello porta-filtro;
- ✓ filtro in cellulosa;
- ✓ tubi di raccordo.

L'obiettivo è stato quello di monitorare le polveri sollevate e diffuse durante gli interventi di realizzazione delle opere (demolizioni, scavi, movimentazione di inerti e transito di mezzi da lavoro). Prima di ogni misura è stata effettuata la taratura della strumentazione seguendo le indicazioni riportate nel manuale operativo fornito dal produttore.

La stazione esterna al cantiere (st. 1), per cause di forza maggiore, non è stata più monitorata dal mese di marzo. Infatti dopo l'ennesimo furto dell'attrezzatura di monitoraggio (1 Universal Pump Model 224-PCXR8 e 2 deposimetri) anche dopo aver inutilmente cambiato postazione (in zone più riparate e meno visibili) siamo stati costretti a non lasciare più materiale fuori dal cantiere.

<p>SAL PIANO MONITORAGGIO LAVORI di BANCHINAMENTO del PORTO CANALE</p> <p>Data: GIUGNO 2010 Rev 0</p>		<p>AUTORITÀ PORTUALE CAGLIARI</p>
---	--	---------------------------------------

2.1.2 Risultati monitoraggio polveri totali

Le polveri totali sospese sono costituite da una miscela complessa di sostanze organiche ed inorganiche che si presentano in fase liquida e solida. Le emissioni delle polveri potrebbero esser causate principalmente dai movimenti di terra, dagli spostamenti dei veicoli sulle superfici non pavimentate, dall'accumulo di materiali polverosi all'aperto e dalle principali operazioni di cantiere (demolizioni, carico e scarico). L'attività di cantiere è potenzialmente caratterizzata da polverosità di intensità non costante, dipendente dal numero e dal tipo di macchinari e attrezzature in uso, per cui anche in questo trimestre sono state poste in essere tutte le opere di mitigazione necessarie - durante le attività nel cantiere - per il contenimento dei potenziali impatti e previste dallo Studio di Impatto Ambientale, quali:

- ✓ limitazione della velocità dei mezzi in movimento;
- ✓ umidificazione delle aree di lavoro e i cumuli di materiale;
- ✓ bagnamento delle strade non pavimentate soprattutto nei periodi secchi.

I risultati relativi al terzo trimestre, così come quelli dei precedenti campionamenti, hanno mostrato valori sempre ben al di sotto del valore limite soglia di 3000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ individuato dall'ACGIH (American Conference of Industrial Hygienists) e riportato dal Giornale degli Igienisti Industriali nel Supplemento al Volume 34 n. 2 Aprile 2009.

Le concentrazioni delle polveri sono risultate nella maggior parte dei campionamenti al di sotto dei limiti di rilevabilità (<0.001 $\mu\text{g}/\text{l}$).

I valori più elevati sono stati osservati nel mese di febbraio nella stazione 1 (301 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 573 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), nella stazione 3 (249 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e nella stazione 4 (132.67 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), i venti predominanti in questo periodo sono risultati quelli provenienti da ovest/nord ovest e dunque le influenze risulterebbero prevalentemente esterne al cantiere (fig. 2.6). L'unico altro picco di rilievo è stato registrato nella stazione 1 nel mese di marzo (123.6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Nel mese di aprile la concentrazione maggiore rilevata è stata di 54.8 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ nella stazione 3.

Dal confronto con i risultati dei "bianchi" - ovvero dei monitoraggi effettuati a cantiere non attivo - non si notano differenze significative.

SAL PIANO MONITORAGGIO LAVORI di BANCHINAMENTO del PORTO CANALE Data: GIUGNO 2010 Rev 0		AUTORITÀ PORTUALE CAGLIARI
--	--	---------------------------------------

In conclusione per le polveri totali non sono stati rilevati impatti di alcun tipo per l'ambiente e per le persone e le variazioni delle concentrazioni sono risultate influenzate - con molta probabilità - principalmente da fattori esterni.

Tab 2.1 – concentrazioni polveri monitoraggio Ante Operam

	Conc. polveri tot. $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
	St.1	St.2	St.3	St.4
Blank	1.06	1.08	1.07	1.07
Blank	6.28	39.95	21.94	21.74
Blank	13.91	56.39	12.79	54.78

Tab. 2.2 – Concentrazioni polveri monitoraggio terzo trimestre Fase Operativa

	Conc. polveri tot. $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
	St.1	St.2	St.3	St.4
I camp. feb.	<0.001	<0.001	248.864	<0.001
II camp. feb.	301.5	<0.001	<0.001	72.49
III camp. feb.	573.9	<0.001	<0.001	132.67
IV camp. feb.	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
V camp. feb.	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
I camp. mar.	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
II camp. mar.	123.64	<0.001	<0.001	<0.001
III camp. mar.	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
IV camp. mar.*	<0.001	-	<0.001	<0.001
V camp. mar.*	<0.001	-	<0.001	<0.001
I camp. apr.*	<0.001	-	54.8	<0.001
II camp. apr.*	<0.001	-	<0.001	<0.001
III camp. apr.*	<0.001	-	13.528	<0.001
IV camp. apr.*	<0.001	-	35.8	38.3
IV camp. apr.	36.02	-	<0.001	<0.001

*Nel mese di aprile i campionamenti nella stazione 2 (esterna al cantiere) sono stati interrotti a causa dei ripetuti furti.



Figura 2.2 - misuratore delle polveri totali st. 1 (ingresso cantiere Porto Canale)



Figura 2.3 - misuratore polveri totali nella stazione st. 3.



Figura 2.4 – misuratore polveri nella st. 4.

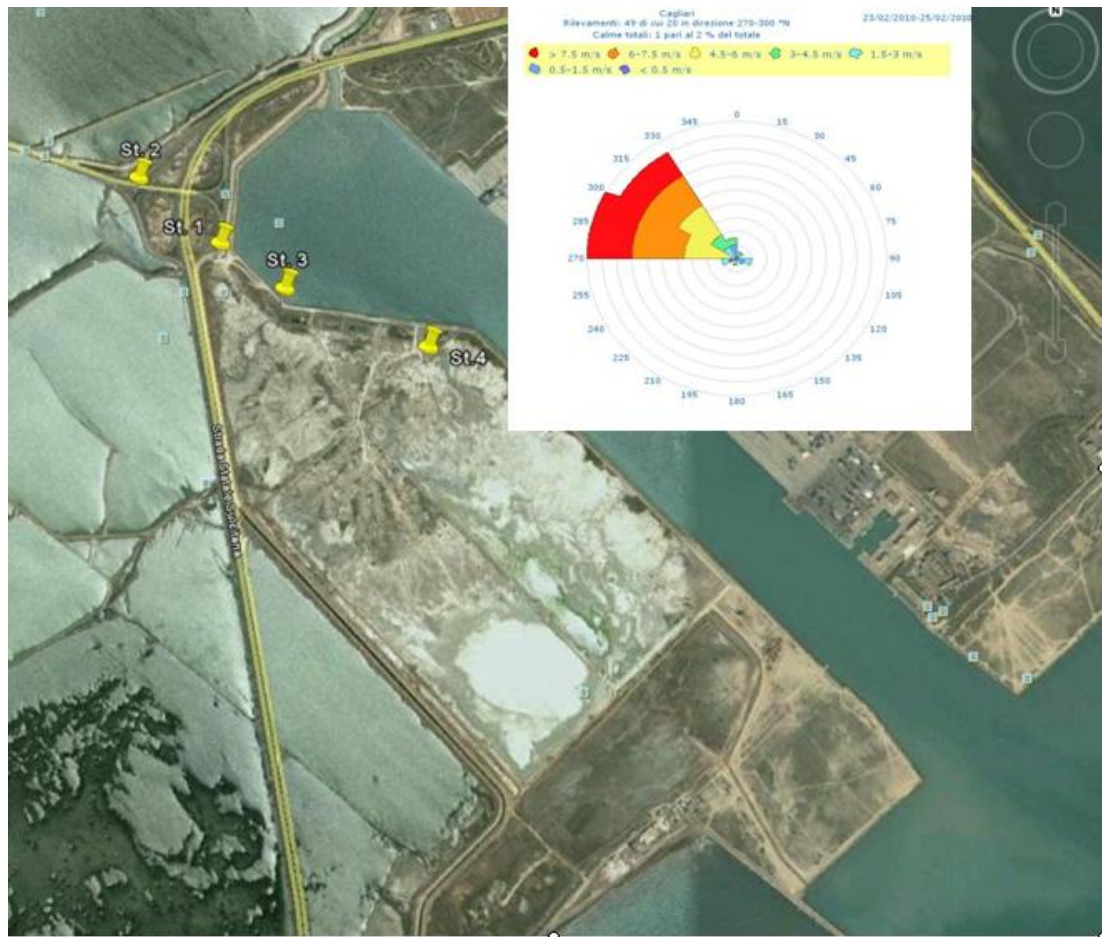


Figura 2.6 - stazioni di monitoraggio e rosa dei venti nei giorni in cui sono stati rilevati i picchi maggiori (23-25 febbraio 2010).

<p>SAL Piano Monitoraggio Lavori banchinamento Porto Canale</p> <p>Data: GIUGNO 2010 Rev 0</p>		<p>AUTORITÀ PORTUALE CAGLIARI</p>
--	--	--

2.2 ATTIVITÀ MONITORAGGIO DEPOSIZIONI AL SUOLO

2.2.1 *Materiali e metodi monitoraggio deposizioni atmosferiche*

La deposizione atmosferica dell'aerosol e dei gas avviene secondo due modalità: umida e secca. La deposizione secca delle particelle avviene per impatto diretto e sedimentazione gravitazionale delle stesse su terra e acqua. La deposizione umida comprende l'acqua, i suoi gas disciolti, insieme a qualsiasi altro materiale particellare insolubile.

Per la determinazione delle deposizioni atmosferiche umide e secche sono stati utilizzati degli appositi strumenti composti da un raccoglitore - previamente decontaminato e accuratamente lavato - con un imbuto attraverso il quale raccogliere le deposizioni.

I deposimetri sono stati collocati nelle stesse stazioni di campionamento delle polveri totali, ma a circa 1.5 metri di altezza e sono stati sostituiti con una cadenza mensile.

Dunque questi appositi strumenti hanno raccolto per un intero mese tutte le acque piovane e le deposizioni.

Sono state eseguite le seguenti attività:

- ✓ recupero del materiale solido sedimentato mediante lavaggio con l'acqua piovana raccolta e/o acqua distillata a costituire un unico campione comprendente anche la fase solida;
- ✓ separazione delle fasi liquida e solida mediante filtrazione;
- ✓ analisi del sedimentato solido;
- ✓ analisi della fase liquida mediante prelievo di un'aliquota per la determinazione di: Residuo Solido Totale, metalli d'interesse tossicologico, fluoruri, magnesio, calcio, stronzio e bario, sodio e potassio.

2.2.2 *Risultati monitoraggio deposizioni atmosferiche*

La raccolta dell'acqua piovana, eseguita con specifici criteri, e con essa del particolato, sia esso di origine antropica, che di origine naturale (si pensi alle piogge "rosse" causate dal trasporto eolico di sabbie provenienti dal Nord Africa), costituiscono le basi del cosiddetto *monitoraggio delle deposizioni atmosferiche*.

L'indagine sulle deposizioni ha lo scopo di verificare le condizioni di ricaduta delle deposizioni atmosferiche costituite dalla frazione secca e da quella umida, le informazioni che possono essere dedotte da questa attività riguardano:

<p>SAL PIANO MONITORAGGIO LAVORI di BANCHINAMENTO del PORTO CANALE</p> <p>Data: GIUGNO 2010 Rev 0</p>		<p>AUTORITÀ PORTUALE CAGLIARI</p>
--	--	--

1. le quantità di sostanze saline in soluzione (cloruri di sodio e potassio, solfato di magnesio e metalli alcalino-terrosi, i tipici costituenti degli aerosol salini);
2. le quantità di metalli disciolti (metalli significativi per la salute);
3. le quantità di metalli presenti nel particolato raccolto;
4. le quantità totali di sali (somma dei parametri precedentemente descritti).

Sono state registrate mensilmente le ricadute al suolo nell'area del cantiere del Porto Canale e nella zona limitrofa da febbraio 2010 ad aprile 2010.

Poiché non esiste un riferimento normativo nazionale per le deposizioni è stato effettuato un confronto tra i risultati ottenuti nelle quattro stazioni e una valutazione delle variazioni temporali. La collocazione dei deposimetri (che ha coinciso con quella delle polveri totali) ha tenuto conto ovviamente delle esigenze di rappresentatività dei campioni all'interno del cantiere, anche se va comunque considerata la particolare posizione del Porto Canale – limitrofo ad un aeroporto, ad una strada statale, ad un porto, ad una zona industriale e al mare – che comunque può rendere di difficile interpretazione i dati ottenuti.

Nel mese di aprile due deposimetri sono andati persi: quello della stazione esterna (st.2) perché rubato e quello della stazione 3 perché è stato rovesciato (a metà del mese) durante i lavori del cantiere e questo ha reso i risultati non più attendibili.

Le maggiori concentrazioni delle sostanze saline in soluzione sono state registrate nel mese di febbraio 2010 (6858 kg/km²/mese nella st. 3 e 4092 kg/km²/mese nella st.2) e le più basse nel mese di marzo (716 e 106 kg/km²/mese, rispettivamente st. 1 e st. 2).

Anche in queste deposizioni secche e umide è stata osservata l'influenza dell'aerosol marino con una netta prevalenza di NaCl (uno dei principali costituenti dell'aerosol marino) e a seguire di MgSO₄ e Ca. Anche per i metalli le concentrazioni maggiori sono state registrate nel mese di febbraio (526 kg/km²/mese e 381 kg/km²/mese, rispettivamente nelle stazioni 3 e 4). È evidente una correlazione tra concentrazioni più elevate e precipitazioni, infatti nel mese di febbraio è stato anche registrato un notevole volume di precipitazioni.

Le elevate precipitazioni hanno influenzato i risultati aumentando le concentrazioni delle sostanze presenti nelle deposizioni raccolte nell'arco di un intero mese.

Rispetto al monitoraggio del trimestre precedente è stata osservata una diminuzione delle deposizioni in tutti i tre mesi sia delle sostanze saline in soluzione sia dei metalli, nonostante il cantiere fosse in egual modo in piena attività e anzi con in più la draga in funzione nelle acque. Questi risultati fanno intuire come siano molti i fattori che influiscono sulle deposizioni secche e umide (aerosol marino, condizioni meteorologiche, attività presenti

SAL PIANO MONITORAGGIO LAVORI di BANCHINAMENTO del PORTO CANALE Data: GIUGNO 2010 Rev 0	 SARTEC <small>SARAS RICERCHE E TECNOLOGIE</small>	AUTORITÀ PORTUALE CAGLIARI
--	---	---------------------------------------

nelle aree limitrofe, variabilità dei complessi meccanismi che influenzano la dispersione atmosferica), e quanto non sia correlabile l'emissione dovuta alle attività di cantiere con le concentrazioni rilevate.

SAL Piano Monitoraggio Lavori banchinamento Porto Canale Data: GIUGNO 2010 Rev 0	 SARTEC <small>SARAS RICERCHE E TECNOLOGIE</small>	AUTORITÀ PORTUALE CAGLIARI
---	---	--

**Campionamento mediante deposimetri
 Sostanze saline in soluzione**

Febbraio 2010								
Stazioni	MgSO ₄	Ca	Sr	Ba	NaCl	KCl	Volume	mg assoluti
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	ml	
St.1	4965	2823	14	9	16111	681	1290	32
St. 2	5777	5339	23	9	15979	1054	9240	260
St. 3	12840	10910	104	25	37516	1478	6940	436
St. 4	12464	4682	36	19	43536	1921	3610	226

Tab. 2.2.1 – Sostanze saline in soluzione nelle quattro stazioni nel mese di febbraio 2010

**Campionamento mediante deposimetri
Metalli in soluzione**

Febbraio 2010									
Stazioni	Zn	Pb	Cd	Ni	V	Cu	Hg	Volume	mg assoluti
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	ml	
St.1	3282	<0.003	0.001	4.0	0.002	0.002	0.0001	1290	4.24
St. 2	39	<0.003	0.001	0.002	0.002	3.0	0.0001	9240	0.39
St. 3	4825	<0.003	0.001	4.0	0.002	0	0.0001	6940	33.51
St. 4	6723	<0.003	0.001	0.002	0.002	3.0	0.0001	3610	24.28

Tab. 2.2.2 - Metalli in soluzione nelle quattro stazioni nel mese di febbraio 2010

**Campionamento mediante deposimetri
Metalli su filtro**

Febbraio 2010							
Stazioni	Zn	Pb	Cd	Ni	V	Cu	Hg
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
St.1	7.5	87.2	5.7	29.6	45.0	80.1	2.0
St. 2	4725	154.4	1.3	41.2	70.3	123.3	0.0001
St. 3	16878	56.6	<0.001	26.8	47.9	49.5	0.0001
St. 4	15803	59.3	<0.001	32.1	71.2	83.2	0.0001

Tab. 2.2.3 – Metalli su filtro nelle quattro stazioni nel mese di febbraio 2010

SAL PIANO MONITORAGGIO LAVORI di BANCHINAMENTO del PORTO CANALE Data: GIUGNO 2010 Rev 0	 SARTEC <small>SARAS RICERCHE E TECNOLOGIE</small>	AUTORITÀ PORTUALE CAGLIARI
---	---	--

**Campionamento mediante deposimetri
 Sostanze saline in soluzione**

Marzo 2010								
Stazioni	MgSO ₄	Ca	Sr	Ba	NaCl	KCl	Volume	mg assoluti
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	ml	
St.1	32928	43977	233	40	117070	5265	220	44
St. 2	2325	2001	8	4	8166	504	500	7
St. 3	23557	21110	148	39	84175	2975	680	90
St. 4	32429	28612	173	13	119983	13207	400	78

Tab. 2.2.4 – Sostanze saline in soluzione nelle quattro stazioni nel mese di marzo 2010

SAL PIANO MONITORAGGIO LAVORI di BANCHINAMENTO del PORTO CANALE Data: GIUGNO 2010 Rev 0	 SARTEC <small>SARAS RICERCHE E TECNOLOGIE</small>	AUTORITÀ PORTUALE CAGLIARI
---	---	--

**Campionamento mediante deposimetri
 Metalli in soluzione**

Marzo 2010									
Stazioni	Zn	Pb	Cd	Ni	V	Cu	Hg	Volume	mg assoluti
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	ml	
St.1	1004	6.59	2.7	8.4	4.8	44.6	0.45	220	0.23
St. 2	423	2.90	1.2	4.2	1.5	4.0	0.30	500	0.21
St. 3	13910	2.90	1.2	6.8	1.5	3.5	0.20	680	9.47
St. 4	517	3.63	1.5	6.9	3.9	27.5	0.25	400	0.22

Tab. 2.2.5 - Metalli in soluzione nelle quattro stazioni nel mese di marzo 2010

**Campionamento mediante deposimetri
Metalli su filtro**

Marzo 2010							
Stazioni	Zn	Pb	Cd	Ni	V	Cu	Hg
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
St.1	10.5	58.7	1.4	31.3	55.5	139	0.2
St. 2	15.0	1,232	3.7	46.8	55.2	362	0.9
St. 3	13.2	48.2	1.4	37.5	55.6	49	0.8
St. 4	10.1	2.59	1.1	1.4	1.3	2.1	0.18

Tab. 2.2.6 – Metalli su filtro nelle quattro stazioni nel mese di marzo 2010

**Campionamento mediante deposimetri
Sostanze saline in soluzione**

Aprile 2010								
Stazioni	MgSO ₄	Ca	Sr	Ba	NaCl	KCl	Volume	mg assoluti
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	ml	
St.1	6390	13030	58	13	16726	2899	3300	129
St. 4	6323	9921	68	13	14284	6659	4760	177

Tab. 2.2.7 – Sostanze saline in soluzione nelle quattro stazioni nel mese di aprile 2010

**Campionamento mediante deposimetri
Metalli in soluzione**

Aprile 2010										
Stazioni	Zn	Pb	Cd	Ni	V	Cu	Hg	Volume	mg assoluti	
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	ml		
St.1	79	0.003	0.001	0.002	0.002	14	1	3300	0.3	
St. 4	2089	0.003	0.001	0.002	0.002	20	0.0001	4760	10	

Tab. 2.2.8 – Metalli in soluzione nelle quattro stazioni nel mese di aprile 2010

SAL PIANO MONITORAGGIO LAVORI di BANCHINAMENTO del PORTO CANALE Data: GIUGNO 2010 Rev 0	 SARTEC <small>SARAS RICERCHE E TECNOLOGIE</small>	AUTORITÀ PORTUALE CAGLIARI
---	---	--

**Campionamento mediante deposimetri
 Metalli su filtro**

Aprile 2010							
Stazioni	Zn	Pb	Cd	Ni	V	Cu	Hg
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
St.1	502	4	0.1	2	5	5	0.0001
St. 4	909	2	0.3	2	4	12	0.0001

Tab. 2.2.9 – Metalli su filtro nelle quattro stazioni nel mese aprile 2010

Campionamento con deposimetri - Ricadute totali trimestre

feb-2010		
Stazione	Ricaduta sostanze solubili kg/km ² /mese	Ricaduta Corpuscolato kg/km ² /mese
St.1	973	275
St. 2	6680	1947
St. 3	13416	1224
St. 4	5617	1179

Tab. 2.2.10 – Deposizioni totali nelle quattro stazioni nel mese di febbraio 2010

mar-2010		
Stazione	Ricaduta sostanze solubili kg/km ² /mese	Ricaduta Corpuscolato kg/km ² /mese
St.1	1501	883
St. 2	706	619
St. 3	2739	698
St. 4	1851	909

Tab. 2.2.11 – Deposizioni totali nelle quattro stazioni nel mese di marzo 2010

apr-2010		
Stazione	Ricaduta sostanze solubili kg/km ² /mese	Ricaduta Corpuscolato kg/km ² /mese
St.1	3.75	14616
St. 4	4.64	5522

Tab. 2.2.12 – Deposizioni totali nelle quattro stazioni nel mese di aprile 2010

<p>SAL PIANO MONITORAGGIO LAVORI di BANCHINAMENTO del PORTO CANALE</p> <p>Data: GIUGNO 2010 Rev 0</p>		<p>AUTORITÀ PORTUALE CAGLIARI</p>
---	--	--

2.3 ATTIVITÀ MONITORAGGIO LABORATORIO MOBILE

2.3.1 *Materiali e metodi monitoraggio laboratorio mobile*

Durante il trimestre di riferimento è stato effettuato periodicamente il monitoraggio in continuo dei parametri di qualità dell'aria (PM10, CO, SO2, NO2, Benzene, Toluene e Xileni). Contemporaneamente sono stati acquisiti i dati meteorologici.

Tra febbraio e marzo il laboratorio mobile è stato posizionato nel Porto Canale nel sito stabilito in accordo con i due capo-cantiere e il responsabile della sicurezza.

Sono risultate necessarie alcune riunioni e diversi sopralluoghi per valutare i potenziali problemi del posizionamento del mezzo all'interno di un cantiere in piena attività. L'obiettivo di tali studi propedeutici è stato quello di individuare, in primis, l'ubicazione idonea e ottimale per le attività di monitoraggio, e che contemporaneamente non ostacolasse il passaggio dei mezzi e garantisse il lavoro in sicurezza di tutti i lavoratori. Il laboratorio mobile è un Ducato cabinato e l'area che occupa è determinata dai tiranti del palo meteo di tipo telescopico (altezza massima di 10 m) posizionato sopra il mezzo, tale palo deve essere ancorato su almeno tre punti e la distanza dal mezzo di ognuno dei tiranti è di 5-6 m, di conseguenza occorre complessivamente uno spazio indicativo pari a 12x12m. È stato anche necessario predisporre una nuova cabina elettrica per garantire l'alimentazione del mezzo. Una volta stabilito il sito adeguato si è proceduto alla delimitazione dell'area attraverso il posizionamento di tubi nel suolo (grazie all'aiuto di una ruspa del cantiere) sui quali applicare la rete in plastica arancione per la sicurezza.

I periodi di campionamento mensile sono stati i seguenti:

- ✓ 26-28 Febbraio/11 Marzo;
- ✓ 23-30 Aprile.

All'inizio il laboratorio è stato lasciato per un periodo decisamente più lungo rispetto a quanto previsto nella O.T. in modo da valutare le dinamiche dei diversi parametri nel tempo e poter analizzare gli andamenti anche nei giorni festivi in cui il cantiere è fermo per valutare eventuali influenze esterne sui risultati rilevati dagli strumenti.

<p>SAL PIANO MONITORAGGIO LAVORI di BANCHINAMENTO del PORTO CANALE</p> <p>Data: GIUGNO 2010 Rev 0</p>		<p>AUTORITÀ PORTUALE CAGLIARI</p>
---	--	---------------------------------------

2.3.2 Risultati monitoraggio PM10, CO, SO2, NO2, Benzene, Toluene e Xilene con laboratorio mobile

Le concentrazioni dei **PM10** nei campionamenti effettuati nei mesi di febbraio, marzo e aprile sono risultati sempre al di sotto del valore limite di 50 µg/m³. Non sono state osservate sostanziali differenze con i dati registrati nel fine settimana in cui il cantiere era inattivo, dunque i lavori nel cantiere non hanno mostrato impatti sulle dinamiche del parametro.

Le concentrazioni di **monossido di carbonio** sono risultate, in tutti i tre mesi, decisamente basse. La media mobile su 8 ore è sempre rimasta molto al di sotto del limite imposto dal DM 60/2002, pari a 10 mg/m³.

Le concentrazioni di **biossido di zolfo** sono risultate anch'esse, in tutti i tre mesi, decisamente basse con le medie orarie e le medie giornaliere sempre al di sotto dei limite di legge (rispettivamente di 350 µg/m³ e di 125 µg/m³).

Il **biossido di azoto**, come gli altri parametri non ha mai superato il valore limite di legge di 200 µg/m³. Le concentrazioni maggiori sono state registrate nel mese di marzo (50 µg/m³).

Nel mese di febbraio i valori rilevati di **benzene, toluene e xileni** hanno mostrato basse concentrazioni. Il benzene si è mantenuto molto al di sotto del limite per la media annuale pari a 5 µg/m³ (DM 60/2002). È stato osservato un incremento delle concentrazioni dei tre inquinanti in corrispondenza di un giorno festivo (domenica 27 febbraio), mostrando una probabile incidenza del traffico veicolare.

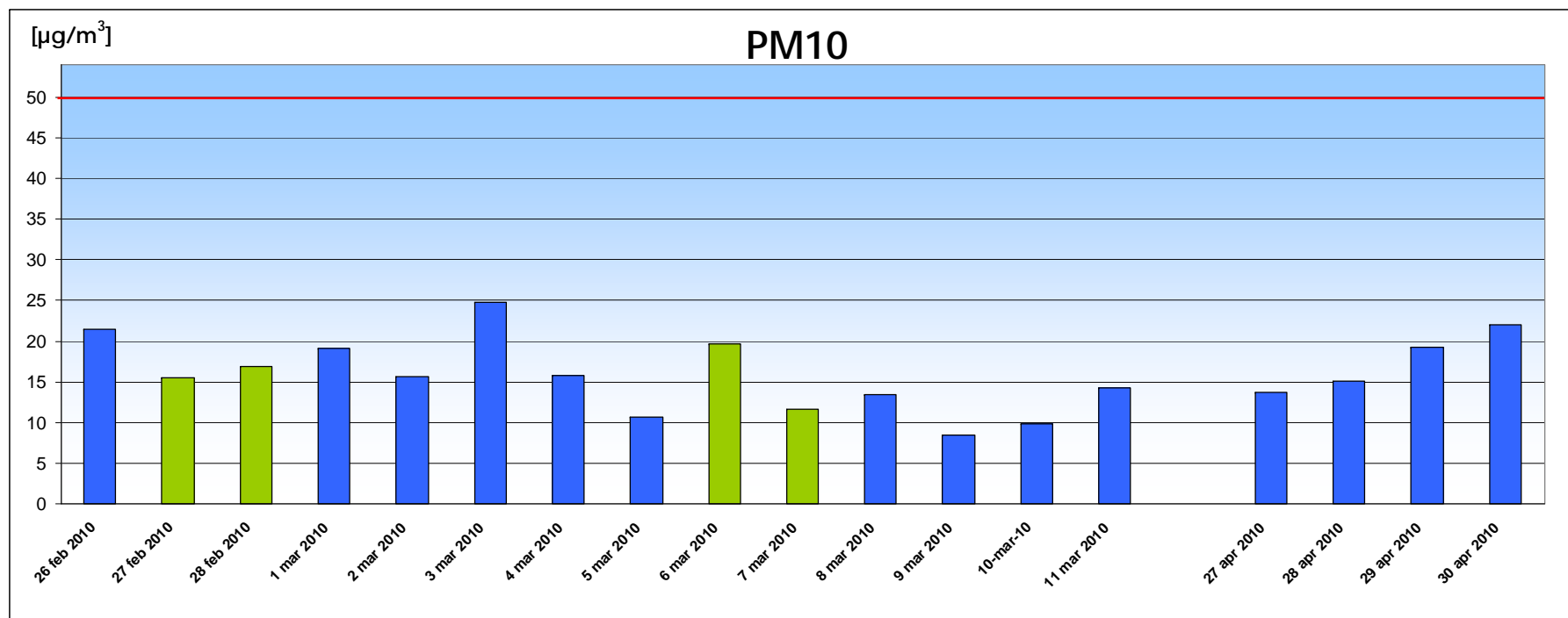


Fig. 2.3.1 - andamento dei PM10 nei mesi di febbraio marzo e aprile 2010 (in verde i giorni in cui il cantiere era inattivo)

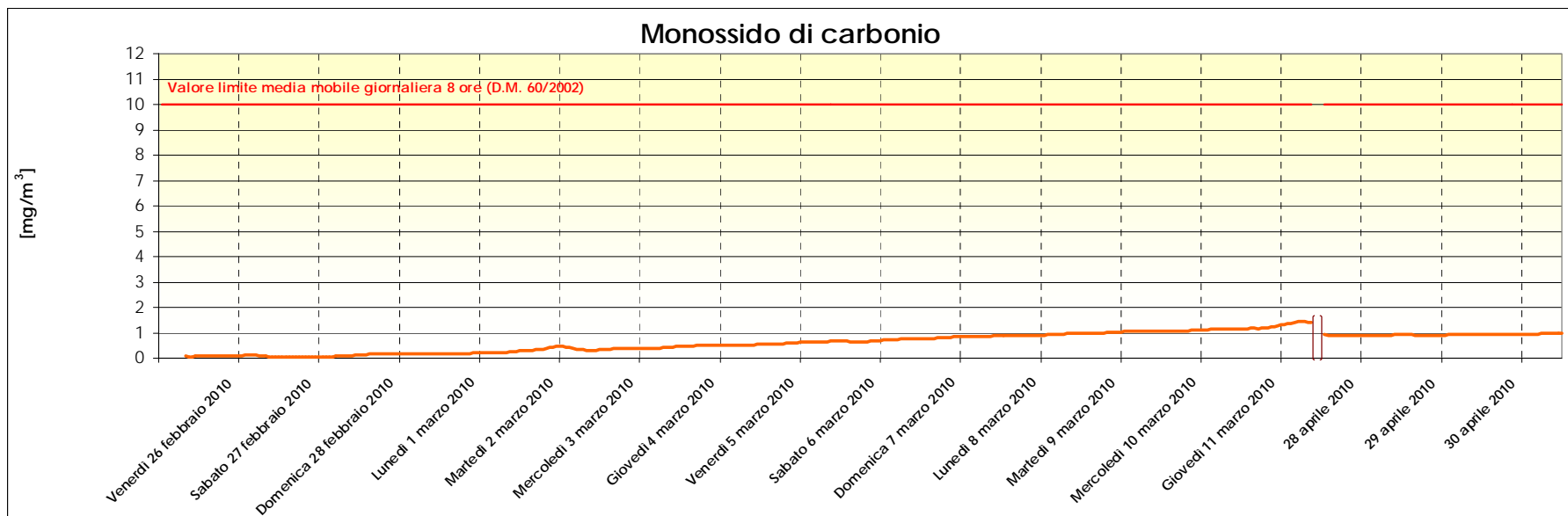


Fig. 2.3.2 - media mobile CO nei mesi di febbraio, marzo e aprile 2010

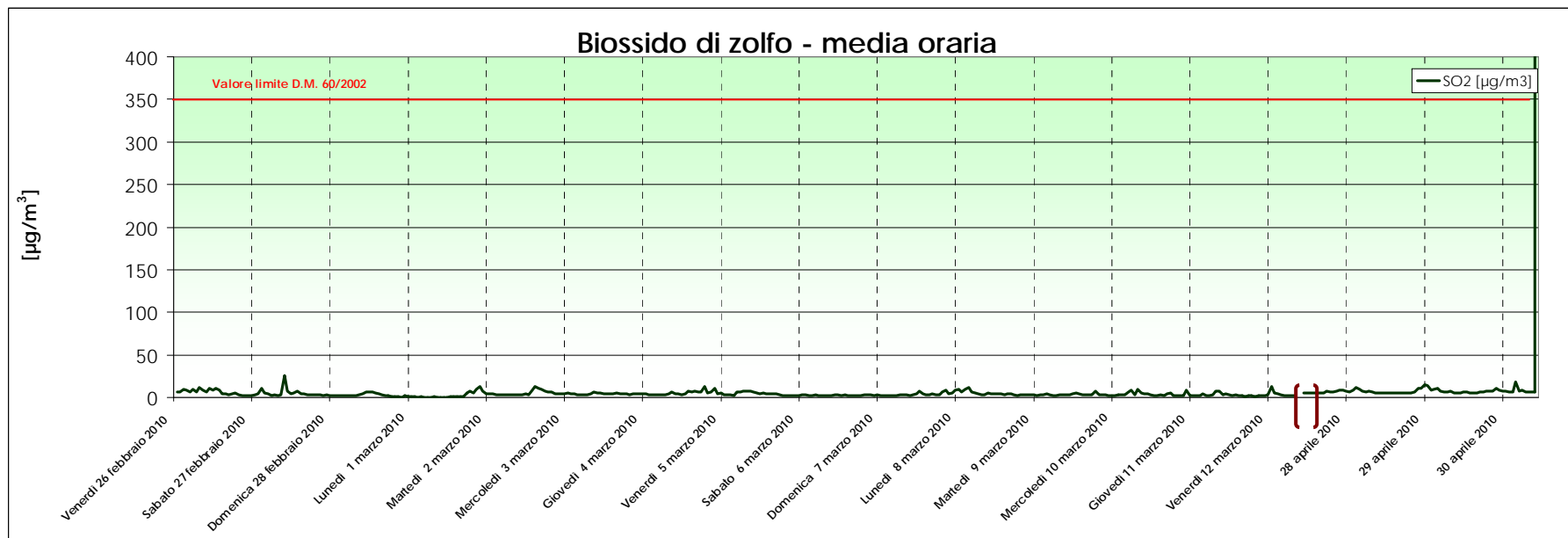


Fig. 2.3.3 – media oraria biossido di zolfo nei mesi di febbraio, marzo e aprile

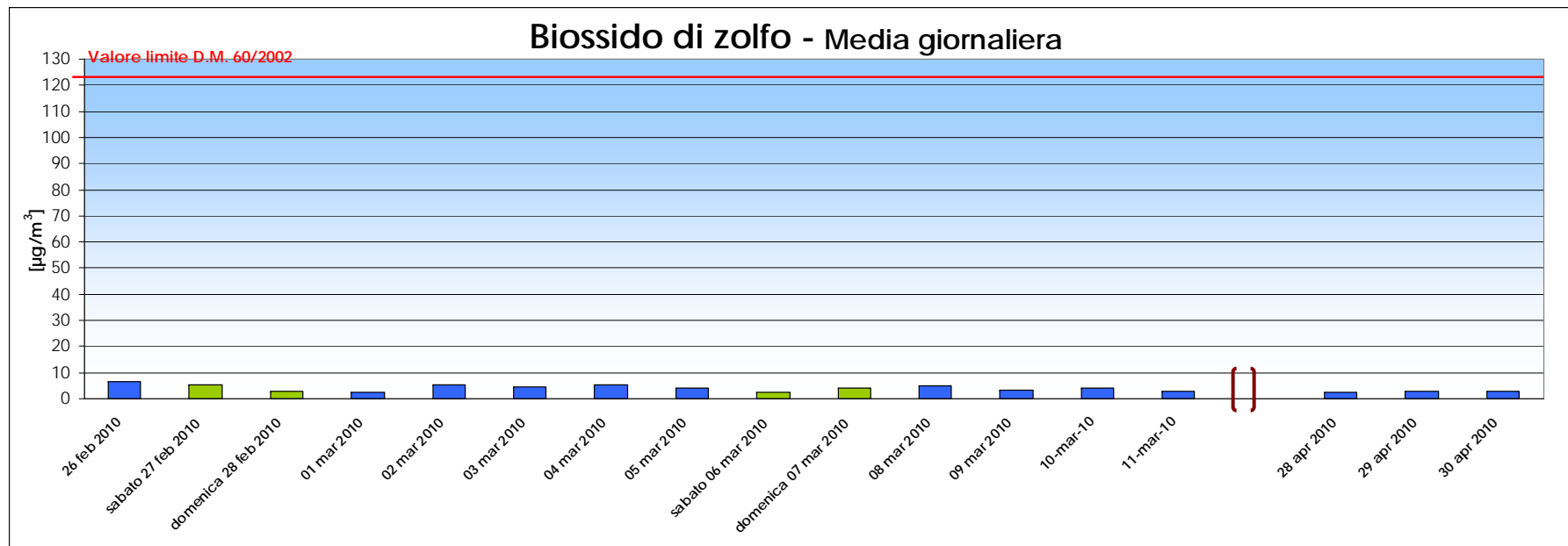


Fig. 2.3.4 – media giornaliera biossido di zolfo nei mesi di febbraio, marzo e aprile (in verde i giorni in cui il cantiere era inattivo)

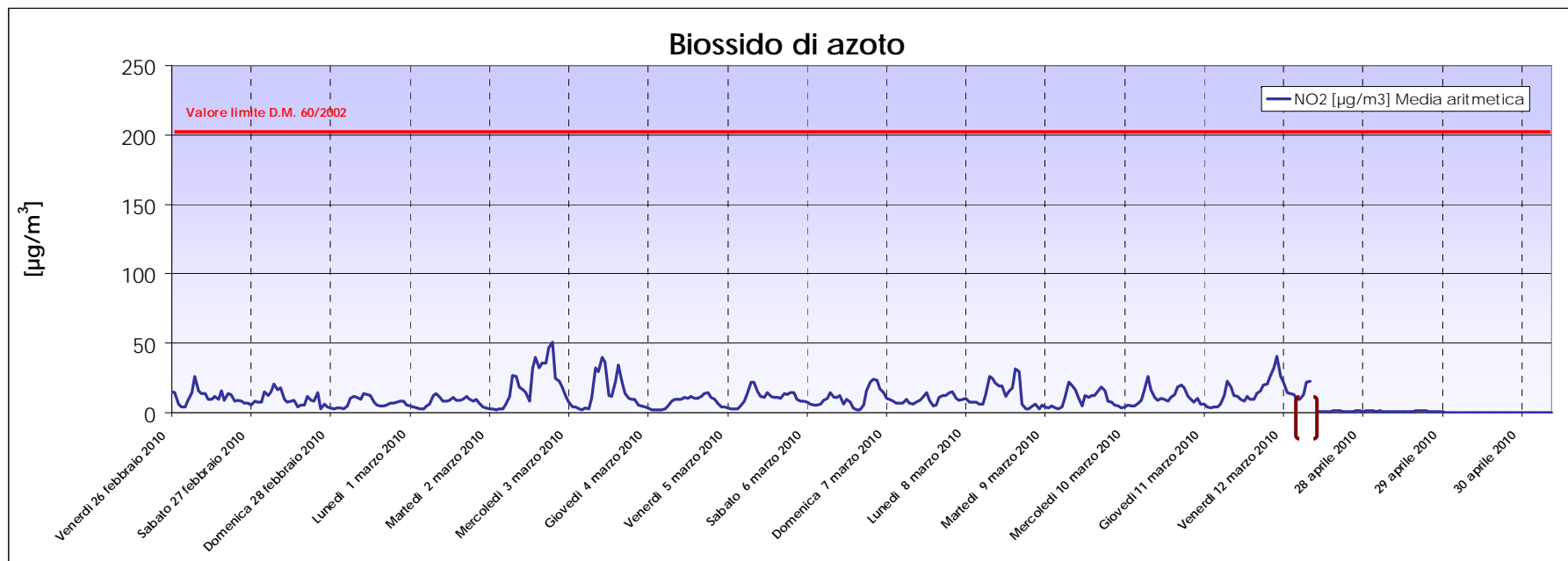


Fig. 2.3.5 - media oraria biossido di azoto nei mesi di febbraio, marzo e aprile

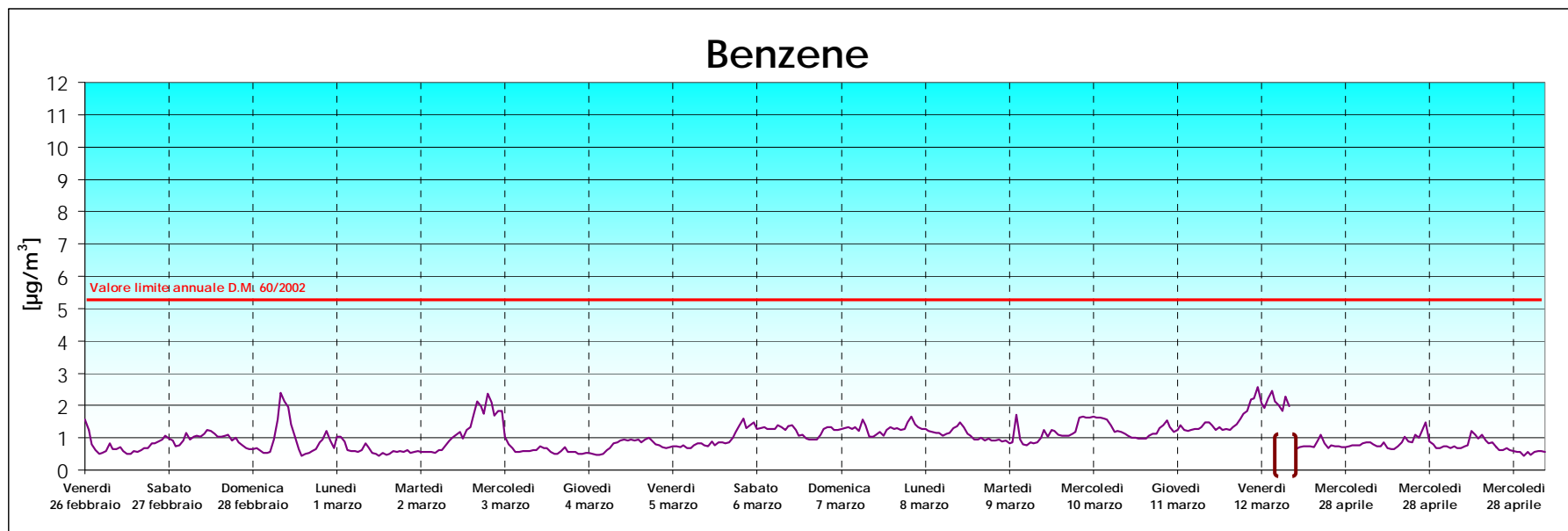


Fig. 2.3.6 - dinamica del benzene nei mesi di febbraio, marzo, aprile 2010

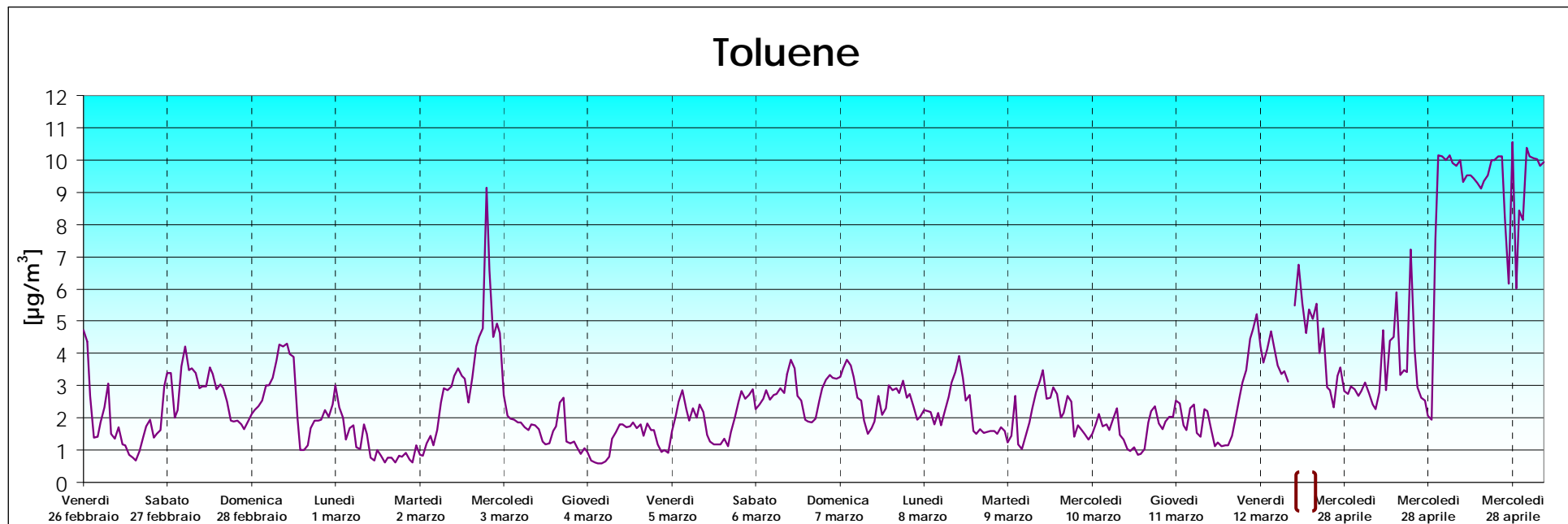


Fig. 2.3.7 - dinamica del toluene nei mesi di febbraio, marzo, aprile 2010

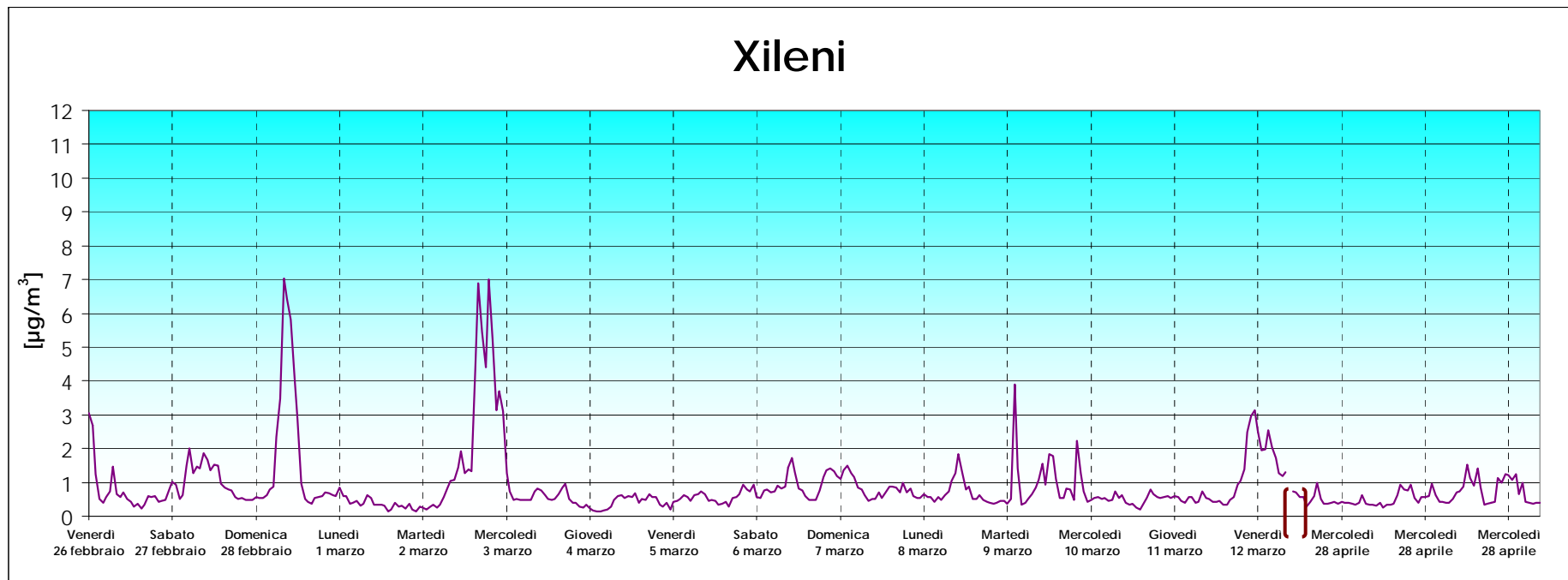


Fig. 2.3.8 - dinamica xileni nei mesi di febbraio, marzo e aprile 2010

<p>SAL PIANO MONITORAGGIO LAVORI di BANCHINAMENTO del PORTO CANALE</p> <p>Data: GIUGNO 2010 Rev 0</p>		<p>AUTORITÀ PORTUALE CAGLIARI</p>
---	--	---------------------------------------

3. ATTIVITÀ MONITORAGGIO QUALITÀ DELLE ACQUE

3.1 MONITORAGGIO ACQUA

Nel III trimestre è stato effettuato il secondo campionamento della fase Costruttiva mentre venivano effettuati i dragaggi in mare.

Il monitoraggio ha previsto le seguenti due fasi:

- ✓ prelievo dei campioni
- ✓ analisi chimica in laboratorio.

Sono state svolte le seguenti attività

- ✓ analisi chimiche acque marine;
- ✓ analisi dei sedimenti;
- ✓ analisi delle biocenosi bentoniche.

Di seguito si riportano i risultati dei monitoraggi delle acque nelle 3 stazioni (fig. 3.1) effettuati nella Fase Costruttiva.

3.1.1 Materiali e metodi monitoraggio acqua

Per il rilevamento dei parametri idrologici è stata utilizzata una sonda multiparametrica Idromar modello IM 7337. La sonda è stata allestita con i sensori per la misura dei seguenti parametri: temperatura, pH, conducibilità, ossigeno disciolto, torbidità e clorofilla. La trasparenza delle acque è stata misurata con il disco di Secchi.

Il campionamento delle acque di fondo è stato effettuato con una bottiglia Niskin della capacità di 5 litri. Nelle acque - in linea con quanto previsto dal D.Lgs 3 aprile 2006, n. 152 e dalla Water Framework Directive (2000/60/CE) - sono stati prelevati i campioni in 3 stazioni (riportate nella planimetria allegata) e a 3 profondità diverse (superficie a 0.5 m, intermedia a circa 7.5 m e fondo a circa 14 m).

Sono state individuate e monitorate le seguenti stazioni (fig. 3.1):

- St. 6, interna al Porto Canale di fronte all'area delle attività di banchinamento;
- St.11, interna tra il punto di restringimento del bacino e l'inizio del canale;
- St.7 tra la fine del canale e il bacino racchiuso dai moli.

Per ogni stazione sono stati determinati, sul campione medio composito, i parametri e le metodiche analitiche specifiche come riportato nella tabella 3.1.

SAL PIANO MONITORAGGIO LAVORI di BANCHINAMENTO del PORTO CANALE Data: GIUGNO 2010 Rev 0		AUTORITÀ PORTUALE CAGLIARI
--	--	---------------------------------------

Parametro	U.M.	Metodo di Riferimento
Azoto Ammoniacale	mg/l	IRSA/CNR 4010A
Azoto Nitroso	mg/l	NOVA THALASSIA - vol.11 (1990) 133-138
Azoto Nitrico	mg/l	NOVA THALASSIA - vol.11 (1990) 139-150
Solidi sospesi totali	mg/l	IRSA 2090/03
Ortofosfato	mg/l)	NOVA THALASSIA - vol.11 (1990) 123-132
Fosforo totale	mg/l	NOVA THALASSIA - vol.11 (1990) 171-179
Fluoruri	mg/l	IRSA 4100 B
Cianuri liberi	µg/l	Met/084 Rev.0 -IRSA 4050/94 -EPA 9014 (1996)
Cd	µg/l	EPA 6010C
Co	µg/l	EPA 6010C
Cr tot	µg/l	EPA 6010C
Cu	µg/l	EPA 6010C
Fe	µg/l	EPA 6010C
Mn	µg/l	EPA 6010C
Ni	µg/l	EPA 6010C
Pb	µg/l	EPA 6010B
V	µg/l	EPA 6010C
Zn	µg/l	EPA 6010C
IPA	µg/l	I-129
Idrocarburi leggeri	µg/l	I-179
Idrocarburi pesanti	µg/l	I-178
PCB	µg/l	IRSA 5110 (2003)
PCDD+PCDF	µg/l	C/O lab. est.

Tab. 3.1 – Parametri e metodiche analizzati nelle acque (St.6 – St.11 – St. 7)



Fig. 3.1 - Ubicazione stazioni monitoraggio acque (St.6 - St.11 - St. 7)

<p>SAL PIANO MONITORAGGIO LAVORI di BANCHINAMENTO del PORTO CANALE</p> <p>Data: GIUGNO 2010 Rev 0</p>		<p>AUTORITÀ PORTUALE CAGLIARI</p>
---	--	---------------------------------------

3.1.2 Risultati monitoraggio acque mare

Le attività di monitoraggio in questo trimestre sono state finalizzate al controllo della fase costruttiva, infatti questo campionamento è stato eseguito in concomitanza con le attività di dragaggio in mare (fig. 3.3).

	Stazione 7	Stazione 11	Stazione 6
Coordinate	39°12' 14,4" 009°04'54,2"	39°12' 56,6" 009°03'51,5"	39°13' 01,4" 009°03'31,5"
Data rilevamento	30 marzo 2010	30 marzo 2010	30 marzo 2010
Ora	10,20	11,10	11,25
Cielo	Poco nuvoloso	Poco nuvoloso	Poco nuvoloso
Vento m/s	8	8	5
Vento direzione	NW	NW	NW
Profondità m	15	15	15
Trasparenza m	4	1,7	1,7
Note	Lavori di dragaggio in atto mediante benna meccanica		

Tab. 3.2 – coordinate delle stazioni, dati meteo marini del giorno di campionamento



Fig. 3.2 - draga meccanica in azione nelle acque del Porto Canale

SAL PIANO MONITORAGGIO LAVORI di BANCHINAMENTO del PORTO CANALE Data: GIUGNO 2010 Rev 0		AUTORITÀ PORTUALE CAGLIARI
--	--	---------------------------------------

I valori di torbidità sono risultati abbastanza elevati anche in questo trimestre oscillando tra 5.38 NTU nella St. 7 e 8.06 NTU nella St. 11 in superficie. Dal confronto dei valori di torbidità rilevati prima dell'inizio dei dragaggi non emergono significative differenze in superficie, mentre è stato osservato un incremento della torbidità alle medie profondità e in prossimità del fondo, in particolare nella st. 6 dove sono stati registrati i valori più elevati.

La clorofilla *a* non ha mostrato variazioni tra la fase ante operam e la fase costruttiva, dunque la componente fitoplanctonica presente nella zona fotica non sembrerebbe aver risentito delle azioni di dragaggio.

stazione	data	ora	Prof. (m)	T (°C)	Sal (psu)	pH	O2 (%)	torbidità (NTU)	clor.a (mg/mc)
6	30/03/2010	11:25	0.3	14.8	37.4	8.28	85.67	7.97	0.73
6	30/03/2010	11:25	10.49	14.4	37.5	8.27	87.06	18.78	1.36
6	30/03/2010	11:25	15.13	14.3	37.6	8.27	85.63	49.52	1.94
stazione	data	ora	Prof. (m)	T (°C)	Sal (psu)	pH	O2 (%)	torbidità (NTU)	clor.a (mg/mc)
6	20/11/2009	12:08:38	0.53	17.8	37.6	8.24	71.98	9.31	1.2
6	20/11/2009	12:08:55	8.37	17.85	37.6	8.24	75.24	8.87	1.46
6	20/11/2009	12:09:11	15	17.83	37.6	8.24	75.68	9.5	1.31

stazione	data	ora	Prof. (m)	T (°C)	Sal (psu)	pH	O2 (%)	torbidità (NTU)	clor.a(mg/mc)
7	30/03/2010	10:23	0.33	14.89	37.39	8.33	87.67	5.38	0.78
7	30/03/2010	10:23	10.18	14.61	37.5	8.32	90.5	5.92	2.02
7	30/03/2010	10:23	15.39	14.34	37.6	8.3	85.71	8.49	1.1
stazione	data	ora	Prof. (m)	T (°C)	Sal (psu)	pH	O2 (%)	torbidità (NTU)	clor.a (mg/mc)
7	20/11/2009	11.49.30	0.63	17.82	37.5	8.25	72.06	12.69	3.31
7	20/11/2009	11.49.49	8.54	17.7	37.5	8.26	76.95	13.88	3.03
7	20/11/2009	11.50.08	15.13	17.68	37.59	8.26	76.88	19.75	2.94

stazione	data	ora	Prof. (m)	T (°C)	Sal (psu)	pH	O2 (%)	torbidità (NTU)	clor.a (mg/mc)
11	30/03/2010	11:08	0.89	14.7	37.5	8.3	86.82	8.62	0.71
11	30/03/2010	11:08	10.25	14.5	37.5	8.3	87.5	9.08	1.72
11	30/03/2010	11:08	15.19	14.3	37.6	8.29	84.64	11.36	1.02
stazione	data	ora	Prof. (m)	T (°C)	Sal (psu)	pH	O2 (%)	torbidità (NTU)	clor.a (mg/mc)
11	20/11/2009	12:03:31	0.63	17.8	37.62	8.25	71.5	10.56	1.49
11	20/11/2009	12:03:31	9.56	17.8	37.6	8.25	74.8	11.62	1.37
11	20/11/2009	12:03:31	15.23	17.7	37.6	8.25	74	14.4	1.87

Tabella 3.3 - confronto dati idrologici tra fase A.O e fase C.O.

Le concentrazioni dei nutrienti (fosforo e forme ammoniacali) non hanno fatto rilevare variazioni rispetto ai risultati dei campionamenti Ante Operam.

I valori del fosforo e delle tre forme dell'azoto sono state confrontate con i valori soglia indicati dalla letteratura (Smith et al., 1999) e con le curve di probabilità di Vollenweider (OECD, 1982) per la valutazione delle condizioni di eutrofizzazione delle acque.

Trophic state		TN (mg m-3)	TP (mg m-3)	chl a (mg m-3)	SD (mg m-3)
Lake	Oligotrophic	<350	<10	<3.5	>4
	Mesotrophic	350-650	10-30	3.5-9	2-4
	Eutrophic	650-1200	30-100	9-25	1-2
	Hypertrophic	>1200	>100	>25	<1
Stream	Oligotrophic	<700	<25	<10	<20
	Mesotrophic	700-1500	25-70	10-30	20-70
	Eutrophic	>1500	>75	>30	>70
Coastal Marin water	Oligotrophic	<260	<10	chl a (mg m-3)	SD (mg m-3)
				<1	>6
	Mesotrophic	260-350	10-30	1-3	3-6
				3-5	1.5-3
	Eutrophic	350-400	30-40	>5	<1.5
Hypertrophic	>400	>40			

Tabella 3.4 – Valori utilizzati per valutare lo stato trofico dei laghi (Nurnberg, 1996), dei fiumi (Dodds et al, 1998) e delle acque costiere (Hakanson, 1994) - **N**: total nitrogen, **TP**: total phosphorus, **TIN**: total inorganic nitrogen, **Chl a**: chlorophyll a, **SD**: Secchi disk transparency

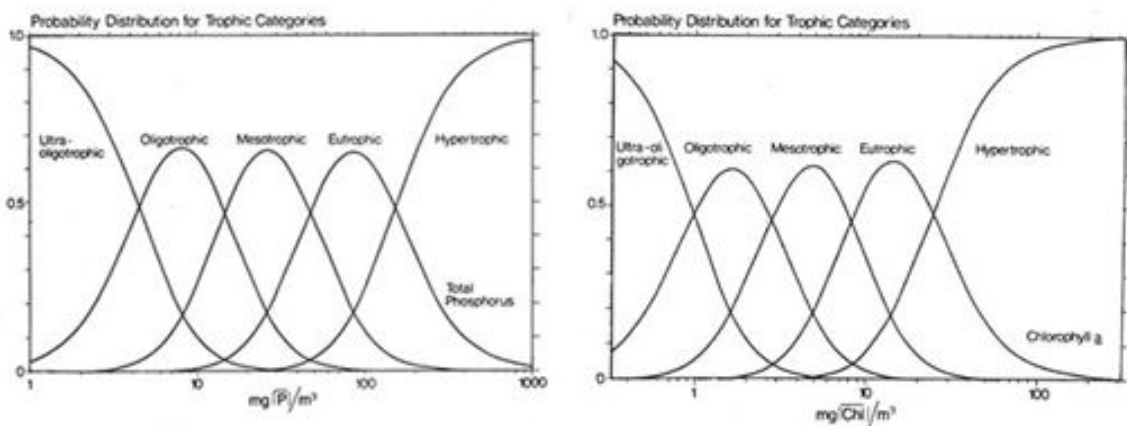


Fig. 3.5 - Probabilità di appartenenza alle diverse classi trofiche in base alle concentrazioni di P tot(%) e di clorofilla a (%).

Le concentrazioni degli ortofosfati sono risultate, in tutte le stazioni, sempre al di sotto dei 3 mg/m³ stabiliti da Smith e dunque indicativi di uno stato di oligotrofia, confermate dalle curve di probabilità di Vollenweider.

<p>SAL PIANO MONITORAGGIO LAVORI di BANCHINAMENTO del PORTO CANALE</p> <p>Data: GIUGNO 2010 Rev 0</p>		<p>AUTORITÀ PORTUALE CAGLIARI</p>
--	--	--

Anche l'azoto totale (come somma delle 3 forme) è risultato sempre al sotto del valore soglia dell'oligotrofia di 260 mg/m³ e con elevata probabilità di condizioni oligotrofiche secondo le curve.

Anche la clorofilla *a* ha mostrato concentrazioni inferiori ai limiti dell'oligotrofia in superficie e tendenti alla mesotrofia più in profondità in tutte le stazioni.

Le basse concentrazioni di nutrienti fanno escludere la possibilità di fenomeni eutrofici, anche perché la torbidità elevata rende le condizioni ambientali poco adatte allo sviluppo algale (fitoplancton e macroalghe).

I valori dei fluoruri e dei cianuri sono risultati sempre inferiori ai limiti di legge (tab. 3, D.lgs 152/06). I valori di ossigeno disciolto sono stati sempre vicini alla saturazione.

Le concentrazioni dei metalli sono risultate tutte al di sotto del limite di rilevabilità, così come i PCB. Anche gli idrocarburi hanno mostrato concentrazioni sotto i limiti di rilevabilità, ad eccezione della stazione 6 (55 µg/l) che ha comunque fatto registrare un valore non elevato.

STAZIONE 6		
Parametro	Risultato	U.M.
Azoto Ammoniacale	0.004	mg/l
Azoto Nitroso	0.0012	mg/l
Azoto Nitrico	0.013	mg/l
Solidi sospesi totali	16.24	mg/l
Ortofosfato	<0.003	mg/l
Fosforo totale	<0.003	mg/l
Fluoruri	0.43	mg/l
Cd	<0.7	µg/l
Co	<1.4	µg/l
Cr tot.	6.3	µg/l
Cu	<1.4	µg/l
Fe	<1	µg/l
Mn	<1	µg/l
Ni	3.3	µg/l
Pb	<0.5	µg/l
V	2.7	µg/l
Zn	5.5	µg/l
Somma IPA	0.001	µg/l
Idrocarburi totali	55.03	µg/l
PCB	0.005	µg/l

Tab. 3.6 – risultati analisi acque st. 6

SAL PIANO MONITORAGGIO LAVORI di BANCHINAMENTO del PORTO CANALE Data: GIUGNO 2010 Rev 0		AUTORITÀ PORTUALE CAGLIARI
--	--	---------------------------------------

STAZIONE 7		
Parametro	Risultato	U.M.
Azoto Ammoniacale	0.004	mg/l
Azoto Nitroso	0.0012	mg/l
Azoto Nitrico	0.013	mg/l
Solidi sospesi totali	14.74	mg/l
Ortofosfato	<0.003	mg/l
Fosforo totale	<0.003	mg/l
Fluoruri	0.42	mg/l
Cd	<0.7	µg/l
Co	<1.4	µg/l
Cr tot.	4.6	µg/l
Cu	<1.4	µg/l
Fe	<1	µg/l
Mn	4.2	µg/l
Ni	2.3	µg/l
Pb	<0.5	µg/l
V	<2.7	µg/l
Zn	10	µg/l
Somma IPA	0.001	µg/l
Idrocarburi totali	<4.3	µg/l
PCB	<0.005	µg/l

Tab. 3.7 – risultati analisi acque st. 7

STAZIONE 11		
Parametro	Risultato	U.M.
Azoto Ammoniacale	0.01	mg/l
Azoto Nitroso	0.0012	mg/l
Azoto Nitrico	0.015	mg/l
Solidi sospesi totali	15.20	mg/l
Ortofosfato	<0.003	mg/l
Fosforo totale	<0.003	mg/l
Fluoruri	0.10	mg/l
Cd	<0.7	µg/l
Co	<1.4	µg/l
Cr tot.	7	µg/l
Cu	<1.4	µg/l
Fe	<1	µg/l
Mn	1	µg/l
Ni	3.3	µg/l
Pb	<0.5	µg/l
V	2.7	µg/l
Zn	5.5	µg/l
Somma IPA	0.001	µg/l
Idrocarburi totali	<4.3	µg/l
PCB	<0.005	µg/l

Tab. 3.8 - risultati analisi acque st. 11

3.1.3 *Materiali e metodi monitoraggio sedimenti marini*

Sono stati effettuati i campionamenti dei sedimenti superficiali con benna Vann Veen gestita sul fondo da sommozzatore.

Il monitoraggio ha previsto le seguenti due fasi:

- prelievo dei campioni;
- analisi chimica in laboratorio.

Nei sedimenti - seguendo i riferimenti normativi del "Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini ICRAM-APAT" - sono stati analizzati i parametri elencati di seguito con le relative metodiche :

As	mg/kg	EPA 6010C
Cd	mg/kg	EPA 6010C
Cr totale	mg/kg	EPA 6010C
Pb	mg/kg	EPA 6010C
Ni	mg/kg	EPA 6010C
Cu	mg/kg	EPA 6010C
V	mg/kg	EPA 6010C
Zn	mg/kg	EPA 6010C
SOMMA IPA	mg/kg	I-132
Idroc leggeri <C12	mg/kg	I-181
Idroc pesanti >C12	mg/kg	I-182
Pirene	mg/kg	I-132
Benzo(a)antracene	mg/kg	I-132
Crisene	mg/kg	I-132
Benzo(b)fluorantene	mg/kg	I-132
Benzo(k)fluorantene	mg/kg	I-132
Benzo(a)pirene	mg/kg	I-132
Indeno pirene	mg/kg	I-132
Dibenzo(a,h)antracene	mg/kg	I-132
Benzo(g,h,i)perilene	mg/kg	I-132
Dibenzo(a,l)pirene	mg/kg	I-132
Dibenzo(a,e)pirene	mg/kg	I-132
Dibenzo(a,i)pirene	mg/kg	I-132
Dibenzo(a,h)pirene	mg/kg	I-132
SOMMA IPA	mg/kg	I-132
Idroc leggeri <C12	mg/kg	I-181
Idroc pesanti >C12	mg/kg	I-182
PCB	mg/kg	UNI-EN 12766/1-2

SAL PIANO MONITORAGGIO LAVORI di BANCHINAMENTO del PORTO CANALE Data: GIUGNO 2010 Rev 0		AUTORITÀ PORTUALE CAGLIARI
--	--	---------------------------------------

3.1.4 Risultati monitoraggio sedimenti

Il monitoraggio dei sedimenti superficiali è stato effettuato nelle stesse stazioni delle acque di mare:

- st. 6, interna al Porto Canale di fronte all'area delle attività di banchinamento;
- st.11, interna tra il punto di restringimento del bacino e l'inizio del canale;
- st.7 tra la fine del canale e il bacino racchiuso dai moli.

Di seguito si riportano i risultati delle analisi dei sedimenti:

ST 6	mg/kg	Livello Chimico Limite (LCL) Manuale per la movimentazione di sedimenti marini ISPRA-APAT (mg/kg)
As	13.7	32
Cd	0.7	0.8
Cr totale	35.91	360
Pb	20.4	70
Ni	18.53	75
Cu	34.96	52
V	62.91	-
Zn	109.5	170
	mg/kg	mg/kg
Pirene	<0.08	-
Benzo(a)antracene	<0.08	0.7
Crisene	<0.09	0.846
Benzo(b)fluorantene	<0.08	0.04
Benzo(k)fluorantene	<0.1	0.02
Benzo(a)pirene	<0.1	0.763
Indeno pirene	<0.1	0.07
Dibenzo(a,h)antracene	<0.1	0.135
Benzo(g,h,i)perilene	<0.1	0.055
Dibenzo(a,l)pirene	<0.16	-
Dibenzo(a,e)pirene	<0.15	-
Dibenzo(a,i)pirene	<0.04	-
Dibenzo(a,h)pirene	<0.25	-
	mg/kg	mg/kg
SOMMA IPA	<1.43	4
Idroc leggeri <C12	<0.25	-
Idroc pesanti >C12	<3.3	-
PCB	<0.1	189

Tab. 3.8 - risultati analisi sedimenti st. 6

<p>SAL PIANO MONITORAGGIO LAVORI di BANCHINAMENTO del PORTO CANALE</p> <p>Data: GIUGNO 2010 Rev 0</p>		<p>AUTORITÀ PORTUALE CAGLIARI</p>
---	--	---------------------------------------

ST 07	mg/kg	Livello Chimico Limite (LCL) Manuale per la movimentazione di sedimenti marini ISPRA-APAT (mg/kg)
As	15.97	32
Cd	0.7	0.8
Cr totale	38.18	360
Pb	22.34	70
Ni	17.94	75
Cu	44.71	52
V	68.18	-
Zn	105.2	170
	mg/kg	mg/kg
Benzo(a)antracene	<0.08	0.7
Crisene	<0.09	0.846
Benzo(b)fluorantene	<0.08	0.04
Benzo(k)fluorantene	<0.1	0.02
Benzo(a)pirene	<0.1	0.763
Indeno pirene	<0.1	0.07
Dibenzo(a,h)antracene	<0.1	0.135
Benzo(g,h,i)perilene	<0.1	0.055
Dibenzo(a,l)pirene	<0.16	-
Dibenzo(a,e)pirene	<0.15	-
Dibenzo(a,i)pirene	<0.04	-
Dibenzo(a,h)pirene	<0.25	-
	mg/kg	mg/kg
SOMMA IPA	<1.43	4
Idroc leggeri <C12	<0.25	-
Idroc pesanti >C12	<0.25	-
PCB	<0.1	189

Tab. 3.9 - risultati analisi sedimenti st. 7

<p>SAL PIANO MONITORAGGIO LAVORI di BANCHINAMENTO del PORTO CANALE</p> <p>Data: GIUGNO 2010 Rev 0</p>		<p>AUTORITÀ PORTUALE CAGLIARI</p>
---	---	---------------------------------------

ST 11	mg/kg	Livello Chimico Limite (LCL) Manuale per la movimentazione di sedimenti marini ISPRA-APAT (mg/kg)
As	16	32
Cd	0.6	0.8
Cr totale	42.89	360
Pb	22.02	70
Ni	20.33	75
Cu	39.55	52
V	73.98	-
Zn	120.8	170
	mg/kg	mg/kg
Pirene	<0.08	-
Benzo(a)antracene	<0.08	0.7
Crisene	<0.09	0.846
Benzo(b)fluorantene	<0.08	0.04
Benzo(k)fluorantene	<0.1	0.02
Benzo(a)pirene	<0.1	0.763
Indeno pirene	<0.1	0.07
Dibenzo(a,h)antracene	<0.1	0.135
Benzo(g,h,i)perilene	<0.1	0.055
Dibenzo(a,l)pirene	<0.16	-
Dibenzo(a,e)pirene	<0.15	-
Dibenzo(a,i)pirene	<0.04	-
Dibenzo(a,h)pirene	<0.25	-
	mg/kg	mg/kg
SOMMA IPA	<1.43	4
Idroc leggeri <C12	<0.25	-
Idroc pesanti >C12	<3.3	-
PCB	<0.1	189

Tab. 3.10 – risultati analisi sedimenti st. 11

I dati sono stati confrontati con i livelli chimici limite definiti dal “Manuale per la movimentazione dei sedimenti marini” realizzato dall’ICRAM e dall’ APAT.

Per i metalli non sono stati osservati superamenti in nessuna delle tre stazioni. Somma IPA, idrocarburi e PCB sono risultati tutti inferiori ai limiti di rilevabilità.

<p>SAL PIANO MONITORAGGIO LAVORI di BANCHINAMENTO del PORTO CANALE</p> <p>Data: GIUGNO 2010 Rev 0</p>		<p>AUTORITÀ PORTUALE CAGLIARI</p>
---	--	---------------------------------------

4. ATTIVITÀ MONITORAGGIO BIOCENOSI

Di seguito si riportano i risultati del monitoraggio sulla comunità dello zoobenthos presente nei sedimenti.

4.1 MONITORAGGIO ZOOBENTHOS NEI SEDIMENTI MARINI

4.1.1 *Materiali e metodi monitoraggio zoobenthos sedimenti*

Il campionamento del macrozoobenthos è stato effettuato con benna *Vann Veen*; il materiale raccolto è stato setacciato *in loco* per trattenere tutti quegli organismi con diametro del corpo superiore a 0,5 mm.

Gli organismi così raccolti sono stati conservati in una soluzione di formalina e successivamente determinati e conteggiati allo stereomicroscopio.

Per ogni stazione sono state prelevate 2 distinte campionature che unite tra loro hanno costituito il campione.

4.1.2 *Risultati monitoraggio zoobenthos sedimenti*

Il monitoraggio delle biocenosi bentoniche è stata eseguita anch'essa nelle stesse postazioni individuate per le analisi delle acque di mare (st.6, st. 7, st.11).

I risultati delle analisi del benthos presente nel sedimento del bacino del Porto Canale hanno confermato quanto già osservato nel monitoraggio Ante Operam ovvero una scarsità di individui e taxa.

Stazioni		St.6	St.7	St.11
<i>Anellida Polychaeta</i>	n.d.	n°/m ² 467	233	567
	<i>Sternaspis scutata</i>	n°/m ² 100	33	100
<i>Mollusca Bivalvia</i>	<i>Corbula gibba</i>	n°/m ² 6100	867	3767
	Tellinidae sp.	n°/m ² 33	33	
<i>Crustacea</i>	Amphipoda Gammaridae sp.	n°/m ² 33	33	
	Brachyura (Metazoea)	n°/m ² 33		
<i>Echinodermata</i>	Ophiuridae sp.	n°/m ² 33		

Tab. 4.1 – Zoobenthos rilevato nei sedimenti

<p>SAL PIANO MONITORAGGIO LAVORI di BANCHINAMENTO del PORTO CANALE</p> <p>Data: GIUGNO 2010 Rev 0</p>		<p>AUTORITÀ PORTUALE CAGLIARI</p>
---	--	---------------------------------------

Il bivalve *Corbula gibba*, una specie particolarmente resistente all'inquinamento, già presente nel monitoraggio Ante Operam è stata rilevata anche in questo campionamento con un aumento nel numero di presenze.

La modesta ricchezza specifica con la forte dominanza del mollusco lamellibranco *Corbula gibba* in genere è caratteristico di un ambiente bentonico fangoso con una forte instabilità sedimentaria e una frequente torbidità delle acque almeno presso il fondo.

Un popolamento con poche specie fortemente dominanti è caratteristico di ambienti instabili, quali possono essere quelli in cui è avvenuta una forte perturbazione, ed è tipico di stadi di colonizzazione iniziale.

In conclusione per la comunità dello zoobenthos non sono state dunque rilevate variazioni sostanziali tra la fase Ante Operam (A.O.) e la Fase Costruttiva (F.C.)

<p>SAL PIANO MONITORAGGIO LAVORI di BANCHINAMENTO del PORTO CANALE</p> <p>Data: GIUGNO 2010 Rev 0</p>		<p>AUTORITÀ PORTUALE CAGLIARI</p>
--	--	--

5. CONCLUSIONI

I risultati del monitoraggio delle polveri totali non hanno mostrato mai superamenti dei limiti di legge mostrando concentrazioni sempre ben al di sotto del valore limite soglia di 3000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ individuato dall'ACGIH (American Conference of Industrial Hygienists). I valori più elevati sono stati osservati nel mese di febbraio nella stazione 1 (301 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e 573 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) e nella stazione 3 (249 $\mu\text{g}/\text{m}^3$), i venti predominanti in questo periodo avevano provenienza O/NO rispetto al cantiere e questo consente di supporre che le eventuali influenze fossero principalmente esterne.

Il monitoraggio della qualità dell'aria con il laboratorio mobile ha consentito di rilevare le concentrazioni di PM10, CO, SO₂, NO₂, Benzene, Toluene e Xilene. Non sono mai stati rilevati superamenti per nessuno dei parametri durante il trimestre. Il rilevamento della qualità dell'aria nei giorni in cui il cantiere era chiuso non ha evidenziato nessuna sostanziale differenza con i valori registrati durante le attività; al contrario, è stato osservato un incremento delle concentrazioni di alcuni parametri (benzene, toluene e xileni) proprio durante alcuni giorni festivi, mostrando una probabile influenza del traffico veicolare della limitrofa S.S. 195.

Per le deposizioni umide e secche i valori maggiori sono stati rilevati nel mese di febbraio ma, rispetto al monitoraggio del trimestre precedente, è stata osservata una diminuzione delle deposizioni in tutti i tre mesi sia delle sostanze saline in soluzione sia dei metalli, nonostante il cantiere fosse in egual modo in piena attività. Questi risultati fanno intuire come siano molti i fattori che influiscono sulle deposizioni secche e umide (aerosol marino, condizioni meteorologiche, attività presenti nelle aree limitrofe, variabilità dei complessi meccanismi che influenzano la dispersione atmosferica) e quanto non sia correlabile l'emissione dovuta alle attività di cantiere con le concentrazioni rilevate.

I risultati del monitoraggio delle acque, effettuati in fase costruttiva e più precisamente durante l'attività di dragaggio in mare hanno confermato i dati del primo campionamento Ante Operam, infatti non sono state osservate variazioni nelle concentrazioni dei nutrienti (N e P) e della clorofilla a.

La torbidità è risultata elevata anche in questo campionamento e non ha mostrato grandi differenze - rispetto alla fase Ante Operam - in superficie. In particolare le stazioni 7 e 11 non sembrerebbero aver risentito delle attività di dragaggio.

<p>SAL PIANO MONITORAGGIO LAVORI di BANCHINAMENTO del PORTO CANALE</p> <p>Data: GIUGNO 2010 Rev 0</p>		<p>AUTORITÀ PORTUALE CAGLIARI</p>
--	--	--

È stato osservato, invece, un incremento nella stazione 6 (quella più vicina alle attività di dragaggio) soprattutto in profondità.

Le analisi dei sedimenti non hanno mostrato variazioni rispetto ai campionamenti precedenti e sono risultati in linea con i valori previsti dalla normativa.

I risultati dei monitoraggi in fase costruttiva delle comunità di macrozoobenthos hanno confermato quanto già osservato nel campionamento Ante Operam ovvero la presenza di comunità biotiche indicatrici di un sistema perturbato e stressato.

Nel complesso non sono state osservate sostanziali differenze nei risultati dei monitoraggi ambientali nella Fase Costruttiva e dunque non sono stati evidenziati impatti significativi.

L'unica variazione è stata rilevata nella torbidità delle acque della stazione 6 che ha mostrato un incremento soprattutto in profondità.