

IMPATTO DEL SISTEMA ISWEC NELL'AREA MARINA INTERESSATA (ISOLA DI PANTELLERIA) DAL PUNTO DI VISTA IDROLOGICO, DEI NUTRIENTI E METALLI PESANTI



Consiglio Nazionale delle Ricerche



RAPPORTO FINALE SULL'IMPATTO DEL SISTEMA ISWEC NELL'AREA MARINA INTERESSATA (ISOLA DI PANTELLERIA) DAL PUNTO DI VISTA IDROLOGICO, DEI NUTRIENTI E METALLI PESANTI

F. Placenti^a, V. Tancredi^a, D. Manta Salvagio^a, M. Del Core^a, V. Distefano^a, C. Bennici^a, C. Buscaino^a, M. Sprovieri^a, L. Giaramita^a, G. Tranchida^a, S. Mazzola^a, G. Buscaino^a

a - Istituto per l'Ambiente Marino Costiero del Consiglio Nazionale delle Ricerche (IAMC-CNR), UOS di Capo Granitola, via del Mare 3 - 91021 Torretta Granitola (Campobello di Mazara, Tp), Italia;

Indice

1. Introduzione	3
2. Impiego della sonda multiparametrica	4
3. Materiali e metodi	4-5
4. Caratteristiche idrologiche dell'area di studio	5-6
5. Caratteristiche Biogeochimiche dell'area di studio	6-8
6. Metalli in tracce	8-9
6.1 Distribuzione metalli in tracce in fase disciolta	9-10
6.2 Distribuzione metalli in tracce in fase particolato	10-12
6.3 Distribuzione metalli in tracce totali	12-13
7. Conclusioni	13
Bibliografia	13-14

1. Introduzione

ISWEC (Inertial Sea Wave Energy Converter) è un convertitore di tipo galleggiante che utilizza l'inclinazione del fianco dell'onda per produrre energia elettrica. Il sistema ISWEC nasce per trovare una risposta al fabbisogno energetico di arcipelaghi e isole minori tipiche del Mediterraneo. ISWEC è stato installato nel mediterraneo all'interno della zona ZPS (Zona a Protezione Speciale) in prossimità dell'isola di Pantelleria dove potrebbe provocare delle criticità alla fauna e alla vegetazione presente. L'attività scientifica di monitoraggio mira a valutare e misurare gli impatti potenziali che ISWEC potrebbe avere sul sistema marino. Il monitoraggio è stato effettuato su due diversi momenti: prima dell'inizio dei lavori di installazione, e dopo l'installazione del sistema ISWEC. Il monitoraggio è stato effettuato nell'intorno del campo di azione potenziale dell'ISWEC, ovvero su una maglia triangolare con punti di campionamento lungo ciascun transetto equidistanziati di circa 100 m (Fig. 1). Il primo campionamento è stato effettuato il 30/05/2015 (4 nodi di vento da Nord-Ovest e correnti marine provenienti da Nord). Il secondo campionamento è stato effettuato subito dopo l'istallazione dello scafo, il 05/11/2015 (15 nodi di vento da Nord-Ovest e correnti marine provenienti da Nord).

Di seguito la mappa dei punti di campionamento.

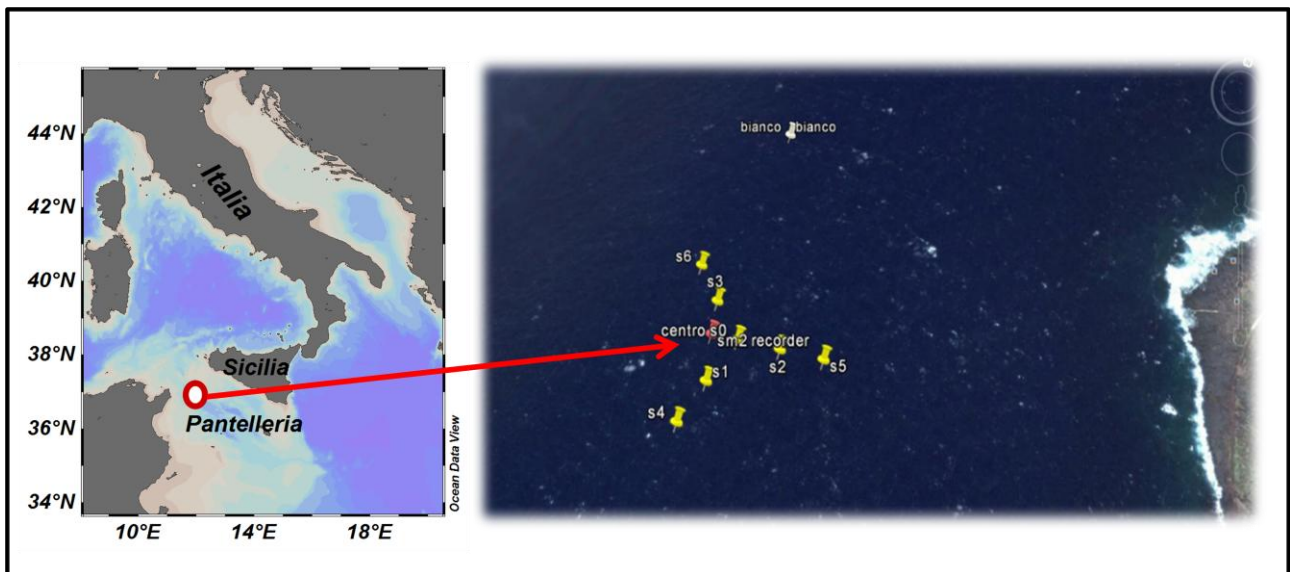


Fig.1: Mappa e relative coordinate geografiche (vedi sotto) dei punti di campionamento dei parametri chimico-fisici e biogeochimici della colonna d'acqua

Centro S0	S2	S4	S6
N 36° 49,386'	N 36° 49,388'	N 36° 49,305'	N 36° 49,444'
E 11° 55,229'	E 11° 55,278'	E 11° 55,198'	E 11° 55,157'
S1	S3	S5	Bianco
N 36° 49,344'	N 36° 49,415'	N 36° 49,390'	N 36° 49,605'
E 11° 55,212'	E 11° 55,191'	E 11° 55,328'	E 11° 55,200'

2. Impiego della sonda multiparametrica

Considerando che l'attività di monitoraggio si svolge in ambiente costiero, caratterizzato da una variabilità dei parametri chimico-fisici è stata usata una sonda multiparametrica (Fig. 2) opportunamente calibrata e con capacità di acquisire i dati in continuo. La sonda è stata calata ad una velocità di circa 50 cm/s iniziando le acquisizioni a circa 50 cm dalla superficie dell'acqua per finire a circa 50 cm dal fondo.



Fig.2: Sonda multiparametrica

3. Materiali e metodi

I campioni di acque sono stati prelevati tramite l'utilizzo della bottiglia Niskin (Fig. 3) a tre differenti quote: superficie, profondità intermedia e fondo. La bottiglia è stata legata a un cavo di diametro di 8 cm e calata aperta, una volta raggiunta la profondità richiesta, la sua chiusura è stata effettuata tramite l'invio, lungo il cavo, di un messaggero.



Fig.3: Bottiglia Niskin

Analisi nutrienti: i campioni di acque per la determinazione dei nutrienti sono stati prelevati in doppio e subito congelati a -20°C. Le vials di campionamento sono state condizionare con HCl al 10% e sciacquate tre volte con acqua bidistillata. Le concentrazioni di nitrato+nitrito, ortosilicato e ortofosfato sono state misurate nel laboratorio di nutrienti dell'IAMC-CNR di Capo Granitola utilizzando un autoanalizzatore a flusso continuo di ultima generazione della Sial denominato "QUAATRO", seguendo una metodologia di analisi classica (Grasshoff et al., 1999) adattata ad un sistema automatizzato. Il limite di detenzione della procedura è di 0.01 (μM) per nitrato+nitrito, 0.01 (μM) per ortofosfato e 0.05 (μM) per ortosilicato.

Analisi metalli in tracce: i campioni di acque per la determinazione dei metalli in tracce sono stati filtrati a 0,45 micron con filtri resistenti ad attacchi acidi. Il filtrato è stato acidificato con acido nitrico di qualità ultrapuro e conservato a temperatura ambiente mentre il filtro per la determinazione dei metalli in fase particolato è stato conservato a -20°C.

Per la fase disciolta, la metodica di preparazione del campione è quella riportata in APATe IRSA-CNR 3040 (Metodo B) che prevede l'estrazione in fase solida mediante resina Chelex-100. La quantificazione in ICP-MS è stata effettuata seguendo il metodo EPA 6020A nei laboratori dell'IAMC-CNR di Capo Granitola.

Per la fase particolato la mineralizzazione è stata eseguita secondo il metodo 6010B invece le analisi sono state effettuate in ICP-AES seguendo il metodo EPA 6010B.

4. Caratteristiche idrologiche dell'area di studio

Nell'area oggetto di studio sono stati misurati, sia a maggio 2015 che a novembre 2015, alcuni parametri chimico-fisici, quali: temperatura ($^{\circ}\text{C}$), salinità (psu) e ossigeno disciolto (mg/l), finalizzati alla caratterizzazione idrologica della colonna d'acqua. Nello specifico, i profili di temperatura (Fig. 4) hanno evidenziato due differenti pattern di distribuzione lungo la colonna. Il pattern, riferito al campionamento effettuato in maggio (Fig. 4), denota una marcata variabilità di temperatura nelle acque superficiali compresa tra 18.31 $^{\circ}\text{C}$ (stazione S5) e 19.70 $^{\circ}\text{C}$ (stazione S1). La variabilità incrementa con la profondità (Fig. 4), fino a un massimo di circa 2 $^{\circ}\text{C}$. Nello specifico, il minimo di temperatura di 15.54 $^{\circ}\text{C}$ è stata misurata al bottom della stazione S6 e il massimo di 17.35 $^{\circ}\text{C}$ al bottom della stazione S4. La variabilità è legata essenzialmente alla presenza di un incipiente termocline, a circa 20 m di profondità, evidente in quasi tutte le stazioni. I profili di temperatura relativi al mese di novembre (Fig. 4) evidenziano un differente pattern di distribuzione verticale. Infatti, le acque superficiali sono caratterizzate da temperature omogenee (21.7-21.8 $^{\circ}\text{C}$) dalla scomparsa del termocline e della presenza di un mixed layer che interessa l'intera colonna d'acqua.

Entrambi i pattern di distribuzione verticale della temperatura (Fig. 4) sono legati alla stagionalità e sono in linea con i dati bibliografici dell'area del Canale di Sicilia (Bonanno et al., 2014; Cuttitta et al., 2015).

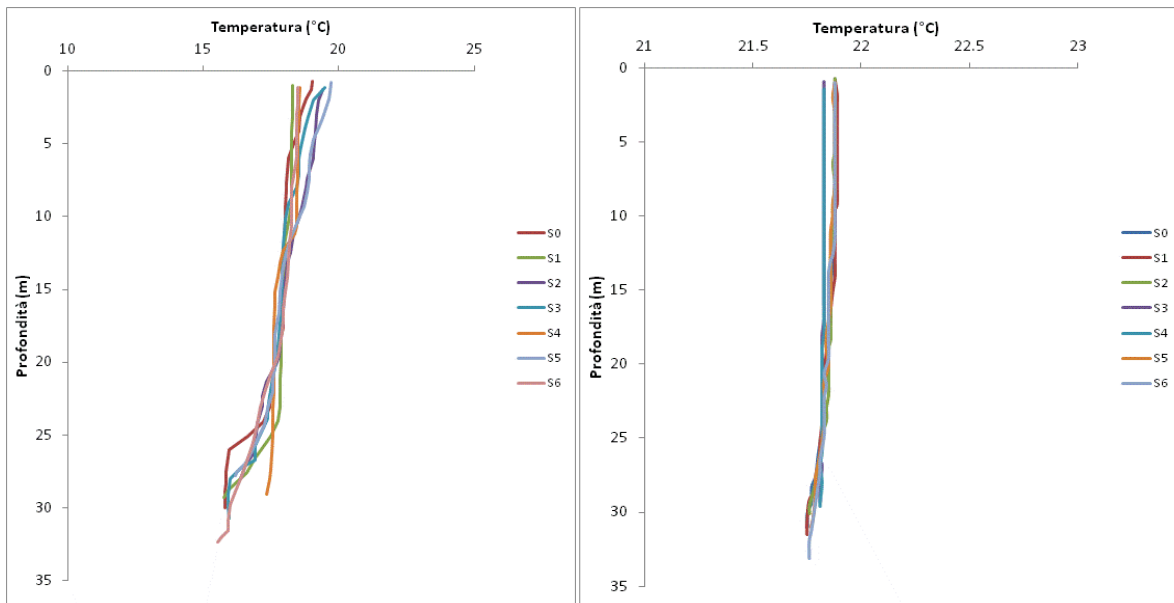


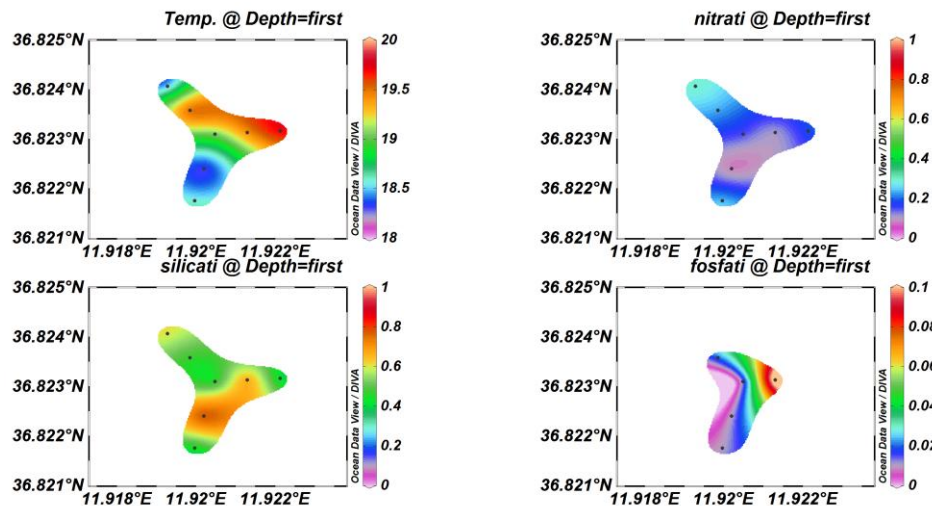
Fig. 4: profili di temperatura lungo la colonna d'acqua nelle stazioni S0, S1, S2, S3, S4, S5 e S6. A sinistra relativi al mese di maggio 2015; a destra relativi al mese di novembre 2015.

I dati di salinità e di ossigeno disciolto nelle stazioni investigate, in entrambi i periodi, evidenziano minime escursioni sia nelle acque superficiali (37-37.2 psu; 7-7.8 mg/l) che per le acque più profonde (37.4-37.8 psu; 7-8 mg/l). I dati di salinità, rilevati in tutte le stazioni e in entrambi i periodi, confermano la presenza di acqua di origine atlantica (Atlantic Water_AW_) nell'area di studio. Nello specifico, si tratta dello stream dell'AW denominata Atlantic Ionian Stream (AIS_Robinson et al.,1999) che interessa le acque superficiali. L'AIS costituisce una corrente energetica nel Canale di Sicilia, che fluisce principalmente nella stagione estiva in direzione est e lambisce le coste sud siciliane. Anche se all'AIS vi si associa un'importante variabilità spaziale e stagionale, si tratta comunque di una struttura semipermanente nel Canale di Sicilia (Robinson et al.,1999; Sorgente et al., 2011; Bonanno et al., 2014).

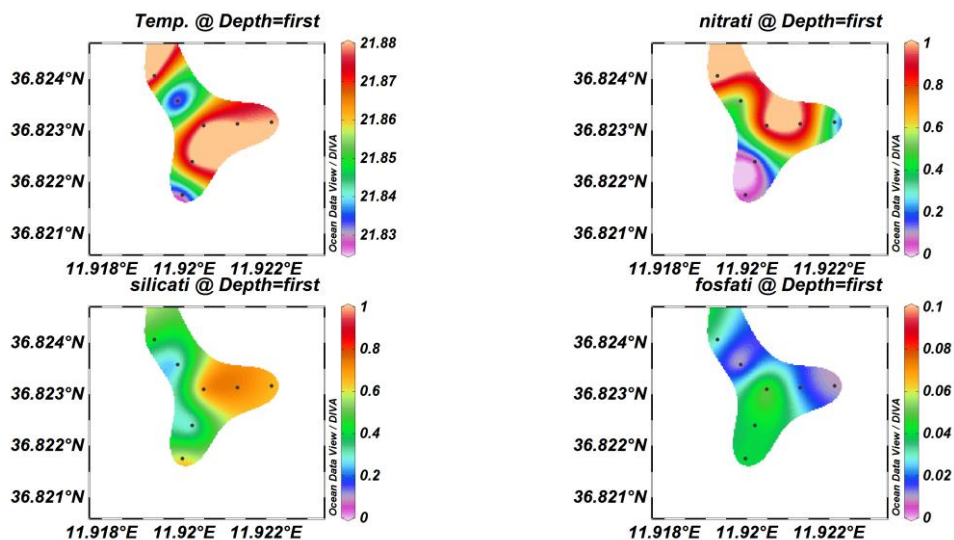
5. Caratteristiche Biogeochimiche dell'area di studio

La distribuzione spaziale delle concentrazioni di nutrienti nell'area di studio evidenzia una forte oligotrofia del sistema in entrambi i periodi investigati (maggio-novembre 2015). I valori massimi di concentrazione di nitrati, fosfati e silicati nelle acque superficiali, nel periodo di maggio, sono rispettivamente di 0.83, 0.07 e 0.83 μM , mentre nel periodo di novembre sono di 1.05, 0.1 e 0.73 μM . I valori sono compatibili con i dati bibliografici dell'area del Canale di Sicilia (Astraldi et al., 2002; Ribera D'Alcala et al., 2003; Schroeder et al., 2010; Placenti et al., 2013). Inoltre, le isosurfaces (Fig. 5) non mostrano pattern di distribuzioni specifici, ma bensì a patch. La figura 5, evidenzia una concentrazione di nitrati, nelle stazioni a nord e nel periodo di novembre, più alti di circa il 50% rispetto a quelli di maggio. Per quanto riguarda i fosfati si ha un generale decremento dell'ordine del 30%, tra maggio e novembre, mentre per i silicati i valori di concentrazione in entrambi i periodi rimangono pressoché uguali. Si tratta di semplici fluttuazioni legate essenzialmente ai differenti periodi di campionamento.

IMPATTO DEL SISTEMA ISWEC NELL'AREA MARINA INTERESSATA (ISOLA DI PANTELLERIA) DAL PUNTO DI VISTA IDROLOGICO, DEI NUTRIENTI E METALLI PESANTI



Maggio 2015



Novembre 2015

Fig. 5: distribuzione spaziale della temperatura e dei nutrienti in superficie (1m) in tutte le stazioni investigate (punti neri). A destra di ogni immagine vi è la barra dei valori espressi in °C per la temperatura e in micromoli/litro (μM) per nitrati, fosfati e silicati.

Le sezioni verticali di Fig. 6, in entrambi i periodi investigati (maggio-novembre 2015), mostrano una visione sinottica della distribuzione verticale dei nutrienti nella colonna d'acqua (sezione S6-S5 direzione ovest-est). Le sezioni verticali non mostrano dei pattern di distribuzione specifici, probabilmente legati al differente periodo di campionamento e all'esigua profondità della batimetria (circa 30 m).

La concentrazione di nitrati, nel periodo di maggio (Fig. 6), è più elevata al bottom in quasi tutta la sezione, plausibilmente legata all'incipiente stratificazione della massa d'acqua (vedi temperatura Fig. 4). Di contro, a novembre (Fig. 6 in basso), le concentrazioni sono più elevate e coinvolgono quasi l'intera colonna d'acqua, verosimilmente legate all'aumento della porzione di colonna d'acqua interessata dal mixed layer. Per quanto riguarda i fosfati le concentrazioni più elevate interessano la parte orientale della sezione, a maggio e occidentale a novembre. Infine, i silicati non aggiungono specifiche informazioni in quanto

IMPATTO DEL SISTEMA ISWEC NELL'AREA MARINA INTERESSATA (ISOLA DI PANTELLERIA) DAL PUNTO DI VISTA IDROLOGICO, DEI NUTRIENTI E METALLI PESANTI

esibiscono le stesse concentrazioni sia a maggio che a novembre, fatta eccezione per un leggero aumento di concentrazione nella parte orientale della sezione nel periodo di novembre.

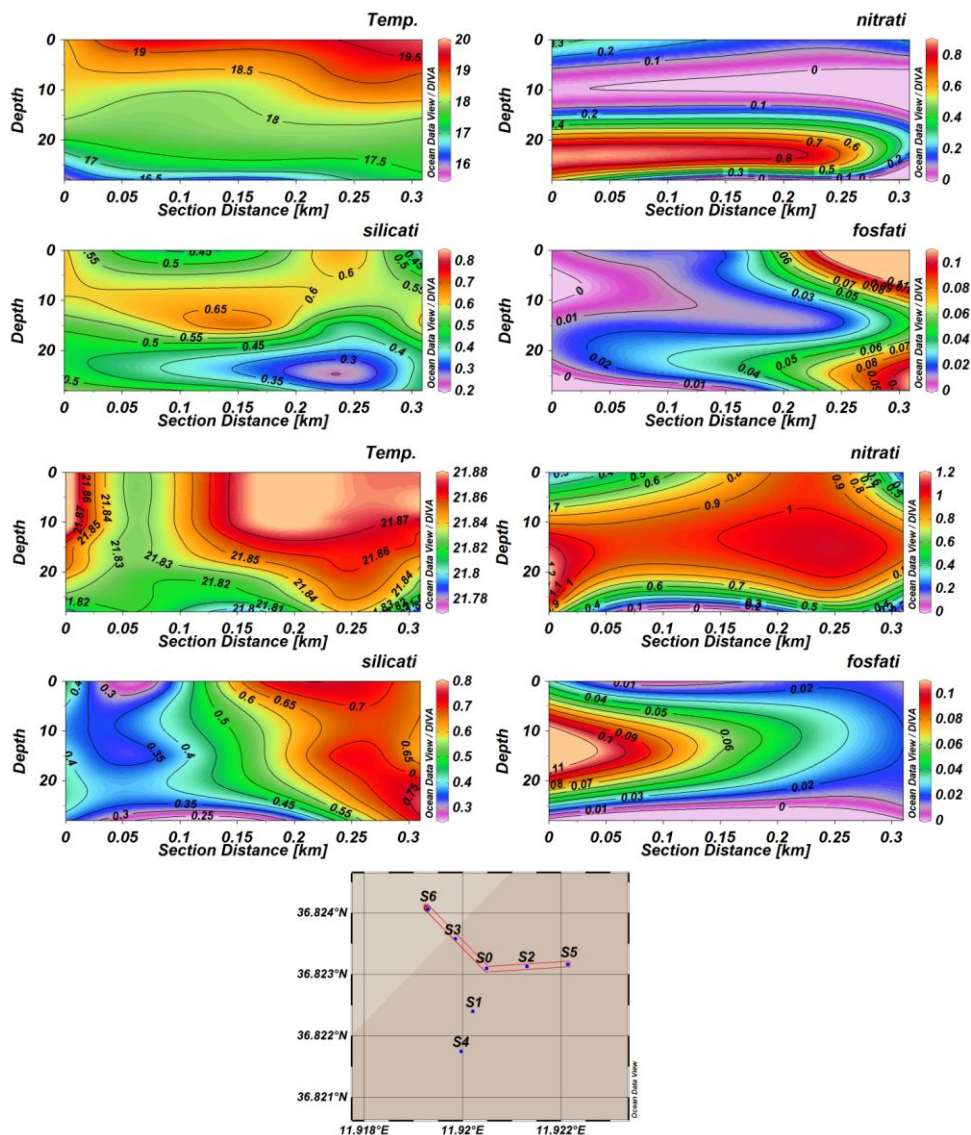


Fig. 6: distribuzione verticale di temperatura ($^{\circ}\text{C}$), nitrati, fosfati e silicati espressi in μM . In alto riferiti al campionamento di maggio, in basso a quello di novembre e lungo la sezione S6-S5.

6. Metalli in tracce

Vista la presenza di sistemi di ancoraggio e la struttura stessa dello scafo costituiti in metallo, uno dei maggiori problemi che si possono creare all'ambiente marino circostante è costituito dalla contaminazione di inquinanti di natura inorganica quali i metalli pesanti. Con il termine metalli pesanti si fa riferimento ad elementi tra di loro eterogenei appartenenti a differenti gruppi, che vanno dai metalli di transizione ai non metalli. Alcuni di questi metalli pesanti (Fe, Cu, Zn, Cr, Mn, Ni, Co, Mo) sono tuttavia essenziali a concentrazioni minime per il metabolismo cellulare (oligoelementi), mentre altri (Cd, Pb, e Sn) non sembrano avere un ruolo chiave nei cicli vitali. Tutti però, ad alte concentrazioni, possono avere effetti

tossici interferendo nel metabolismo cellulare. I metalli possono trovarsi nelle acque marine sia disciolti in soluzione, complessati da piccole molecole di natura organica, che adsorbiti su materiale particolato.

6.1 Distribuzione metalli in tracce in fase disciolta

La concentrazione dei metalli in tracce in fase disciolta in superficie relativa al mese di maggio per il Co risulta essere compresa tra 0,021-0,116 µg/L e tra 0,100-0,115 µg/L nel mese di novembre; per il Fe tra 0,923-3,167 µg/L nel mese di maggio e tra 1,280-2,833 µg/L nel mese di novembre; per il Pb tra <0,005-0,090 µg/L nel mese di maggio e <0,05 µg/L nel mese di novembre; per il Cu tra 0,105-0,657 µg/L nel mese di maggio e tra 0,487-2,900 µg/L nel mese di novembre; per lo Sn risulta tra <0,005-0,042 µg/L nel mese di maggio e <0,005 µg/L nel mese di novembre; per lo Zn risulta tra 0,333-6,133 µg/L nel mese di maggio e tra 0,537-2,500 µg/L nel mese di novembre, invece il Cd risulta <0,005 µg/L sia nel mese di maggio che nel mese di novembre.

La concentrazione dei metalli in tracce in fase disciolta a profondità intermedia relativa al mese di maggio per il Co risulta essere compresa tra 0,021-0,114 µg/L e tra 0,083-0,119 µg/L nel mese di novembre; per il Fe tra 0,900-8,267 µg/L nel mese di maggio e tra 0,660-4,100 µg/L nel mese di novembre; per il Pb tra <0,005-0,067 µg/L nel mese di maggio e <0,05 µg/L nel mese di novembre; per il Cu tra 0,990-1,433 µg/L nel mese di maggio e tra 0,110-1,983 µg/L nel mese di novembre; per lo Sn risulta tra <0,005-0,059 µg/L nel mese di maggio e <0,005 µg/L nel mese di novembre; per lo Zn risulta tra 0,333-6,133 µg/L nel mese di maggio e tra 0,537-2,500 µg/L nel mese di novembre, invece il Cd risulta <0,005 µg/L sia nel mese di maggio che nel mese di novembre.

La concentrazione dei metalli in tracce in fase disciolta al fondo relativa al mese di maggio per il Co risulta essere compresa tra 0,021-0,092 µg/L e tra 0,021-0,118 µg/L nel mese di novembre; per il Fe tra 0,660-17,567 µg/L nel mese di maggio e tra 0,660-4,000 µg/L nel mese di novembre; per il Pb tra <0,005-1,090 µg/L del mese di maggio e <0,05 µg/L nel mese di novembre; per il Cu tra 0,107-1,310 µg/L nel mese di maggio e tra 0,107-3,000 µg/L nel mese di novembre; per lo Sn risulta tra <0,005-0,059 µg/L nel mese di maggio e <0,005 µg/L nel mese di novembre; per lo Zn risulta tra 0,667-23,600 µg/L nel mese di maggio e tra 0,567-3,200 µg/L nel mese di novembre, invece il Cd risulta <0,005 µg/L sia nel mese di maggio che nel mese di novembre.

I pattern di distribuzione di concentrazione dei metalli in tracce in fase disciolta lungo l'intera colonna d'acqua sono in linea con i pochi dati presenti, nell'area di studio, in letteratura (vedi Morley et al., 1997). Per cui si potrebbe ipotizzare che la variabilità di concentrazione riscontrata nelle diverse stazioni e in entrambi i periodi potrebbe essere legata alla normale variabilità interna al sistema marino.

Di seguito riportiamo le tabelle riepilogative dei risultati delle analisi dei metalli in tracce in fase disciolta relativi al campionamento effettuato a maggio e a novembre.

IMPATTO DEL SISTEMA ISWEC NELL'AREA MARINA INTERESSATA (ISOLA DI PANTELLERIA) DAL PUNTO DI VISTA IDROLOGICO, DEI NUTRIENTI E METALLI PESANTI

<i>Metalli disciolti (Maggio 2015)</i>							
	Cd	Co	Fe	Pb	Cu	Sn	Zn
	<i>µg/l</i>	<i>µg/l</i>	<i>µg/l</i>	<i>µg/l</i>	<i>µg/l</i>	<i>µg/l</i>	<i>µg/l</i>
BIANCO-FONDO	<dL	0.021	1.733	<dL	0.570	<dL	0.317
BIANCO-MEDIO	<dL	0.021	1.207	<dL	0.200	<dL	0.473
BIANCO-SUPERF	<dL	0.021	1.000	<dL	0.490	<dL	0.600
S0-FONDO	<dL	0.021	0.660	<dL	0.107	<dL	1.733
S0-MEDIO	<dL	0.021	0.900	<dL	0.105	<dL	0.226
S0-SUPERF	<dL	0.021	0.923	<dL	0.105	<dL	0.333
S1-FONDO	<dL	0.023	17.567	0.267	0.973	<dL	23.600
S1-MEDIO	<dL	0.022	3.333	<dL	0.990	<dL	1.967
S1-SUPERF	<dL	0.023	2.200	0.059	0.567	<dL	3.200
S2-FONDO	<dL	0.023	3.067	0.217	0.700	<dL	2.000
S2-MEDIO	<dL	0.022	1.693	0.067	0.797	<dL	1.173
S2-SUPERF	<dL	0.022	1.377	0.090	0.233	<dL	6.133
S3-FONDO	<dL	0.022	1.900	0.043	0.333	<dL	1.600
S3-MEDIO	<dL	0.022	1.500	0.033	0.220	<dL	0.720
S3-SUPERF	<dL	0.023	1.567	0.062	0.333	<dL	1.633
S4-FONDO	<dL	0.023	1.667	0.054	0.350	<dL	0.667
S4-MEDIO	<dL	0.021	8.267	<dL	1.217	<dL	0.893
S4-SUPERF	<dL	0.023	3.167	0.055	0.427	<dL	1.667
S5-FONDO	<dL	0.092	1.760	<dL	0.520	0.059	1.560
S5-MEDIO	<dL	0.114	3.427	<dL	0.590	<dL	1.233
S5-SUPERF	<dL	0.091	1.333	<dL	0.321	0.042	0.987
S6-FONDO	<dL	0.091	3.100	0.062	1.310	<dL	2.647
S6-MEDIO	<dL	0.089	1.333	<dL	1.433	<dL	0.857
S6-SUPERF	<dL	0.116	1.857	<dL	0.657	<dL	1.067
<i>Metalli disciolti (novembre 2015)</i>							
	Cd	Co	Fe	Pb	Cu	Sn	Zn
	<i>µg/l</i>	<i>µg/l</i>	<i>µg/l</i>	<i>µg/l</i>	<i>µg/l</i>	<i>µg/l</i>	<i>µg/l</i>
BIANCO-FONDO	<dL	0.107	2.333	<dL	1.990	<dL	2.443
BIANCO-MEDIO	<dL	0.130	2.650	<dL	0.810	<dL	1.300
BIANCO-SUPERF	<dL	0.075	0.527	<dL	0.167	<dL	2.733
BIANCO-FONDO	<dL	0.107	2.333	<dL	1.990	<dL	2.443
S0-FONDO	<dL	0.021	0.660	<dL	0.107	<dL	1.733
S0-MEDIO	<dL	0.090	0.660	<dL	0.110	<dL	0.333
S0-SUPERF	<dL	0.112	1.450	<dL	1.533	<dL	0.537
S1-FONDO	<dL	0.087	1.029	<dL	0.177	<dL	0.567
S1-MEDIO	<dL	0.115	1.523	<dL	0.540	<dL	1.467
S1-SUPERF	<dL	0.115	1.423	<dL	0.457	<dL	1.200
S2-FONDO	<dL	0.077	0.833	<dL	0.107	<dL	0.867
S2-MEDIO	<dL	0.113	1.933	<dL	0.630	<dL	1.133
S2-SUPERF	<dL	0.113	1.647	<dL	0.547	<dL	1.213
S3-FONDO	<dL	0.077	0.900	<dL	1.890	<dL	1.733
S3-MEDIO	<dL	0.111	1.367	<dL	0.373	<dL	1.633
S3-SUPERF	<dL	0.110	2.833	<dL	2.433	<dL	2.233
S4-FONDO	<dL	0.118	1.700	<dL	2.833	<dL	2.433
S4-MEDIO	<dL	0.083	1.267	<dL	1.983	<dL	1.390
S4-SUPERF	<dL	0.110	1.280	<dL	2.633	<dL	2.247
S5-FONDO	<dL	0.111	4.000	<dL	3.000	<dL	3.200
S5-MEDIO	<dL	0.116	4.100	<dL	0.800	<dL	1.273
S5-SUPERF	<dL	0.109	2.000	<dL	2.900	<dL	2.500
S6-FONDO	<dL	0.077	1.620	<dL	0.827	<dL	1.733
S6-MEDIO	<dL	0.119	1.493	<dL	0.900	<dL	1.033
S6-SUPERF	<dL	0.100	1.300	<dL	0.487	<dL	1.617

6.2 Distribuzione metalli in tracce in fase particolato

La concentrazione di metalli in tracce in fase particolato in superficie relativa al mese di maggio per il Co risulta essere compresa tra 0,008-0,015 µg/L e tra 0,008-0,083 µg/L nel mese di novembre; per il Fe tra 0,884-4,730 µg/L nel mese di maggio e tra 0,500-1,722 µg/L nel mese di novembre; per il Pb tra <0,005-

IMPATTO DEL SISTEMA ISWEC NELL'AREA MARINA INTERESSATA (ISOLA DI PANTELLERIA) DAL PUNTO DI VISTA IDROLOGICO, DEI NUTRIENTI E METALLI PESANTI

0,029 µg/L nel mese di maggio e tra <0,005-0,194 µg/L nel mese di novembre; per il Cu tra 0,032-0,155 µg/L nel mese di maggio e tra 0,036-0,095 µg/L nel mese di novembre; per lo Sn risulta <0,005 µg/L nel mese di maggio e <0,005 µg/L nel mese di novembre; per lo Zn risulta tra 0,266-0,500 µg/L nel mese di maggio e tra 0,300-0,600 µg/L nel mese di novembre, invece il Cd risulta <0,005 µg/L sia nel mese di maggio e tra <0,005-0,013 che nel mese di novembre.

La concentrazione dei metalli in tracce in fase particolato a profondità intermedia relativa al mese di maggio per il Co risulta essere compresa tra <0,005-0,014 µg/L e tra 0,008-0,141 µg/L nel mese di novembre; per il Fe tra 1,000-3,250 µg/L nel mese di maggio e tra 0,915-2,781 µg/L nel mese di novembre; per il Pb tra <0,005-0,039 µg/L nel mese di maggio e tra <0,005-0,125 µg/L nel mese di novembre; per il Cu tra 0,021-0,183 µg/L nel mese di maggio e tra 0,048-0,103 µg/L nel mese di novembre; per lo Sn risulta <0,005 µg/L nel mese di maggio e tra <0,005-0,016 µg/L nel mese di novembre; per lo Zn risulta tra 0,221-0,630 µg/L nel mese di maggio e tra 0,345-0,675 µg/L nel mese di novembre, invece il Cd risulta <0,005 µg/L nel mese di maggio e tra <0,005-0,016 che nel mese di novembre.

La concentrazione dei metalli in tracce in fase particolato al fondo relativa al mese di maggio per il Co risulta essere compresa tra <0,005-0,028 µg/L e tra 0,008-0,083 µg/L nel mese di novembre; per il Fe tra 1,370-21,400 µg/L nel mese di maggio e tra 1,375-11,857 µg/L nel mese di novembre; per il Pb tra <0,005-0,160 µg/L nel mese di maggio e tra 0,008-0,082 µg/L nel mese di novembre; per il Cu tra 0,040-0,240 µg/L nel mese di maggio e tra 0,073-1,814 µg/L nel mese di novembre; per lo Sn risulta <0,005 µg/L nel mese di maggio e <0,005 µg/L nel mese di novembre; per lo Zn risulta tra 0,111-0,932 µg/L nel mese di maggio e tra 0,313-1,222 µg/L nel mese di novembre, invece il Cd risulta <0,005 µg/L sia nel mese di maggio che nel mese di novembre.

Di seguito riportiamo le tabelle riepilogative dei risultati delle analisi dei metalli in tracce in fase particolato relativi al campionamento effettuato a maggio e a novembre.

<i>Metalli in sospensione (Maggio 2015)</i>							
	<i>Cd</i>	<i>Co</i>	<i>Fe</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Sn</i>	<i>Zn</i>
	<i>µg/L</i>	<i>µg/L</i>	<i>µg/L</i>	<i>µg/L</i>	<i>µg/L</i>	<i>µg/L</i>	<i>µg/L</i>
BIANCO-FONDO	<dL	0.060	2.660	0.021	<dL	<dL	0.925
BIANCO-MEDIO	<dL	0.065	1.730	<dL	<dL	<dL	0.710
BIANCO-SUPERF	<dL	0.034	2.020	<dL	0.075	<dL	0.320
S0-FONDO	<dL	<dL	1.491	0.020	0.075	<dL	0.739
S0-MEDIO	<dL	0.008	1.146	0.001	0.138	0.001	0.261
S0-SUPERF	<dL	0.008	0.884	0.012	0.032	<dL	0.270
S1-FONDO	<dL	0.008	1.370	0.010	0.040	<dL	0.119
S1-MEDIO	<dL	0.008	1.330	0.019	0.021	<dL	0.246
S1-SUPERF	<dL	0.010	3.100	0.029	0.082	<dL	0.660
S2-FONDO	<dL	0.009	3.920	0.022	0.078	<dL	0.238
S2-MEDIO	<dL	0.008	3.250	<dL	0.043	<dL	0.242
S2-SUPERF	<dL	0.008	3.820	0.022	0.100	<dL	0.275
S3-FONDO	<dL	0.007	1.500	0.022	0.128	<dL	0.243
S3-MEDIO	<dL	0.014	1.000	0.039	0.068	<dL	0.221
S3-SUPERF	<dL	0.008	1.410	0.012	0.155	<dL	0.266
S4-FONDO	<dL	0.008	2.800	0.030	0.146	<dL	0.962
S4-MEDIO	<dL	0.008	1.100	<dL	0.075	<dL	0.358
S4-SUPERF	<dL	0.008	1.220	<dL	0.079	<dL	0.255

IMPATTO DEL SISTEMA ISWEC NELL'AREA MARINA INTERESSATA (ISOLA DI PANTELLERIA) DAL PUNTO DI VISTA IDROLOGICO, DEI NUTRIENTI E METALLI PESANTI

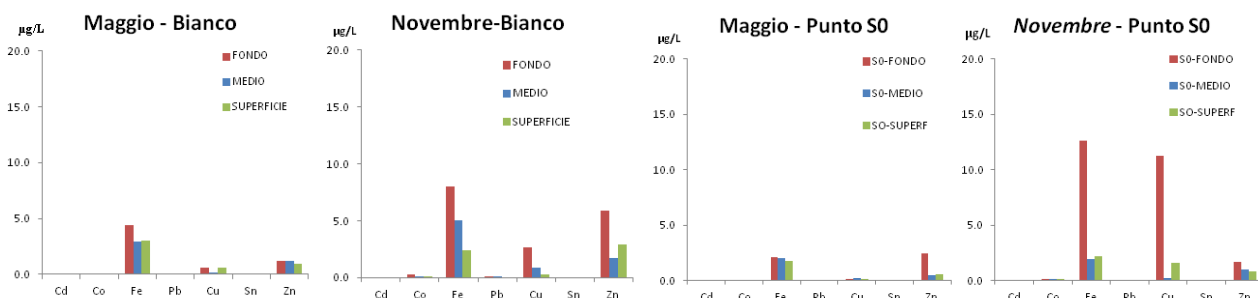
S5-FONDO	<dL	0.028	21.400	0.160	0.240	<dL	0.545
S5-MEDIO	<dL	<dL	2.440	0.025	0.183	<dL	0.490
S5-SUPERF	<dL	0.010	4.730	0.050	0.154	<dL	0.500
S69-FONDO	<dL	0.008	3.125	0.021	0.125	<dL	0.513
S6-MEDIO	<dL	0.014	2.640	0.014	0.138	<dL	0.630
S6-SUPERF	<dL	0.015	3.075	0.008	0.085	<dL	0.365

Metalli in sospensione (novembre 2015)

	Cd	Co	Fe	Pb	Cu	Sn	Zn
	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
BIANCO-FONDO	<dL	0.192	5.650	0.154	0.640	<dL	3.417
BIANCO-MEDIO	<dL	0.008	2.375	0.055	0.099	<dL	0.387
BIANCO-SUPERF	<dL	0.008	1.850	<dL	0.105	<dL	0.185
S0-FONDO	<dL	0.013	10.625	0.050	0.091	<dL	0.313
S0-MEDIO	<dL	0.014	1.275	0.005	0.085	<dL	0.675
S0-SUPERF	<dL	0.008	0.750	<dL	0.064	<dL	0.300
S1-FONDO	<dL	0.011	5.244	0.078	0.267	<dL	0.750
S1-MEDIO	<dL	0.125	1.694	<dL	0.119	0.008	0.378
S1-SUPERF	<dL	0.008	0.500	<dL	0.063	<dL	0.305
S2-FONDO	<dL	0.008	0.900	0.008	0.078	<dL	0.340
S2-MEDIO	<dL	0.008	0.915	<dL	0.048	<dL	0.470
S2-SUPERF	<dL	0.008	1.010	0.005	0.095	<dL	0.643
S3-FONDO	<dL	0.094	1.375	0.020	0.120	<dL	0.403
S3-MEDIO	<dL	0.075	0.835	<dL	0.073	<dL	0.460
S3-SUPERF	<dL	0.083	1.256	0.194	0.060	<dL	0.492
S4-FONDO	<dL	0.083	2.167	0.031	0.789	<dL	1.222
S4-MEDIO	0.016	0.141	2.625	<dL	0.103	0.011	0.359
S4-SUPERF	<dL	0.083	1.722	<dL	0.078	<dL	0.367
S5-FONDO	<dL	0.018	11.857	0.082	1.814	<dL	0.553
S5-MEDIO	<dL	0.094	2.781	0.016	0.061	0.016	0.609
S5-SUPERF	0.013	0.075	1.125	<dL	0.045	<dL	0.600
S6-FONDO	<dL	0.075	2.920	0.074	0.073	<dL	0.646
S6-MEDIO	<dL	0.075	1.175	0.125	0.080	<dL	0.345
S6-SUPERF	<dL	0.075	0.800	<dL	0.036	<dL	0.460

6.3 Distribuzione metalli in tracce totali

Le concentrazioni dei metalli totali (fase disciolta+fase particolata) per Cd, Co, Fe, Pb, Cu, Sn, Zn determinate nelle acque marine campionate lungo i transetti a tre livelli di profondità (Fig. 1), sono stati messi a confronto (mese di maggio 2015 prima dell'istallazione dell'ISWEC, e novembre 2015 dopo l'istallazione dell'ISWEC) in modo da valutare eventuali variazioni di metalli collegabili al sistema ISWEC (Fig. 7). Dal confronto non sembrerebbe emergere, in ciascun metallo analizzato, specifici pattern di distribuzione legati alla presenza dell'ISWEC, per cui la variabilità di concentrazione riscontrata nelle diverse stazioni (anche rispetto al bianco) e in entrambi i periodi potrebbe essere legata alla normale variabilità interna al sistema marino nell'area di studio.



IMPATTO DEL SISTEMA ISWEC NELL'AREA MARINA INTERESSATA (ISOLA DI PANTELLERIA) DAL PUNTO DI VISTA IDROLOGICO, DEI NUTRIENTI E METALLI PESANTI

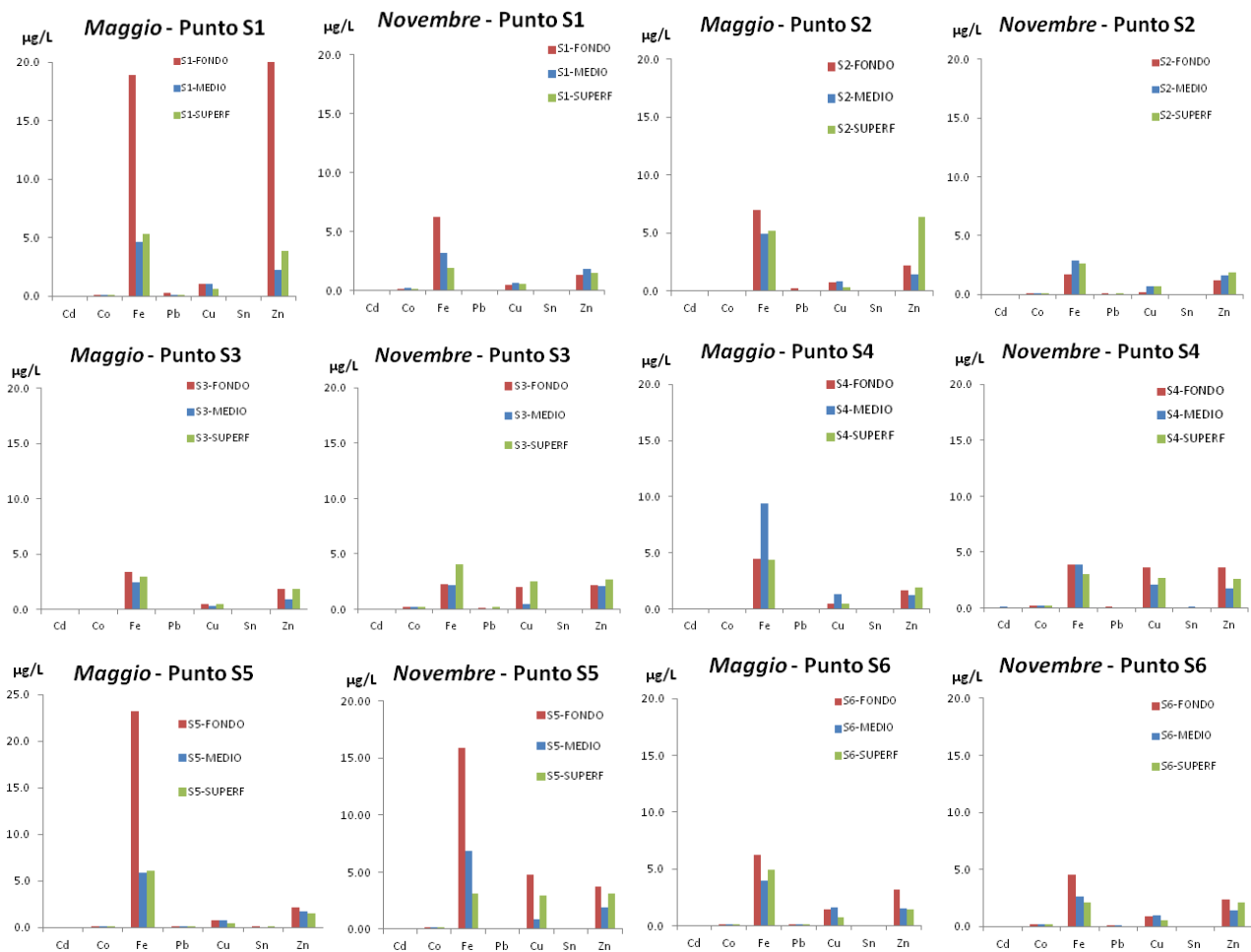


Fig. 7: Istogramma sulla distribuzione dei metalli in tracce (totali= disciolto+particolato) in tutti i punti di campionamento e in entrambi i periodi campionati

Di seguito riportiamo le tabelle riepilogative dei risultati delle analisi dei metalli in tracce totali relativi al campionamento effettuato a maggio e a novembre.

Metalli Totali Maggio							
	Cd	Co	Fe	Pb	Cu	Sn	Zn
	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
BIANCO-FONDO	<dL	0.021	1.733	<dL	0.570	<dL	0.317
BIANCO-MEDIO	<dL	0.021	1.207	<dL	0.200	<dL	0.473
BIANCO-SUPERF	<dL	0.021	1.000	<dL	0.490	<dL	0.600
S0-FONDO	<dL	0.021	2.151	0.020	0.182	<dL	2.472
S0-MEDIO	<dL	0.028	2.046	0.001	0.243	0.001	0.486
S0-SUPERF	<dL	0.029	1.807	0.012	0.137	<dL	0.603
S1-FONDO	<dL	0.031	18.937	0.277	1.013	<dL	23.719
S1-MEDIO	<dL	0.030	4.663	0.019	1.011	<dL	2.213
S1-SUPERF	<dL	0.033	5.300	0.088	0.649	<dL	3.860
S2-FONDO	<dL	0.032	6.987	0.239	0.778	<dL	2.238
S2-MEDIO	<dL	0.030	4.943	0.067	0.840	<dL	1.415
S2-SUPERF	<dL	0.030	5.197	0.112	0.333	<dL	6.408
S3-FONDO	<dL	0.029	3.400	0.065	0.461	<dL	1.843
S3-MEDIO	<dL	0.036	2.500	0.073	0.288	<dL	0.941
S3-SUPERF	<dL	0.031	2.977	0.074	0.488	<dL	1.899
S4-FONDO	<dL	0.030	4.467	0.084	0.496	<dL	1.629
S4-MEDIO	<dL	0.029	9.367	0.000	1.292	<dL	1.251
S4-SUPERF	<dL	0.031	4.387	0.055	0.506	<dL	1.922
S5-FONDO	<dL	0.119	23.160	0.160	0.760	0.059	2.105
S5-MEDIO	<dL	0.114	5.867	0.025	0.773	<dL	1.723

IMPATTO DEL SISTEMA ISWEC NELL'AREA MARINA INTERESSATA (ISOLA DI PANTELLERIA) DAL PUNTO DI VISTA IDROLOGICO, DEI NUTRIENTI E METALLI PESANTI

S5-SUPERF	<dL	0.101	6.063	0.050	0.476	0.042	1.487
S6-FONDO	<dL	0.098	6.225	0.083	1.435	<dL	3.159
S6-MEDIO	<dL	0.103	3.973	0.014	1.571	<dL	1.487
S6-SUPERF	<dL	0.131	4.932	0.008	0.742	<dL	1.432

Metalli totali Novembre							
	Cd	Co	Fe	Pb	Cu	Sn	Zn
	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L
BIANCO-FONDO	<dL	0.107	2.333	<dL	1.990	<dL	2.443
BIANCO-MEDIO	<dL	0.130	2.650	<dL	0.810	<dL	1.300
BIANCO-SUPERF	<dL	0.075	0.527	<dL	0.167	<dL	2.733
S0-FONDO	<dL	0.125	12.658	0.050	11.224	<dL	1.706
S0-MEDIO	<dL	0.104	1.935	0.005	0.195	<dL	1.008
S0-SUPERF	<dL	0.120	2.200	<dL	1.597	<dL	0.837
S1-FONDO	<dL	0.098	6.273	0.078	0.443	<dL	1.317
S1-MEDIO	<dL	0.240	3.218	<dL	0.659	<dL	1.844
S1-SUPERF	<dL	0.122	1.923	<dL	0.519	<dL	1.505
S2-FONDO	<dL	0.084	1.733	0.008	0.184	<dL	1.207
S2-MEDIO	<dL	0.120	2.848	<dL	0.678	<dL	1.603
S2-SUPERF	<dL	0.121	2.657	0.005	0.642	<dL	1.856
S3-FONDO	<dL	0.170	2.275	0.020	2.010	<dL	2.136
S3-MEDIO	<dL	0.186	2.202	0.000	0.446	<dL	2.093
S3-SUPERF	<dL	0.193	4.089	0.194	2.493	<dL	2.725
S4-FONDO	<dL	0.202	3.867	0.031	3.622	<dL	3.656
S4-MEDIO	0.016	0.224	3.892	<dL	2.086	0.011	1.749
S4-SUPERF	<dL	0.193	3.002	<dL	2.711	<dL	2.613
S5-FONDO	<dL	0.129	15.857	0.082	4.814	<dL	3.753
S5-MEDIO	<dL	0.210	6.881	0.016	0.861	0.016	1.882
S5-SUPERF	0.013	0.184	3.125	<dL	2.945	<dL	3.100
S6-FONDO	<dL	0.152	4.540	0.074	0.899	<dL	2.379
S6-MEDIO	<dL	0.194	2.668	0.125	0.980	<dL	1.378
S6-SUPERF	<dL	0.175	2.100	<dL	0.523	<dL	2.077

Conclusioni

Lo studio ambientale effettuato attraverso due campagne oceanografiche svolte a maggio e novembre 2015, nei pressi dell'Isola di Pantelleria (Stretto di Sicilia), finalizzate al monitoraggio del possibile impatto ambientale che il sistema ISWEC avrebbe potuto produrre nell'area, ha evidenziato nel breve periodo di osservazione, una certa variabilità ipotizzabile interna al sistema marino sia per quanto riguarda le principali caratteristiche chimico-fisiche delle acque che per quanto riguarda la componente biogeochimica intesa come nutrienti disciolti e metalli sia disciolti che in fase particolato.

Bibliografia

Astraldi, M., Conversano, F., Civitarese, G., Gasparini, G. P., Ribera d'Alcalà, M., and Vetrano, A., 2002. Water mass properties and chemical signatures in the central Mediterranean region, *J. Mar. Syst.*, 33–34, 155–177.

Bonanno, A., Placenti, F., Basilone, G., Mifsud, R., Genovese, S., Patti, B., Di Bitetto, M., Aronica, S., Barra, M., Giacalone, G., Ferreri, R., Fontana, I., Buscaino, G., Tranchida, G., Quinci, E., Mazzola, S., 2014. Variability of water mass properties in the Strait of Sicily in summer period of 1998–2013. *Ocean Sci.* 10, 759–770. <http://dx.doi.org/10.5194/os-10-759-2014>.

IMPATTO DEL SISTEMA ISWEC NELL'AREA MARINA INTERESSATA (ISOLA DI PANTELLERIA) DAL PUNTO DI VISTA IDROLOGICO, DEI NUTRIENTI E METALLI PESANTI

Cuttitta, A., Patti, B., Maggio, T., Quinci, E.M., Pappalardo, A.M., Ferrito, V., De Pinto, V., Torri, M., Falco, F., Nicosia, A., Musco, M., Armeri, G.M., Placenti, F., Tranchida, G., Mifsud, R., Bonanno, A., Mazzola, S., 2015. Larval population structure of *Engraulis encrasicolus* in the Strait of Sicily as revealed by morphometric and genetic analysis. *Fish. Oceanogr.* 24, 135–149. <http://dx.doi.org/10.1111/fog.12098>.

Grasshoff, K., Kremling, K., Ehrhardt, M., 1999. *Methods of Seawater Analysis*. Wiley-Vch Verlag, Weinheim, Germany.

Morley, N.H., Burton, J.D., Tankere, S.P., Martin, J.M., 1997. Distribution and behaviour of some dissolved trace metals in the western Mediterranean Sea. *Deep-Sea Research Part I*, 44, 675-691.

Placenti, F., Schroeder, K., Bonanno, A., Zgozi, S., Sprovieri, M., Borghini, M., Rumolo, P., Cerrati, G., Bonomo, S., Genovese, S., Basilone, G., Haddoud, D. A., Patti, B., El Turki, A., Hamza, M., and Mazzola, S., 2013. Water masses and nutrient distribution in the Gulf of Syrte and between Sicily and Libya, *J. Marine Sys.*, 121–122, 36–46.

Robinson, A. R., Sellschopp, J., Warn-Varnas, A., Leslie, W. G., Lozano, C. J., Haley, P. J., Anderson, L. A., and Lermusiaux, P. F. J., 1999. The Atlantic Ionian Stream, *J. Marine Syst.*, 20, 129–156.

Ribera D'Alcalà, M., Civitarese, G., Conversano, F., Lavezza, R., 2003. Nutrient fluxes and ratios hint at overlooked processes in the Mediterranean sea. *J. Geophys. Res.* 108, 1–15.

Schroeder, K., Gasparini, G.P., Borghini, M., Cerrati, G., Delfanti, R., 2010. Biogeochemical tracers and fluxes in the Western Mediterranean Sea, spring 2005. *J. Mar. Syst.* 80, 8–24.

Sorgente, R., Olita, A., Oddo, P., Fazioli, L., and Ribotti, A., 2011. Numerical simulation and decomposition of kinetic energy, *Ocean Sci.*, 7, 503–519, doi:10.5194/os-7-503-2011.