

**TRATTAMENTO DEI DATI DI POSIZIONE DEI
PROFILATORI ARGO NEL MAR MEDITERRANEO PER IL
PERIODO MARZO 2000- MAGGIO 2008
(PARTE I)**

Solari Maddalena



Prodotto dal “Mediterranean Argo Regional Centre (MedArgo)”, OGS, Trieste, Italia

Approved by:

Dr. Alessandro Crise

Sommario:

1) Introduzione.....	pag. 2
2) Profilatori.....	pag. 3
2.1) Situazione al 5 Maggio 2008.....	pag. 4
3) Caratteristiche di campionamento dei profilatori.....	pag. 7
3.1) APEX.....	pag. 7
3.2) PROVOR.....	pag. 12
4) Analisi statistiche.....	pag. 14
4.1) APEX del progetto MFSTEP.....	pag. 15
4.1.1) Velocità e distanze.....	pag. 15
4.1.2) Statistiche per i profili corti (700m).....	pag. 17
4.1.3) Statistiche per i profili profondi (2000m).....	pag. 19
4.2) PROVOR del progetto MFSTEP.....	pag. 20
4.3) PROVOR del progetto EGYPT.....	pag. 24
4.3.1) PROVOR con cicli di 5 giorni e cicli simulati di 10 giorni..	pag. 24
4.3.2) PROVOR con cicli di 10 giorni.....	pag. 27
4.4) PROVOR del progetto PROSAT.....	pag. 30
5) Situazione riassuntiva.....	pag. 32
6) Conclusioni.....	pag. 35
7) Referenze.....	pag. 36
APPENDICE 1.....	pag. 37
APPENDICE 2.....	pag. 43

1) Introduzione

Nel corso degli anni 90', con lo scopo di monitorare i cambiamenti climatici e gli effetti che questi hanno a medio e lungo termine, nasce il World Ocean Circulation Experiment (WOCE) con l'intento di misurare temperatura, salinità e correnti degli oceani. Per la temperatura si sono utilizzati gli XBT, mentre per misurare le correnti sottosuperficiali si sono utilizzate delle boe lagrangiane, denominate float, in grado di risalire ad intervalli stabiliti per essere localizzate dai satelliti. Questi primi Autonomous Lagrangian Circulation Explorers (ALACE), sono stati modificati per fare profili di salinità e temperatura ogni volta che risalgono in superficie. Nel 1998 è stato presentato un piano di distribuzione mondiale di float per ottenere un sistema globale ed integrato di osservazioni, comunicazione e modellizzazione che trasmette regolarmente un'esauriente informazione sullo stato degli oceani, dando così inizio al progetto Argo.

Nel 2000, dall'esigenza di conoscere e monitorare la circolazione del Mediterraneo, nasce il progetto Argo per il Mar Mediterraneo (MedArgo) con i primi rilasci di float da parte della Marina Statunitense (progetto della Naval Oceanographic Office-NAVOCEANO) ma è soprattutto con il progetto europeo MFSTEP, iniziato nel 2003, che si ha un netto incremento della flotta di float Argo nel bacino del Mediterraneo.

In questo rapporto verrà mostrata la situazione dei diversi float messi a mare nel Mar Mediterraneo dal Marzo 2000 al Marzo 2008 e la loro distribuzione tra i progetti che fanno parte di MedArgo: NAVOCEANO, US-GREECE, MFSTEP, EGYPT, SPAIN e PROSAT. L'Istituto di Oceanografia e Geofisica Sperimentale (OGS) riceve i dati dei progetti MFSTEP, EGYPT e SPAIN. Quindi in questo rapporto saranno mostrati alcuni dati statistici riguardanti l'efficienza di trasmissione dei float, il numero di satelliti agganciati dal float una volta in superficie, il periodo di trasmissione dati, il periodo in cui il float viene localizzato in superficie.

I diversi enti di ricerca che partecipano a MedArgo hanno scelto in maniera autonoma le caratteristiche operative dei float e per questo le differenze nella strategia di campionamento possono causare difficoltà nel confronto dei dati. Con questo rapporto si vogliono quindi trovare le eventuali differenze tra le diverse strategie per poter trovare un'unica soluzione

comune a tutti i programmi che partecipano a MedArgo per ottimizzare la resa degli strumenti e la qualità dei dati.

2) Profilatori

I float utilizzati sono di due tipi, uno è chiamato APEX (prodotto da Webb Research Corporation, USA) e l'altro è chiamato PROVOR (prodotto da Martec, Francia). L'APEX e l'evoluzione dell'ALACE invece il PROVOR è basato sulla tecnologia MARVOR. Entrambi i float sono equipaggiati con sensori CTD della Sea-Bird. Entrambi sono programmati in configurazione di "parcheggio e profilo" con una profondità di parcheggio di 350 metri per gli strumenti dei progetti: US-GREECE, MFSTEP, EGYPT e SPAIN; di 600 o 650 per i profilatori di NAVOCEANO. La profondità massima di 2000m per US-GREECE, MFSTEP, EGYPT e SPAIN di 600 o 650 m per NAVOCEANO. I float appartenenti al progetto MFSTEP sono programmati per fare profili dalla profondità di 700m e ogni 10 cicli scendere fino a 2000m, questo per evitare, vista la batimetria del Mediterraneo, che i profilatori tocchino il fondo ad ogni profilo. Tali profondità sono state scelte perché 350m è la quota a cui si ritrova l'acqua Levantina (LIW) e 700m è la profondità a cui arrivano le misure degli XBT. Anche la durata del ciclo è diversa da progetto a progetto: 5 giorni per NAVOCEANO, MFSTEP, SPAIN, US-GREECE e 5 o 10 giorni per i float di EGYPT (Tabella 1). Quando i profilatori arrivano in superficie cominciano a trasmettere i dati; appena un satellite ad orbita polare del sistema Argos passa sopra al float riceve le trasmissioni e lo localizza, quando il satellite passa sopra al centro raccolta dati di Tolosa trasmette i dati che vengono resi disponibili attraverso il sistema GTS (Global Telecommunication System) (Solari, 2008a).

Progetti	# profilatori	Profondita Massima	Profondita' di parcheggio	Cicli (giorni)
US-GREECE	4	-	-	5
NAVOCEANO	29	600/650m	600/650m	5
MFSTEP	27	700/2000m	350m	5
EGYPT	14	2000m	350m	5/10
SPAIN	1	2000m	350m	5
PROSAT	5	1500m	400m	10
Totale	80			

Tabella 1: Quantita' di float, profondita' massima, di parcheggio e intermedia, suddivisi per progetto di appartenenza (dati aggiornati al 30 Aprile 2008)

In figura 1 e' possibile vedere la distribuzione dei float appartenenti ai vari progetti sopraelencati, da quando e' stato attivato il progetto MedArgo al 5 Maggio 2008.

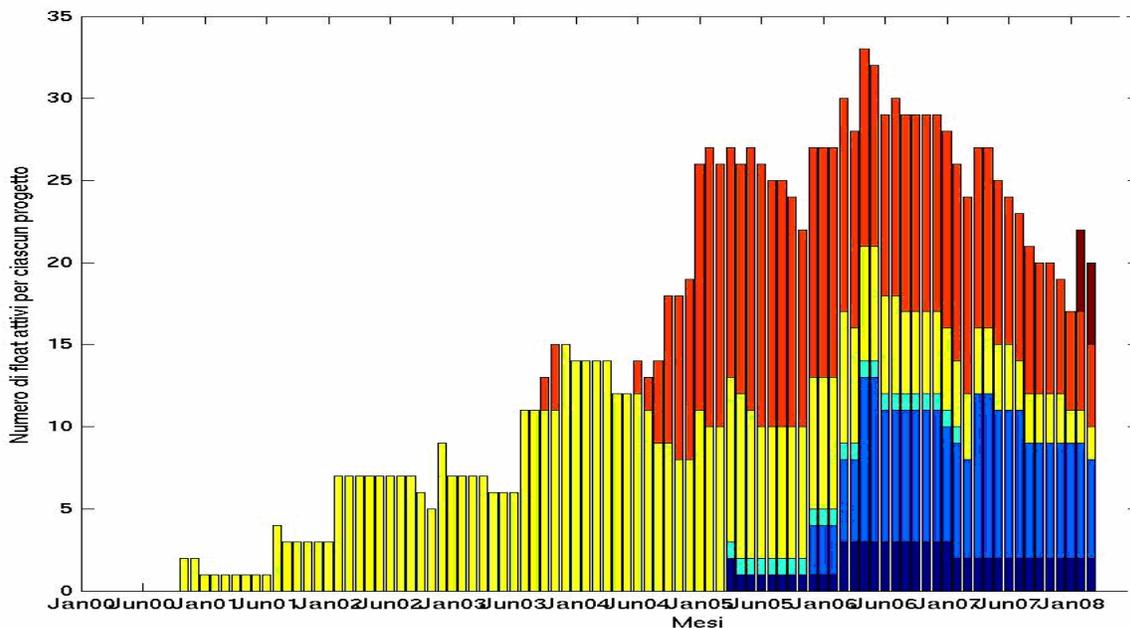


Fig. 1: Quantità di float appartenenti ai diversi progetti aggiornata al 5 Maggio 2008 (giallo=NAVY, arancione= MFSTEP, celeste=SPAGNA, azzurro= EGYPT, blu= GREECE; rosso: PROSAT)

2.1) Situazione al 5 Maggio 2008

Qui di seguito vengono elencati i progetti che fanno parte di MedArgo e i float che sono stati utilizzati dal 2000 al 2008.

- 29 float della NAVOCEANO rilasciati nell'ambito di operazioni militari (Tabella 2)

Modello	WMO	ARGO	Data inizio	Cicli	Ultimo profilo	Stato
APEX-SBE	69006	19831	9-Sep-2000	0	10-Sep-2000	D
APEX-SBE	69009	19834	08-mar-00	0	08-mar-00	D
APEX-SBE	69010	19835	30-Oct-2000	104	10-Aug-2001	D
APEX-SBE	69012	19837	08-mar-00	0	08-mar-00	D
APEX-SBE	69013	19941	30-Oct-2000	7	28-Dec-2000	D
APEX-SBE	6900087	19795	13-Jul-2001	341	08-mar-06	D
APEX-SBE	6900089	19797	13-Jul-2001	203	17-apr-04	D
APEX-SBE	6900091	19798	13-Jul-2001	372	10-Aug-2006	D

APEX-SBE	6900090	11135	16-Jan-2002	92	15-apr-03	D
APEX-SBE		11167	10-Jan-2002	66	06-Dec-2002	D
APEX-SBE		11183	10-Jan-2002	52	27-Sep-2002	D
APEX-SBE		11175	10-Jan-2002	53	02-Oct-2002	D
APEX-SBE	6900102	24140	16-Dec-2004	249	04-May-2008	A
APEX-SBE	1900024	24141	12-nov-02	4	02-Dec-2002	D
APEX-SBE	1900025	24142	12-nov-02	121	09-Jul-2004	D
APEX-SBE		27145	12-nov-02	86	19-Jul-2007	D
APEX-SBE	1900026	27143	12-nov-02	161	25-Jan-2005	D
APEX-SBE		28616	15-Jul-2003	141	19-Jun-2005	D
APEX-SBE		28617	15-Jul-2003	254	05-Jan-2007	D
APEX-SBE		28619	17-Jul-2003	80	20-Aug-2004	D
APEX-SBE		28622	17-Jul-2003	134	17-May-2005	D
APEX-SBE	1900032	34729	09-nov-03	30	07-apr-04	D
APEX-SBE	1900030	34730	09-nov-03	58	25-Aug-2004	D
APEX-SBE	1900031	34732	09-nov-03	71	29-Oct-2004	D
APEX-SBE	1900028	34733	09-nov-03	5	26-nov-03	D
APEX-SBE	1900029	34734	09-nov-03	17	01-Jan-2004	D
APEX-SBE	6900101	47636	06-Dec-2004	220	09-Jun-2006	D
APEX-SBE	6900103	47637	06-Dec-2004	437	5-Dec-2007	D
APEX-SBE	6900098		20-Jul-2003	350	4-May-2008	A

Tabella 2: Elenco dei float appartenenti a NAVOCEANO. (D=dead, A=active al 05/05/2008)

- 4 US/GREECE in Mar Egeo (Universita' di Washington, Universita' di Atene e Hellenic Centre of Marine Research, progetto finanziato da Office of Naval Research) (Tabella 3).

Modello	WMO	ARGO	Data inizio	Cicli	Ultimo profilo	Stato
APEX-SBE	6900118	56049	01-mar-05	9	18-apr-05	D
APEX-SBE	6900120	56051	01-feb-06	34	01-may-08	A
APEX-SBE	6900119	56050	09-mar-05	239	01-may-08	A
APEX-SBE	6900121	56052	13-feb-06	66	04-gen-07	D

Tabella 3: Elenco dei float appartenenti a US/GREECE. (D=dead, A=active al 05/05/2008)

- 27 MFSTEP (Mediterranean Forecasting System Toward Environmental predictions) progetto finanziato dalla Commissione Europea (Tabella 4).

Modello	WMO	ARGO	Data inizio	Cicli	Ultimo profilo	Stato
APEX-SBE	6900226	35503	26-Sep-2003	12	07-nov-03	R

APEX-SBE	6900227	35504	26-Sep-2003	6	11-nov-03	R
PROVOR-SBE	6900228	35505	2-Oct-2003	10	07-nov-03	R
PROVOR-SBE	6900229	35506	2-Oct-2003	5	07-nov-03	R
APEX-SBE	6900278	35503	30-Jun-2004	79	30-Jul-2005	D
APEX-SBE	6900279	35504	30-Jun-2004	93	8-Oct-2005	D
APEX-SBE	6900280	50762	16-Aug-2004	228	04-nov-07	D
APEX-SBE	6900281	50763	15-Aug-2004	259	01-May-2008	A
APEX-SBE	6900282	50764	15-Aug-2004	266	26-Apr-2008	A
PROVOR-SBE	6900291	35505	7-Sep-2004	82	19-Oct-2005	D
PROVOR-SBE	6900292	35506	7-Sep-2004	195	08-May-2007	D
PROVOR-SBE	6900293	50770	7-Sep-2004	183	08-mar-07	D
PROVOR-SBE	6900294	50771	8-Sep-2004	72	05-Sep-2005	D
PROVOR-SBE	6900295	50769	26-Oct-2004	30	22-mar-05	D
PROVOR-SBE	6900299	50768	12-nov-04	96	04-mar-06	D
APEX-SBE	6900287	50760	6-Dec-2004	53	02-Sep-2005	D
APEX-SBE	6900286	50759	7-Dec-2004	240	22-Dec-2007	D
APEX-SBE	6900285	50758	7-Dec-2004	107	31-May-2006	D
APEX-SBE	6900284	50757	7-Dec-2004	248	05-May-2008	A
PROVOR-SBE	6900297	50766	08-Jan-2005	2	02-feb-05	D
PROVOR-SBE	6900298	50767	08-Jan-2005	15	21-mar-05	D
APEX-SBE	6900301	50754	20-May-2005	150	15-Jun-2007	D
APEX-SBE	6900302	50755	21-May-2005	169	18-Sep-2007	D
APEX-SBE	6900300	35503	27-Sep-2005	29	19-feb-06	D
APEX-SBE	1900630	50761	16-nov-05	180	05-May-2008	A
PROVOR-SBE	1900629	50772	14-nov-05	169	05-Mar-2008	D
APEX-SBE	6900453	35504	05-Jul-2006	134	05-May-2008	A

Tabella 4: Elenco dei float appartenenti a MFSTEP. (D=dead, A=active al 05/05/2008)

- 14 float francesi nell'ambito del progetto EGYPT(Tabella 5).

Modello	WMO	ARGO	Data inizio	Cicli	Ultimo profilo	Stato
PROVOR-SBE	1900589	52112	14-nov-05	113	31-May-2007	D
PROVOR-SBE	1900590	54006	15-nov-05	168	01-Mar-2008	D
PROVOR-SBE	1900591	54011	15-nov-05	41	05-Jun-2006	D
PROVOR-SBE	1900592	54055	02-feb-06	26	09-Jun-2006	D
PROVOR-SBE	1900593	54073	02-feb-06	44	07-Sep-2006	D
PROVOR-SBE	1900602	63657	10-apr-06	76	01-May-2008	A
PROVOR-SBE	1900605	63660	11-apr-06	76	02-May-2008	A

PROVOR-SBE	1900604	63659	18-apr-06	75	29-Apr-2008	A
PROVOR-SBE	1900606	63661	22-apr-06	75	03-May-2008	A
PROVOR-SBE	1900603	63658	23-apr-06	30	09-feb-07	D
PROVOR-SBE	6900455	54070	13-mar-07	82	02-May-2008	A
PROVOR-SBE	6900454	54069	14-mar-07	30	09-Aug-2007	D
PROVOR-SBE	6900456	63668	22-mar-07	27	06-Aug-2007	D
PROVOR-SBE	6900457	63670	22-mar-07	82	02-May-2008	A

Tabella 5: Elenco dei float appartenenti al progetto EGYPT, in rosso i float con cicli di 10 giorni (D=dead, A=active al 05/05/2008)

- 1 Spagnolo (Tabella 6)

Modello	WMO	ARGO	Data inizio	Cicli	Ultimo profilo	Stato
PROVOR-SBE	4900556	19789	22-mar-05	137	04-feb-07	D

Tabella 6: Elenco dei float appartenenti alla Spagna (D=dead, A=active al 05/05/2008)

- 5 PROSAT (Tabella 7)

Modello	WMO	ARGO	Data inizio	Cicli	Ultimo profilo	Stato
PROVOR-SBE	6900501	78638	23-jan-2008	11	05-May-2008	A
PROVOR-SBE	6900502	78639	26-jan-2008	10	28-Apr-2008	A
PROVOR-SBE	6900503	78640	28-jan-2008	10	30-Apr-2008	A
PROVOR-SBE	6900504	78641	24-jan-2008	11	06-May-2008	A
PROVOR-SBE	6900505	78642	23-jan-2008	11	05-May-2008	A

Tabella 7: Elenco dei float appartenenti al progetto PROSAT, in rosso i cicli di 10 giorni (D=dead, A=active al 05/05/2008)

3) Caratteristiche di campionamento dei profilatori

3.1) APEX

I float APEX sono programmati per eseguire un profilo profondo fino a 2000m ogni 10 profili, gli altri profili per arrivare fino a 700m a meno che il float non tocchi prima il fondo (Fig. 2).

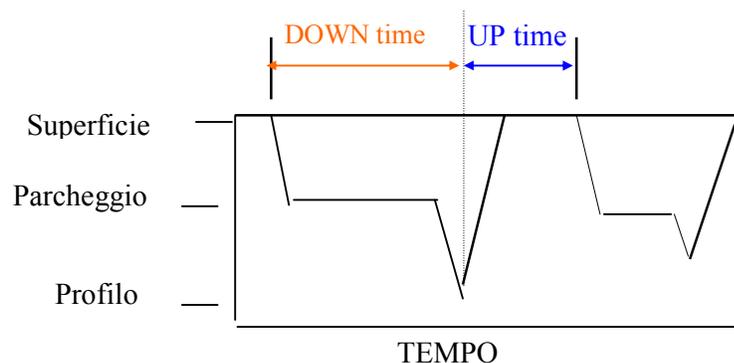


Fig. 2: Schematizzazione del ciclo dei float APEX per i progetti MFSTEP, EGYPT e SPAIN

I parametri definiti al momento della programmazione del float sono: UP time, DOWN time e tempi di ascesa. Quando un float viene messo a mare rimane in superficie circa 6 ore durante le quali trasmette dei messaggi che, decodificati, forniscono le informazioni riguardanti le sue specifiche tecniche. (Tabella 7).

Qui di seguito viene riportato un esempio di messaggio dal quale e' possibile reperire le informazioni appena descritte e la tabella riassuntiva.

```

02765 50754 49 31 M
2005-05-20 21:13:59 1 12.0000 1.0000 141 1978 2 29
72.0000 1.0000 155 153 12
14.0000 8.0000 106 112 9
6 3500.000 115.000 12.0 100.0
247.0 5.0 24.0000 4
    
```

Modello	Durata del ciclo	DOWN TIME	UP TIME	Tempo di ascesa
APEX	5 giorni	112 ore per profilo a 700m 106 ore per profilo a 2000m	8 ore per profilo a 700m 14 ore per profilo a 2000m	6 ore per profili a 700m. 9 ore per profili a 2000m.

Tabella 8: Specifiche di programmazione dei float APEX per i progetti MFSTEP, EGYPT e SPAIN

Negli APEX considerati, appartenenti al progetto MFSTEP, l'UP time, somma del tempo di ascesa piu' il tempo di superficie, e' sempre uguale per tutti i float. Quello che puo' variare sono le sue due componenti infatti i float sono programmati per una velocita' di ascesa di 0.08 m/sec che pero' non puo' essere sempre garantita. Per questo vengono programmati intervalli maggiori per garantire il tempo sufficiente per arrivare in superficie in caso il float rallenti. Inoltre se il float tocca il fondale prima di essere arrivato alla profondita' programmata, il tempo impiegato per la risalita sara' minore e quindi il tempo passato in superficie maggiore.

Analizzando i tempi di superficie del float spesso questi sembrano variare di molto rispetto a quanto programmato inizialmente. Cio' dipende dal fatto che la boa appena arriva in superficie comincia a trasmettere i suoi dati ma fino a quando non passa un satellite, questa non puo' essere localizzata e i dati non possono essere ricevuti. E' comunque possibile risalire al momento in cui il float arriva in superficie, grazie al parametro T_e , che rappresenta il tempo intercorso tra la prima trasmissione del float e l'avvenuta ricezione dei dati del satellite a cui il float sta trasmettendo. Tale intervallo di tempo viene calcolato considerando il messaggio numero #1 della trasmissione. In tale messaggio viene comunicato il numero delle misure che sono state fatte durante il profilo, ogni misura corrisponde ad un tripletta di dati: temperatura, salinita', profondita'. Ognuno di questi dati ha bisogno di 2 bytes, quindi per ogni misura ci vogliono 6 bytes. Ogni messaggio trasmesso dal float, escludendo i messaggi #1 e #2, puo' contenere 29 bytes, il messaggio #1 non contiene dati di campionamento mentre il messaggio #2 ha a disposizione 27 bytes. Considerando l'esempio riportato qui di seguito il numero in rosso indica che quella sequenza e' il messaggio #1, il numero in viola indica il numero di triplette di dati immagazzinate. Per conoscere il numero di messaggi necessario per trasmettere tutto il profilo bisogna compiere il seguente calcolo:

$$\text{NUMERO MESSAGGI NECESSARI} = [(\text{nro triplette} * 6 \text{ bytes}) - \text{bytes disponibili nel messaggio \#2}] / \text{bytes disponibili negli altri messaggi} + 2$$

Nel nostro esempio questo numero e':

$$[(81 * 6) - 27] / 29 + 2 = 459 / 29 + 2 = 16 + 2 = 18.$$

Come si puo' notare il risultato della divisione e' stato approssimato per eccesso; al numero ottenuto (16) sono stati aggiunti 2 messaggi: il messaggio #1 che e' quello che da l'informazione, il messaggio #2 che e' quello che contiene i 27 bytes sottratti nel dividendo. Quindi in questo esempio dovremmo ritrovare, fra tutte le trasmissioni arrivate, 18 diversi messaggi per ottenere un profilo completo. Sapendo che gli APEX trasmettono ogni 30 secondi, moltiplicando il numero dei messaggi per il periodo di trasmissione, per il numero del blocco di messaggi (6), otteniamo il T_e che, sottratto all'ora che troviamo nella prima riga della trasmissione, fornisce l'ora dell'arrivo in superficie della boa:

$$T_e = 30 * (6 - 1) * 18 = 2700 \text{ secondi.}$$

Al numero del blocco e' stato sottratto 1 perche' 6 e' il blocco che sto considerando, quindi i blocchi mancanti, che sono stati trasmessi ma non ricevuti, sono 5 ognuno dei quali conteneva 18 messaggi, ogni messaggio e' spedito ogni 30 secondi per un totale di 2700 secondi.

02765	50754	73	31	J	3	2006-05-05	18:26:27	34.899	30.052	0.000	401648321
2006-05-05	18:23:12	1				227.0000	14	1.392	14.554		
						38.957	1.290	14.577	38.960		
						1.193	14.633	38.969	1.093		
						14.680	38.977	0.991	14.702		
						152.000					
2006-05-05	18:23:42	1				172.0000	15	17.411	45.625		
						30.360	17.443	32.825	24.984		
						15.363	18.745	64.408	15.634		
						7.225	47.400	18.978	58.937		
						206.000					
2006-05-05	18:24:42	1				128.0000	17	18.584	25.089		
						47.677	11.416	26.881	34.879		
						60.696	30.401	21.829	59.544		
						43.521	10.055	10.136	49.920		
						246.000					
2006-05-05	18:25:42	1				138.0000	1.0000	6	1978	70	
						81.0000	0.0000	145	19	64	
						430.0000	13.9000	429	22	82	
						148	13.867	38.802	350.2	14.6	
						13.0	10.0	5.3300	98	14.2	
2006-05-05	18:27:42	1				204.0000	5	39.831	26.390		
						14.133	41.111	26.901	54.325		
						41.623	26.901	29.493	42.647		
						27.413	4.661	43.415	27.668		
						170.000					
2006-05-05	18:28:12	1				183.0000	6	13.739	38.764		
						5.189	13.748	38.767	5.094		
						13.757	38.770	4.993	13.763		
						38.771	4.893	13.767	38.773		
						18.000					
						10.000					
2006-05-05	18:28:42	1				48.0000	7	47.669	53.911		
						30.738	21.301	55.959	31.249		
						60.725	59.287	32.017	36.405		
						60.567	32.529	9.526	0.919		
						133.000					
2006-05-05	18:29:12	1				146.0000	8	4.293	13.838		
						38.792	4.193	13.841	38.793		
						4.090	13.852	38.797	3.995		
						13.864	38.800	3.892	13.881		
						151.000					
2006-05-05	18:29:42	1				13.0000	9	37.902	53.303		
						19.351	39.174	27.706	33.687		
						39.470	3.766	28.887	41.741		
						41.782	31.383	42.253	16.694		
						94.000					

Per ogni APEX sono stati riportati su grafico i periodi di emersione (Fig. 3) per verificare se effettivamente i tempi di superficie sono costanti. Viene riportato di seguito il grafico di un solo float (b50758) ad esemplificazione di tutti gli altri che sono riportati in Appendice 1. In tale grafico ritroviamo una serie di circoli per ogni periodo di trasmissione: i circoletti blu sono le trasmissioni in cui, oltre a ricevere i dati, il satellite riesce anche a localizzare il float (Solari, 2008a), i cerchi rossi indicano le trasmissioni senza localizzazione. I simboli + indicano il momento in cui il float e' arrivato in superficie, questo dato e' stato calcolato con il procedimento precedentemente descritto.

Osservando il grafico si puo' vedere come risulti ben definita l'ora di discesa del float (circa le 11.30). Al contrario l'ora di emersione risulta, a prima vista, piu' variabile. In questo grafico sono anche ben visibili i periodi di superficie che corrispondono alla trasmissione di un profilo profondo. Infatti come mostrato in tabella 10, il periodo di superficie che segue a questi profili inizia prima ed e' piu' lungo.

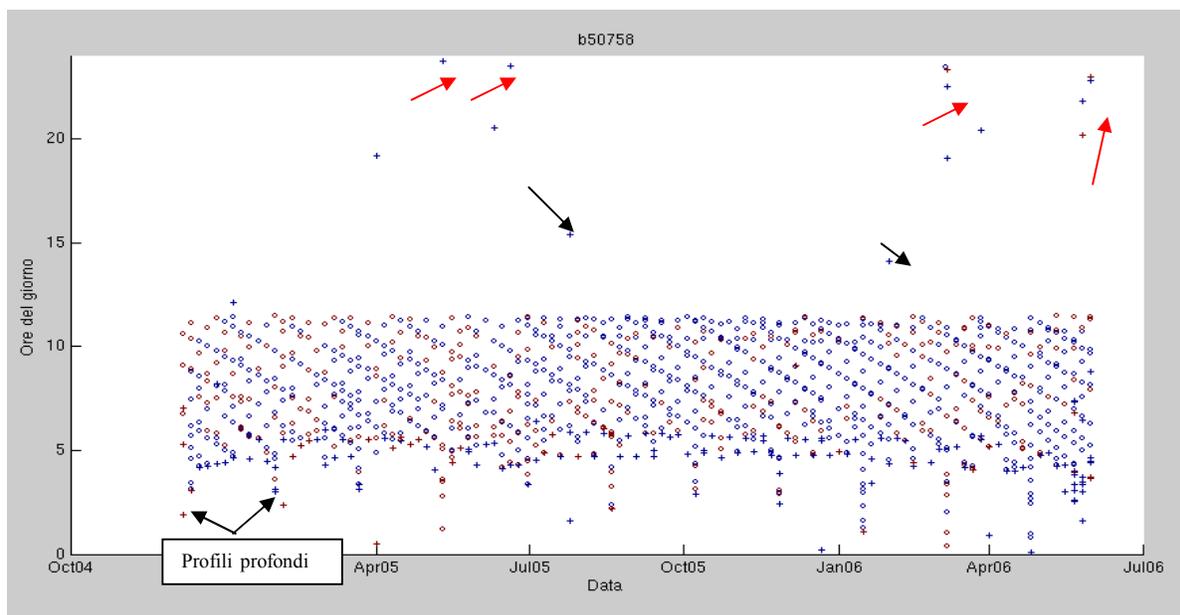


Fig. 3: Tempi di emersione del float APEX b50758 e particolare ingrandito

Osservando l'ingrandimento di un tratto del grafico e' possibile verificare come, se si considerano i tempi calcolati con il Te e rappresentati da un +, anche il momento di emersione risulta piu' o meno lo stesso per tutti i periodi di superficie, le differenze che si osservano sono dovute al fatto che il float puo' toccare il fondo prima di terminare la sua discesa e quindi cominciare il suo profilo prima ed arrivare in superficie in anticipo. Nella parte superiore del

grafico ci sono dei punti che sembrano degli spyke, in realta' quelli indicati dalle frecce rosse sono i momenti di venuta in superficie di profili piu' lunghi, quelli indicati dalle frecce nere probabilmente sono Te calcolati con messaggi che non possono essere considerati buoni.

3.2) PROVOR

Tra i float monitorati dall'OGS, quelli di tipo APEX sono utilizzati solo nel progetto MFSTEP, i float PROVOR sono utilizzati, oltre che in MFSTEP, anche nel progetto EGYPT, PROSAT e SPAIN. Questo ha portato ad avere strumenti programmati in maniera differente per quello che riguarda le profondita' di parcheggio e dei profili (Tabella 1). I PROVOR differiscono dagli APEX soprattutto nella modalita' di campionamento, infatti possono fare profili sia in ascesa, che in discesa che in fase di spostamento subsuperficiale. I file esadecimali che arrivano all'OGS hanno la stessa forma di quegli degli APEX ma una volta decodificati le informazioni fornite sono diverse (Solari, 2008b).

La prima grande differenza è la frequenza di trasmissione dei messaggi: uno ogni 34-44 secondi. Per minimizzare la perdita di dati, quando si perdono dei messaggi, i dati CTD vengono trasmessi in triplette alternate:

$$\begin{aligned} \text{messaggio } N &= \{\text{tripletta1, tripletta3, tripletta5, \dots, tripletta7}\} \\ \text{messaggio } N+1 &= \{\text{tripletta2, tripletta4, tripletta6, \dots, tripletta8}\} \end{aligned}$$

Per ogni 2 set completi di messaggi CTD spediti, vengono spediti tre messaggi tecnici che danno informazioni sul numero di campionamenti in ascesa, in discesa e alla quota di parcheggio, le massime profondita' raggiunte, le ore di inizio e fine profilo in ascesa e in discesa. Di seguito viene riportato un esempio di codice esadecimale convertito di un float PROVOR.

02765	50772	65	31	L	1	2005-11-16	14:49:54	35.092	21.163	0.000	401647091						
2005-11-16	14:45:50	6						41566	109	1375	13.7340						
								38.7320	1277	13.7290	38.7330						
								1175	13.7190	38.7330	1075						
								13.7200	39	978.0000	13.7280						
								38.7400	875.0000	13.7540	38.7490						
2005-11-16	14:46:35	6						28732	192	925	13.7410						
								38.7440	825	13.7760	38.7560						
								725	13.8530	38.7750	685						
								13.8750	39	665.0000	13.8990						
								38.7860	646.0000	13.9100	38.7890						
2005-11-16	14:47:54	4						11589	27	908	29.0770						
								40.1390	1771	29.1690	38.9950						
								1002	22.3970	38.9530	1876						
								18.9770	39	587.0000	6.4540						
								38.7240	742.0000	5.8180	NaN						
2005-11-16	14:49:51	6						33424	303	325	14.8790						
								38.9660	305	14.9150	38.9670						
								285	14.9560	38.9660	265						
								14.9670	39	245.0000	15.0140						
								38.9520	226.0000	15.0300	38.9380						
2005-11-16	14:50:34	6						52964	326	185	15.0720						
								38.9020	165	15.1120	38.8800						
								145	15.1880	38.8570	125						
								15.3350	39	105.0000	15.5440						
								38.6940	85.0000	16.8800	38.6500						
2005-11-16	14:51:12	6						52252	281	435	14.5240						
								38.9160	415	14.5830	38.9260						
								395	14.7250	38.9500	375						
								14.7730	39	354.0000	2.3050						
								38.9500	333.0000	6.6970	12.1360						
2005-11-16	14:52:30	0						21358	118	56	138						
								2	6	159	0						
								2	4	17	15						
								30	764	59	26						
								63	7	40.711	255						
2005-11-16	14:54:34	6						47974	200	1177	4.4500						
								22.9000	1119	4.7640	22.8990						
								1172	5.1120	23.0680	580						
								5.6320	23	390.0000	8.1230						
								23.2920	696.0000	18.8220	21.9060						

I numeri in blu indicano se i dati che seguono appartengono ad un profilo di ascesa (6), discesa(4), campionamento alla quota di parcheggio (5) o se è un messaggio tecnico (0). All'interno del messaggio tecnico è poi possibile sapere quanti messaggi CTD sono stati registrati: 30 messaggi in discesa, 764 campionamenti durante la navigazione alla quota di parcheggio e 59 CTD durante l'ascesa alla superficie (vedere numeri in rosso qui sopra). Anche per i PROVOR, appartenenti al progetto MFSTEP, sono stati graficati i periodi di emersione come visto in precedenza per gli APEX, anche qui se ne considererà uno ad esemplificazione degli altri che sono mostrati in Appendice 2 (Fig. 4).

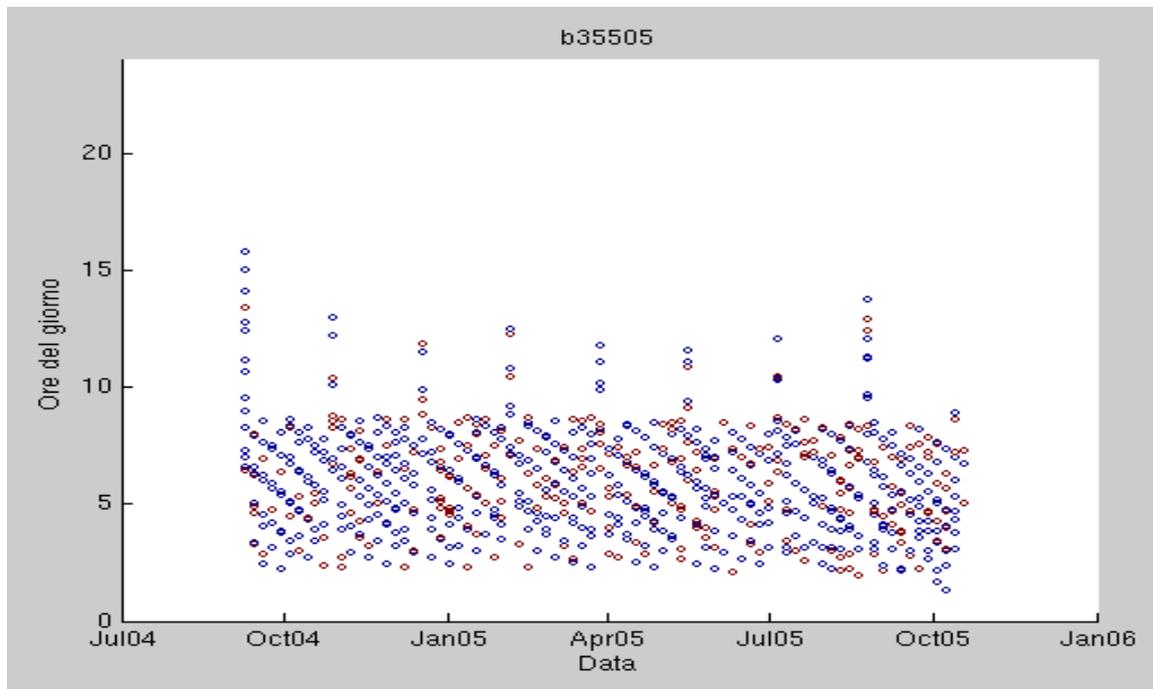


Fig. 4: Tempi di emersione per il float PROVOR b35505 (circoli blu: con posizione; circoli rossi: senza posizione)

Come per gli APEX è possibile distinguere facilmente i profili più profondi, infatti a seguito di un profilo profondo il periodo di superficie finisce più tardi. Le ore esatte di risalita e di discesa sono comunicate nel messaggio tecnico come numeri che indicano i decimi di ora dalla mezzanotte.

4) Analisi statistiche

Utilizzando i dati dei float, opportunamente convertiti e rielaborati (Solari, 2008c), prendendo come limiti temporali le date di messa a mare e dell'ultimo profilo trasmesso indicati nelle Tabelle 2-8, si sono fatte alcune analisi statistiche:

1. Numero di satelliti passati durante la superficie
2. periodo in cui si hanno le trasmissioni dei dati
3. periodo in cui si ha la trasmissione in superficie
4. periodo in cui il float e' sommerso
5. distanza percorsa durante l'intervallo d'immersione del float
6. velocità media durante l'intervallo d'immersione del float.

Questi studi sono stati fatti sui float dei progetti : MFSTEP, EGYPT, PROSAT.

Per ottenere dei risultati significativi si è deciso di dividere i float, oltre che per progetto, anche per tipo, APEX e PROVOR e per ogni float fare le statistiche sui dati depurati dei profili profondi e successivamente solo sui dati dei profili profondi. In questo modo, nello studio dei tempi medi di superficie, la più lunga permanenza in superficie, programmata a seguito di ogni profilo profondo, non altera i risultati. Per vedere se esistono sostanziali differenze nelle velocità ottenute da cicli di 5 giorni e quelle eventualmente ottenibili da cicli di 10, per i float con cicli di 5 giorni, si sono simulati cicli da 10 giorni considerando i dati ogni 2 profili, tralasciando quindi un profilo intermedio, si sono calcolate le velocità.

4.1) APEX del progetto MFSTEP

I grafici seguenti sono stati fatti utilizzando i dati ricavati dai float APEX di Tabella 4 escludendo i float con WMO 6900226 e 6900227, che erano stati utilizzati per alcuni test e che non sono stati programmati come gli altri.

4.1.1) Velocità e distanze

Per gli istogrammi di distanza e velocità, si è tenuto in considerazione tutto il database di posizionamenti Argos senza distinguere profili profondi da profili corti. Si è però voluto studiare il caso in cui vengono presi in considerazione solo i profili dei float APEX eseguiti ogni 10 giorni per poter confrontare le velocità trovate per cicli di 5 giorni e cicli di 10 e valutare se possa convenire aumentare il periodo di ciclo dei float così da risparmiare sui consumi delle batterie e aumentare il tempo di vita dello strumento.

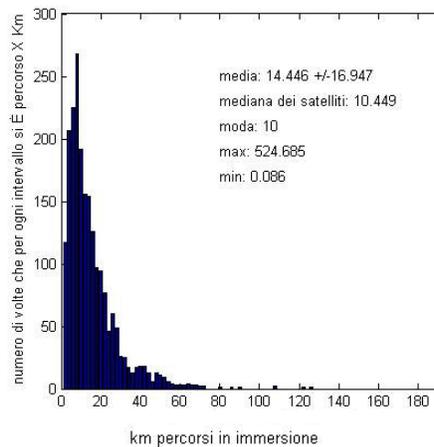


Fig. 5: Istogramma delle distanze percorse in immersione in Km per cicli di 5 giorni

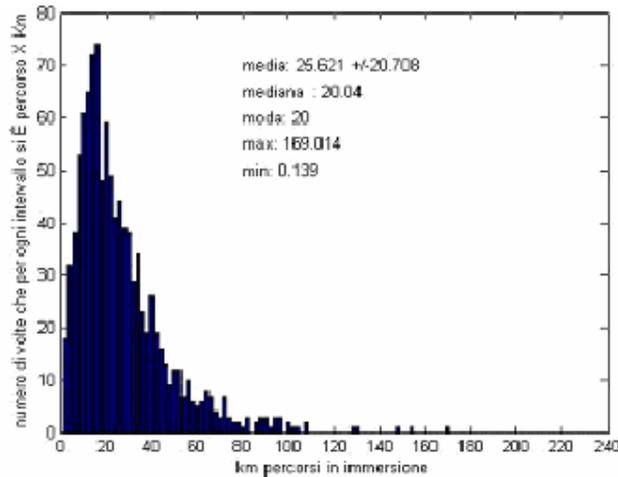


Fig. 6: Istogramma delle distanze percorse in immersione in Km per cicli di 10 giorni

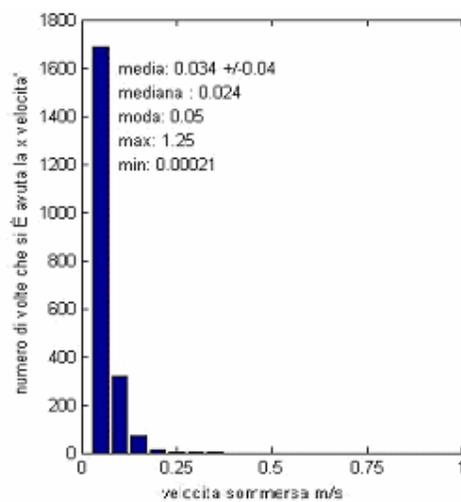


Fig. 7: Istogramma delle velocità in immersione per cicli di 5 giorni (m/s)

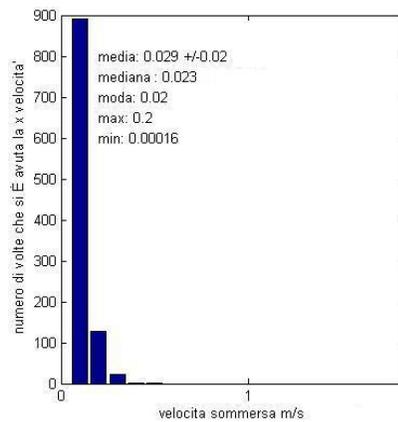


Fig. 8: Istogramma delle velocita' in immersione per cicli di 10 giorni (m/s)

4.1.2) Statistiche per profili corti (700m)

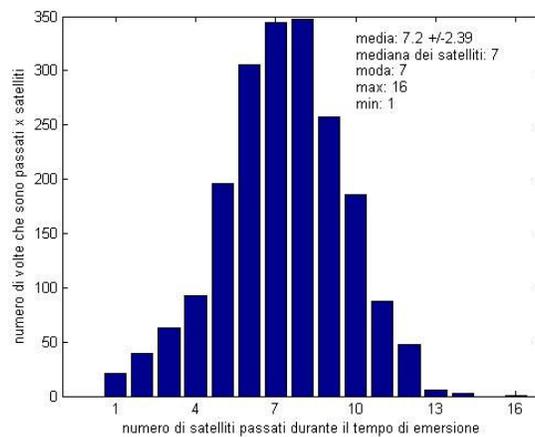


Fig. 9: Istogramma del numero di satelliti passati nel periodo di emersione dei float

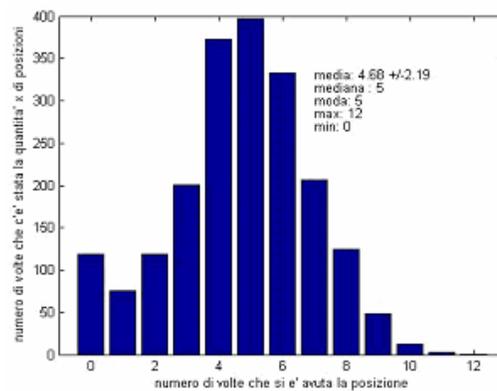


Fig. 10: Istogramma del numero di volte che si e' avuta la posizione nel periodo di emersione dei float

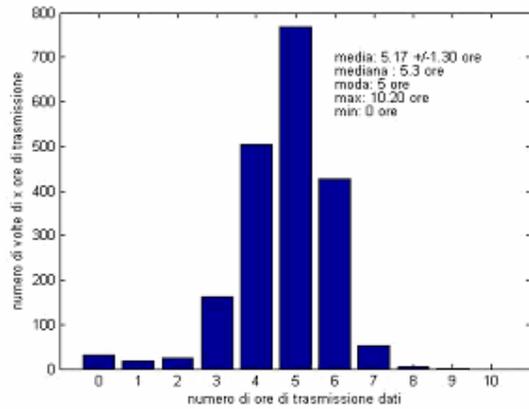


Fig. 11: Istogramma del periodo in superficie di trasmissione dati (in ore)

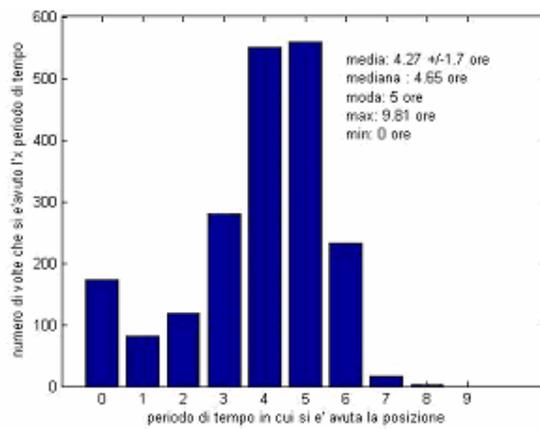


Fig. 12: Istogramma del periodo in superficie in cui si conosce la posizione del float (in ore)

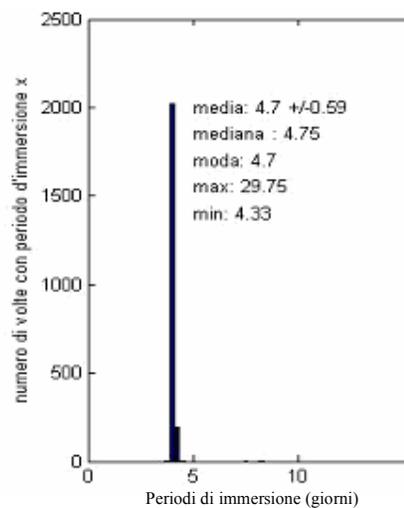


Fig. 13: Istogramma del tempo d'immersione (giorni)

4.1.3) Statistiche per i profili profondi (2000m)

Gli APEX sono programmati per andare a 2000m ogni 10 profili. Avendo una maggiore quantità di dati da trasmettere, a seguito di tali profili, rimangono in superficie circa 8 ore, quindi la quantità di satelliti passati e i tempi di trasmissione risultano anche molto diversi dai tempi settati per i profili a 700m, per questo sono stati studiati separatamente.

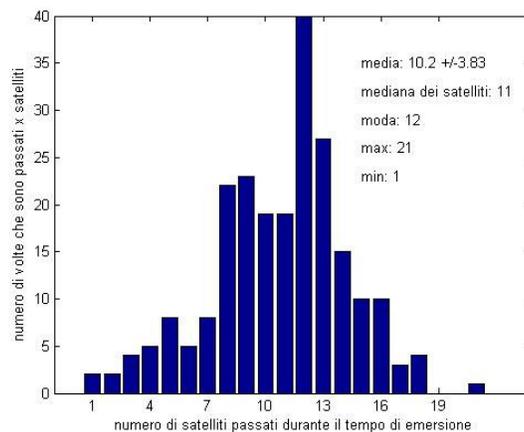


Fig. 14: Istogramma del numero di satelliti passati durante il periodo di emersione che segue un profilo profondo

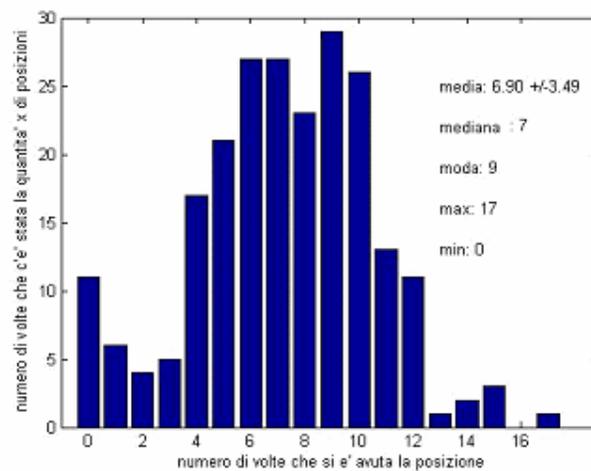


Fig. 15: Istogramma del numero di volte che si e' avuta la posizione nel periodo di emersione a seguito di un profilo profondo

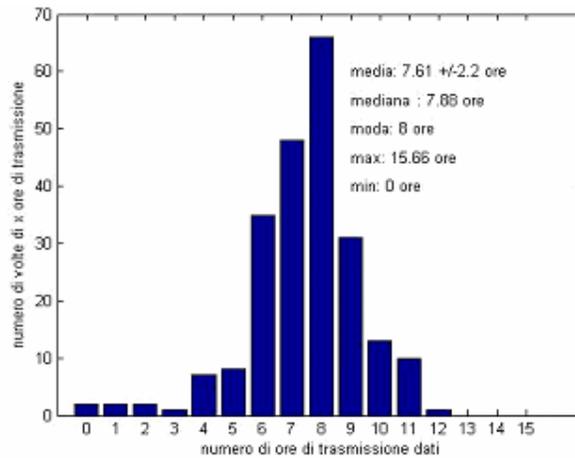


Fig. 16: Istogramma del periodo in superficie di trasmissione dati

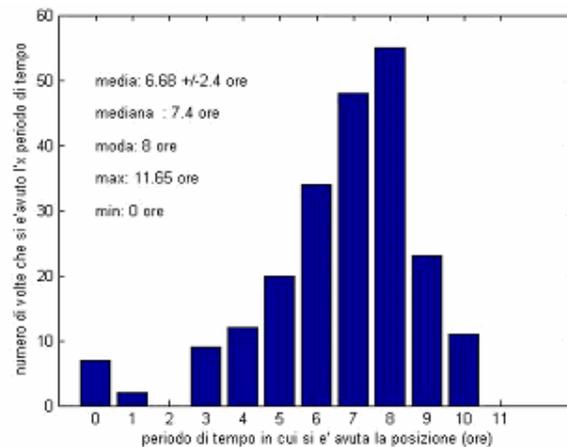


Fig. 17: Istogramma del periodo in superficie in cui si conosce la posizione del float

4.2) PROVOR del progetto MFSTEP

I grafici di seguito presentati riguardano i float di tipo PROVOR utilizzati nel progetto MFSTEP escludendo 2 float: WMO 6900228 e 6900229 che sono stati utilizzati per fare alcuni test, per un totale di 8 float e 839 profili. Anche per questi vengono mostrati gli istogrammi di distanza e velocità per cicli simulati di 10 giorni.

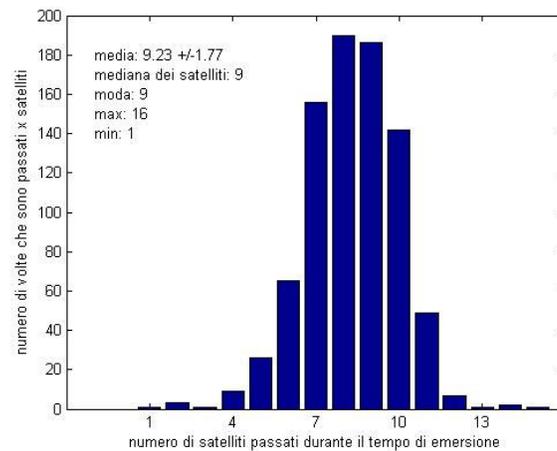


Fig. 18: Istogramma del numero di satelliti passati nel periodo di emersione

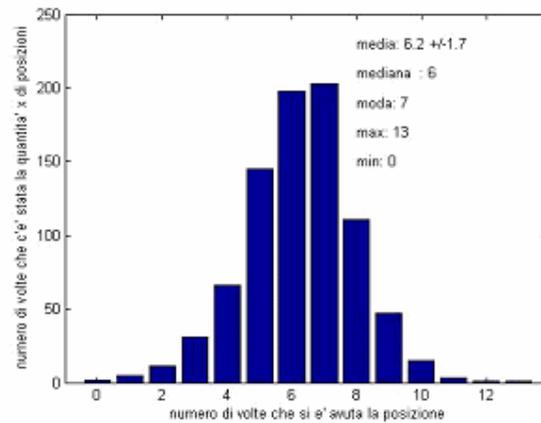


Fig. 19: Istogramma del numero di volte che si e' avuta la posizione nel periodo di emersione

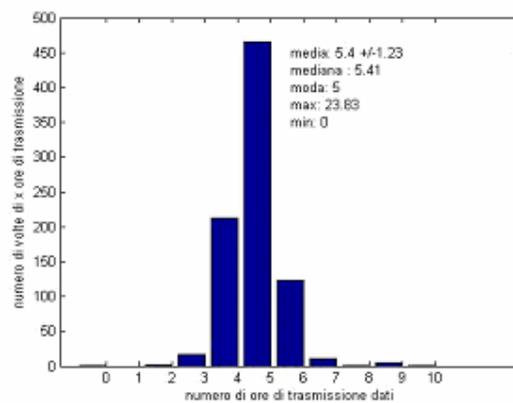


Fig. 20: Istogramma del periodo in superficie di trasmissione dati (in ore)

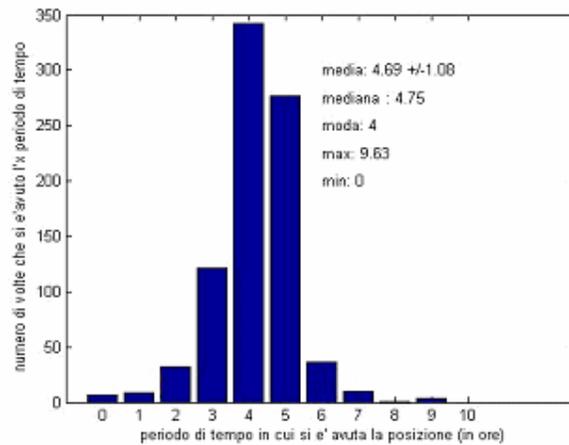


Fig. 21: Istogramma del periodo in superficie in cui si conosce la posizione del float (in ore)

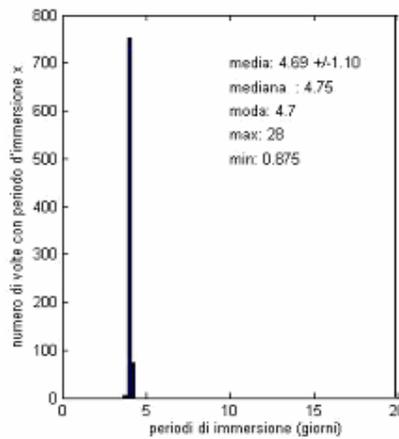


Fig. 22: Istogramma del tempo d'immersione (giorni)

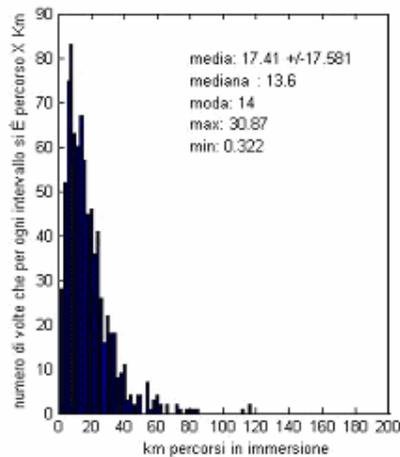


Fig. 23: Istogramma delle distanze percorse in immersione in Km per cicli di 5 giorni

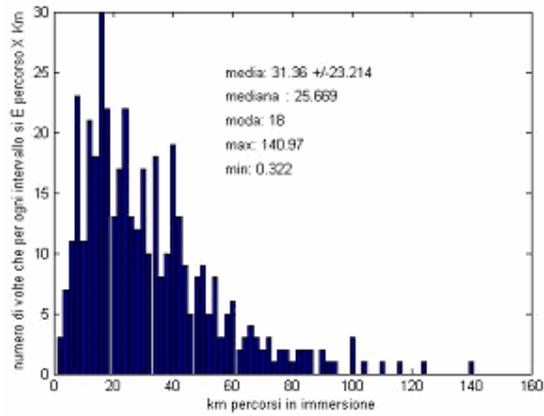


Fig. 24: Istogramma delle distanze percorse in immersione in Km per cicli di 10 giorni

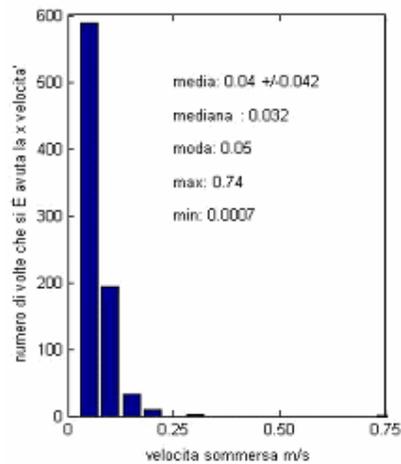


Fig. 25: Istogramma delle velocità medie in immersione per cicli di 5 giorni (m/s)

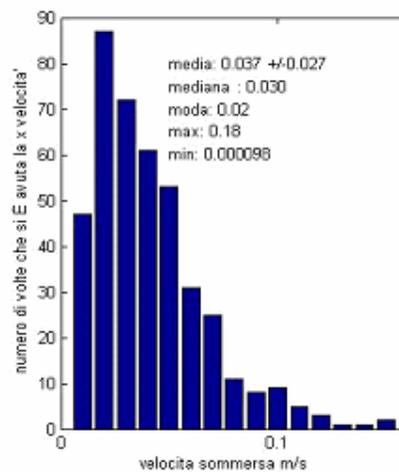


Fig. 26: Istogramma delle velocità medie in immersione per cicli di 10 giorni (m/s)

4.3) PROVOR del progetto EGYPT

Il progetto EGYPT ha usato 14 float tutti PROVOR di cui 5 con cicli di 10 giorni (cicli segnati in rosso in Tabella 5) e i restanti di 5 giorni. Di seguito verranno mostrati gli istogrammi riguardanti le statistiche riferite ai PROVOR con cicli di 5 giorni e gli stessi istogrammi per profili simulati di 10 giorni come fatto in precedenza per gli APEX. Infine vengono mostrate le statistiche per i PROVOR con cicli di 10 giorni.

4.3.1) PROVOR con cicli di 5 giorni e cicli simulati di 10 giorni

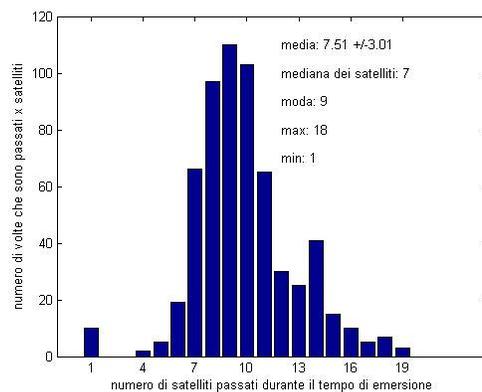


Fig. 27: Istogramma del numero di satelliti passati nel periodo di emersione

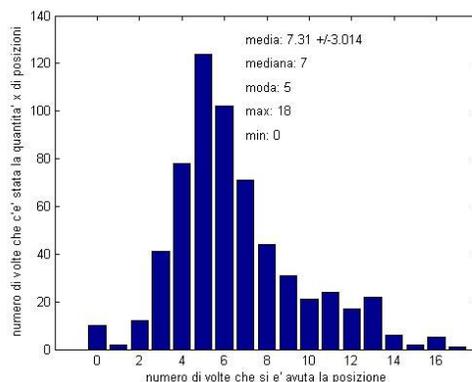


Fig. 28: Istogramma del numero di volte che si e' avuta la posizione del periodo di emersione dei float

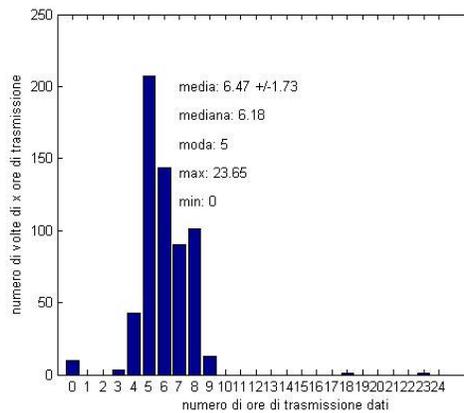


Fig. 29: Istogramma del periodo in superficie di trasmissione dati (in ore)

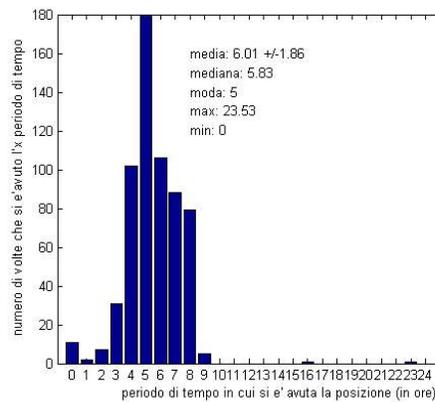


Fig. 30: Istogramma del periodo in superficie durante il quale si conosce la posizione (h)

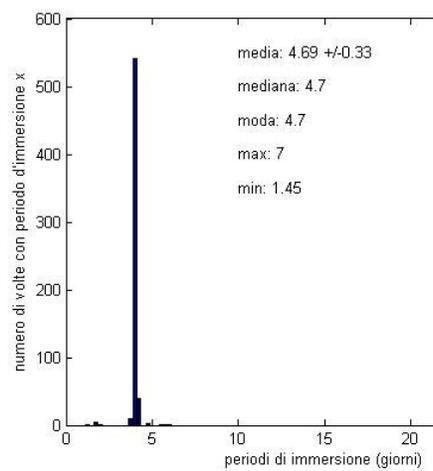


Fig. 31: Istogramma del periodo d'immersione (giorni)

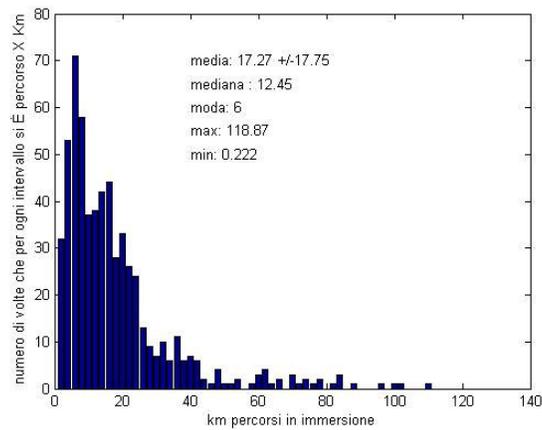


Fig. 32: Istogramma delle distanze percorse in immersione in Km per cicli di 5 giorni

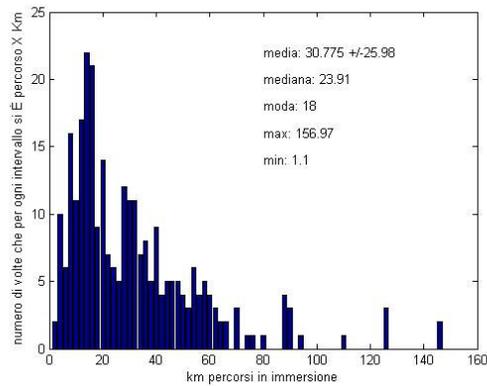


Fig. 33: Istogramma delle distanze percorse in immersione in Km per cicli di 10 giorni

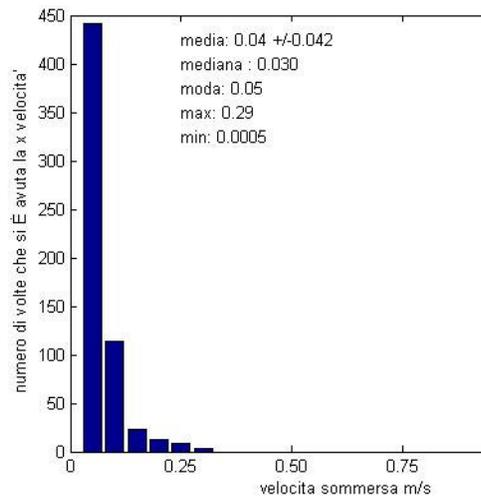


Fig. 34: Istogramma delle velocità media in immersione per cicli di 5 giorni (m/s)

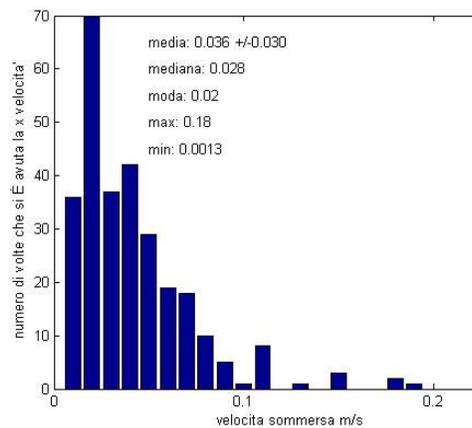


Fig. 35: Istogramma delle velocita' media in immersione per cicli di 10 giorni (m/s)

4.3.2) PROVOR con cicli di 10 giorni

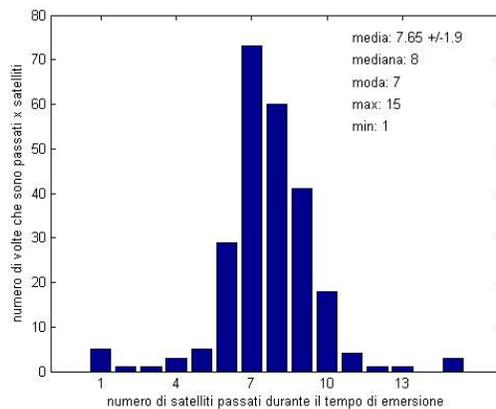


Fig. 36: Istogramma del numero di satelliti passati nel periodo d'immersione

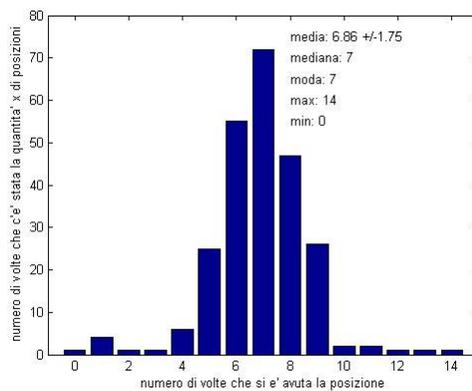


Fig. 37: Istogramma del numero di volte che si e' avuta la posizione durante il periodo di emersione

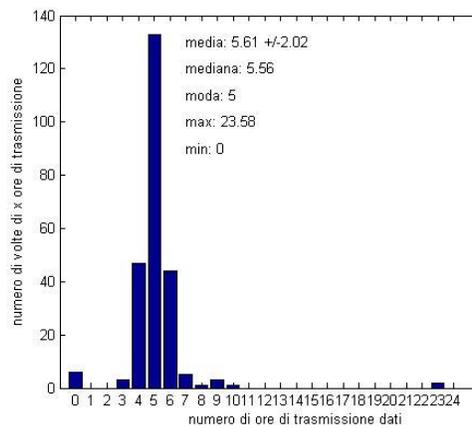


Fig. 38: Istogramma del periodo di trasmissione dati (in ore)

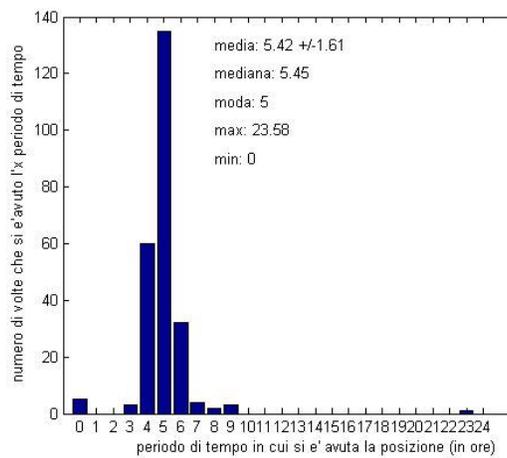


Fig. 39: Istogramma del periodo in superficie in cui si e' avuta la posizione (in ore)

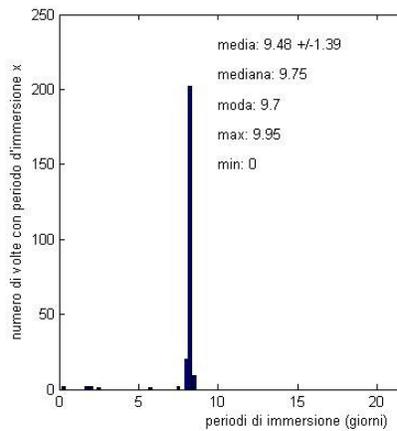


Fig. 40: Istogramma del tempo d'immersione (giorni)

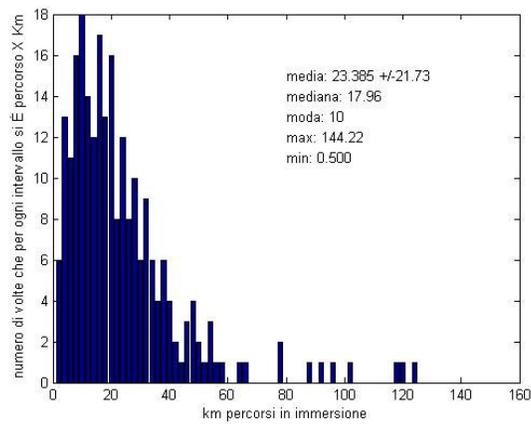


Fig. 41: Istogramma delle distanze percorse in immersione in Km

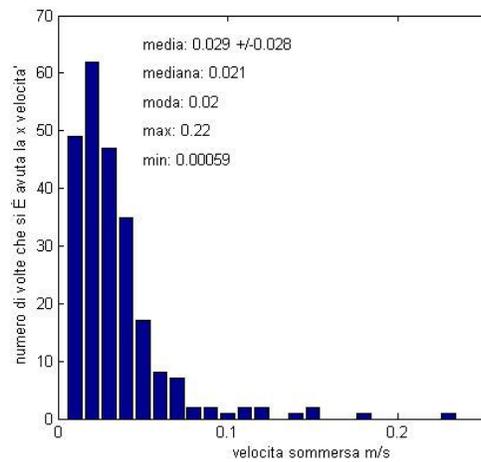


Fig. 42: Istogramma delle velocita' medie in immersione

4.4) PROVOR del progetto PROSAT

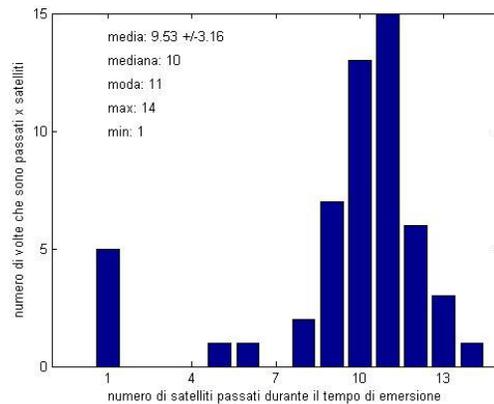


Fig. 43: Istogramma del numero di satelliti passati nel periodo d'immersione

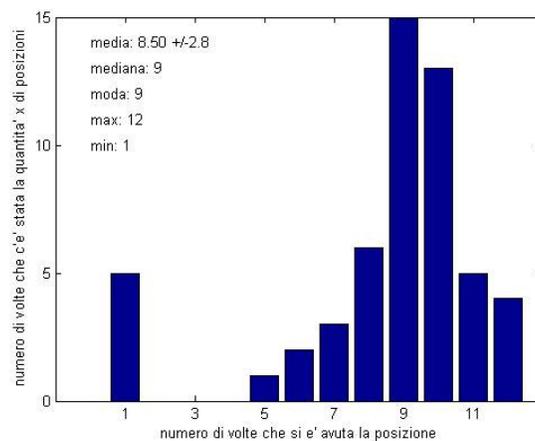


Fig.44: Istogramma del numero di volte che si e' avuta la posizione in superficie

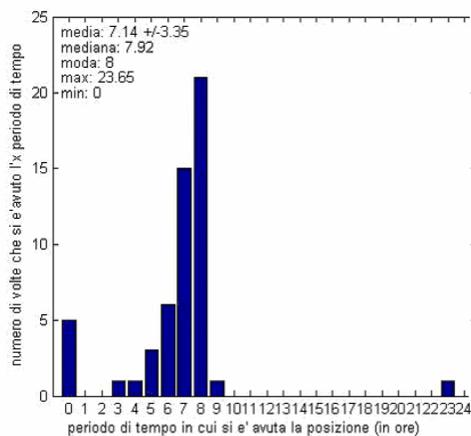


Fig. 45: Istogramma del periodo in cui si e' avuta la posizione del float (in ore)

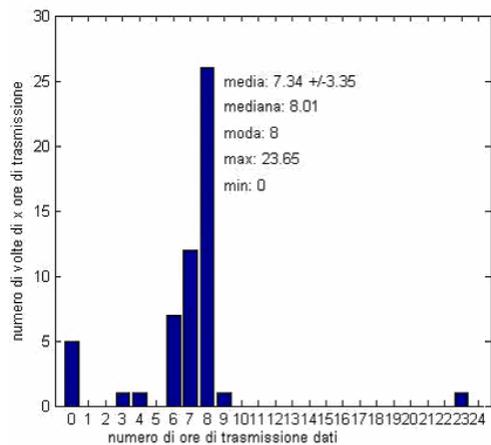


Fig. 46: Istogramma del periodo di trasmissione di dati (in ore)

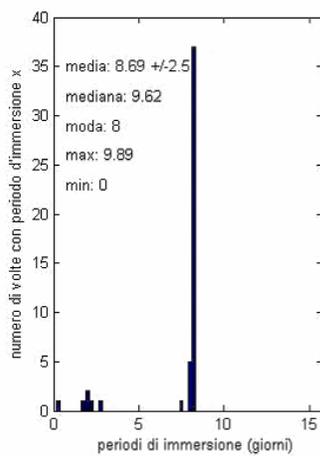


Fig. 47: Istogramma del periodo trascorso in immersione dai float (giorni)

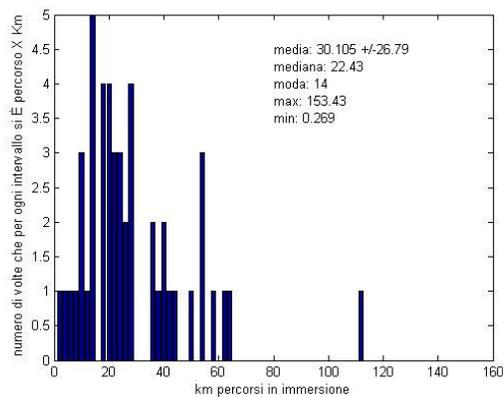


Fig. 48: Istogramma dei km percorsi in immersione dai float

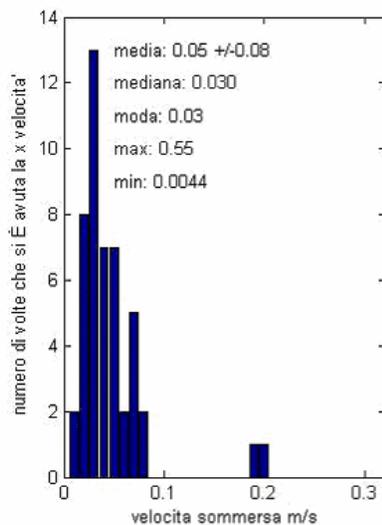


Fig. 49: Istogramma della velocita' media in immersione

5) Situazione riassuntiva

Di seguito vengono riportate le tabelle riassuntive di tutte le statistiche elaborate nel paragrafo precedente per permettere un confronto più immediato tra i diversi progetti.

Progetti	Sottogruppi	Tipo profilo	media	mediana	moda	massimo	minimo	Totale profili
MFSTEP	APEX	Profili 700m	7.2 +/- 2.39	7	7	16	1	2013
		Profili 2000m	10.2 +/- 3.83	11	12	21	1	222
	PROVOR		9.23 +/- 1.77	9	9	16	1	839
EGYPT	5 giorni		7.51 +/- 3.01	7	9	18	1	589
	10 giorni		7.65 +/- 1.9	8	7	15	1	245
PROSAT			9.53 +/- 3.16	10	11	14	1	53

Tabella 9: Situazione riassuntiva del numero di satelliti passati durante il periodo in emersione per i progetti MFSTEP, EGYPT, PROSAT

Progetti	Sottogruppi	Tipo profilo	media	mediana	moda	massimo	minimo	Totale profili
MFSTEP	APEX	Profili 700m	4.68 +/- 2.19	5	5	12	0	2013
		Profili 2000m	6.90 +/- 3.49	7	9	17	0	222
	PROVOR		6.02 +/- 1.7	6	7	13	0	839
EGYPT	5 giorni		7.31 +/- 3.01	7	5	18	0	589

	10 giorni		6.86 +/- 1.75	7	7	14	0	245
PROSAT			8.50 +/- 2.8	9	9	12	1	53

Tabella 10: Situazione riassuntiva del numero di volte che si e' avuta la posizione per i float dei progetti MFSTEP, EGYPT, PROSAT

Progetti	Sottogruppi	Tipo profilo	Media (ore)	Mediana (ore)	Moda (ore)	Massimo (ore)	Minimo (ore)	Totale profili
MFSTEP	APEX	Profili 700m	4.27 +/- 1.7	4.65	5	9.81	0	2013
		Profili 2000m	6.68 +/- 2.4	7.4	8	11.65	0	222
	PROVOR		4.69 +/- 1.08	4.75	4	9.63	0	839
EGYPT	5 giorni		6.01 +/- 1.86	5.83	5	23.53	0	589
	10 giorni		5.42 +/- 1.61	5.45	5	23.58	0	245
PROSAT			7.14 +/- 3.35	7.92	8	23.65	0	53

Tabella 11: Situazione riassuntiva del periodo in cui si e' avuta la posizione per i float dei progetti MFSTEP, EGYPT, PROSAT

Progetti	Sottogruppi	Tipo profilo	Media (ore)	Mediana (ore)	Moda (ore)	Massimo (ore)	Minimo (ore)	Totale profili
MFSTEP	APEX	Profili 700m	5.17 +/- 1.3	5.3	5	10.20	0	2013
		Profili 2000m	7.61 +/- 2.2	7.88	8	15.66	0	222
	PROVOR		5.4 +/- 1.23	5.41	5	23.63	0	839
EGYPT	5 giorni		6.47 +/- 1.73	6.18	5	23.65	0	589
	10 giorni		5.61 +/- 2.02	5.56	5	23.58	0	245
PROSAT			7.34 +/- 3.35	8.01	8	23.65	0	53

Tabella 12: Situazione riassuntiva del periodo in cui si ha la trasmissione di dati per i float dei progetti MFSTEP, EGYPT, PROSAT

Progetti	Sottogruppi	Tipo profilo	Media (giorni)	Mediana (giorni)	Moda (giorni)	Massimo (giorni)	Minimo (giorni)	Totale profili
MFSTEP	APEX	5 giorni	4.7 +/- 0.59	4.75	4.7	29.75	4.33	2235
	PROVOR	5 giorni	4.69 +/- 1.10	4.75	4.7	28	0.875	839
EGYPT		5 giorni	4.69 +/- 0.33	4.7	7	1.45	0	834

Tabella 13: Situazione riassuntiva del periodo in immersione per i float con cicli di 5 giorni dei progetti MFSTEP, EGYPT

Progetti	Sottogruppi	Tipo profilo	Media (giorni)	Mediana (giorni)	Moda (giorni)	Massimo (giorni)	Minimo (giorni)	Totale profili
EGYPT	PROVOR	10 giorni	9.48 +/- 1.39	9.75	9.7	9.95	0	245
PROSAT	PROVOR	10 giorni	8.69 +/- 2.5	9.62	8	9.89	0	53

Tabella 14: Situazione riassuntiva del periodo in immersione per i float con cicli di 10 giorni dei progetti EGYPT e PROSAT

Progetti	Sottogruppi	Tipo profilo	Media (km)	Mediana (km)	Moda (km)	Massimo (km)	Minimo (km)	Totale profili
MFSTEP	APEX	5 giorni	14.446 +/- 16.94	10.449	10	524	0.086	2235
		10 giorni simulati	25.621 +/- 20.70	20.04	20	169	0.139	1107
	PROVOR	5 giorni	17.41 +/- 17.58	13.6	14	30.87	0.322	839
		10 giorni simulati	31.36 +/- 23.21	25.69	18	140.9	0.322	428
EGYPT	PROVOR	5 giorni	17.27 +/- 17.75	12.45	6	118.87	0.222	834
		10 giorni simulati	30.775 +/- 25.98	23.91	18	156.97	1.1	292

Tabella 15: Situazione riassuntiva della distanza percorsa in immersione da float con ciclo di 5 giorni e cicli simulati di 10 giorni per i progetti MFSTEP e EGYPT

Progetti	Sottogruppi	Tipo profilo	Media (m/s)	Mediana (m/s)	Moda (m/s)	Massimo (m/s)	Minimo (m/s)	Totale profili
MFSTEP	APEX	5 giorni	0.034 +/- 0.04	0.024	0.06	1.23	0.00021	2235
		10 giorni simulati	0.029 +/- 0.02	0.023	0.02	0.2	0.00010	1107
	PROVOR	5 giorni	0.04 +/- 0.042	0.032	0.05	0.74	0.0007	839
		10 giorni simulati	0.037 +/- 0.027	0.030	0.02	0.18	0.000098	428
EGYPT	PROVOR	5 giorni	0.04 +/- 0.042	0.030	0.05	0.29	0.0005	834
		10 giorni simulati	0.036 +/- 0.030	0.028	0.02	0.18	0.0013	292

Tabella 16: Situazione riassuntiva della velocità media in immersione dei float con ciclo di 5 giorni e cicli simulati di 10 giorni per i progetti MFSTEP e EGYPT

6) Conclusioni

Nello studio dei float PROVOR appartenenti al progetto EGYPT i float: 52112, 54006, 54011, 63657, 63660, 63659, 63661, 63658, 63668, 63670 hanno presentato il seguente problema. Un normale pacchetto di dati inizia con una riga di trasmissione del tipo:

```
02412 50770 81 31 K 2004-09-09 06:35:12 39.654 7.190 0.000 401647491
```

Dove il primo numero identifica il progetto di appartenenza del float (02412), il secondo il numero Argo del float (50770), il terzo il numero di righe trasmesso (81), il quarto il numero di dati per ciascun pacchetto (31), il quinto la lettera con cui è identificato il satellite (K), il sesto l'accuratezza del dato di posizione (1), seguono data, ora, latitudine, longitudine e frequenza di trasmissione (Solari, 2008b). Nei float indicati sopra, in alcune righe di trasmissione, il parametro che dovrebbe indicare l'accuratezza della posizione, è sostituito dalle lettere: A, B o Z. Per procedere e poter arrivare ad ottenere dei file facilmente studiabili, arbitrariamente ho dovuto sostituire: A=1, B=2, Z=3. Andrebbe comunque indagato il motivo di tale baco di trasmissione e se tale sostituzione può essere considerata lecita.

Non è stato possibile fare analisi statistiche sul float appartenente al progetto SPAIN perchè i dati pervenuti all'OGS non sono nel formato standard nel quale solitamente si ricevono i file esadecimali.

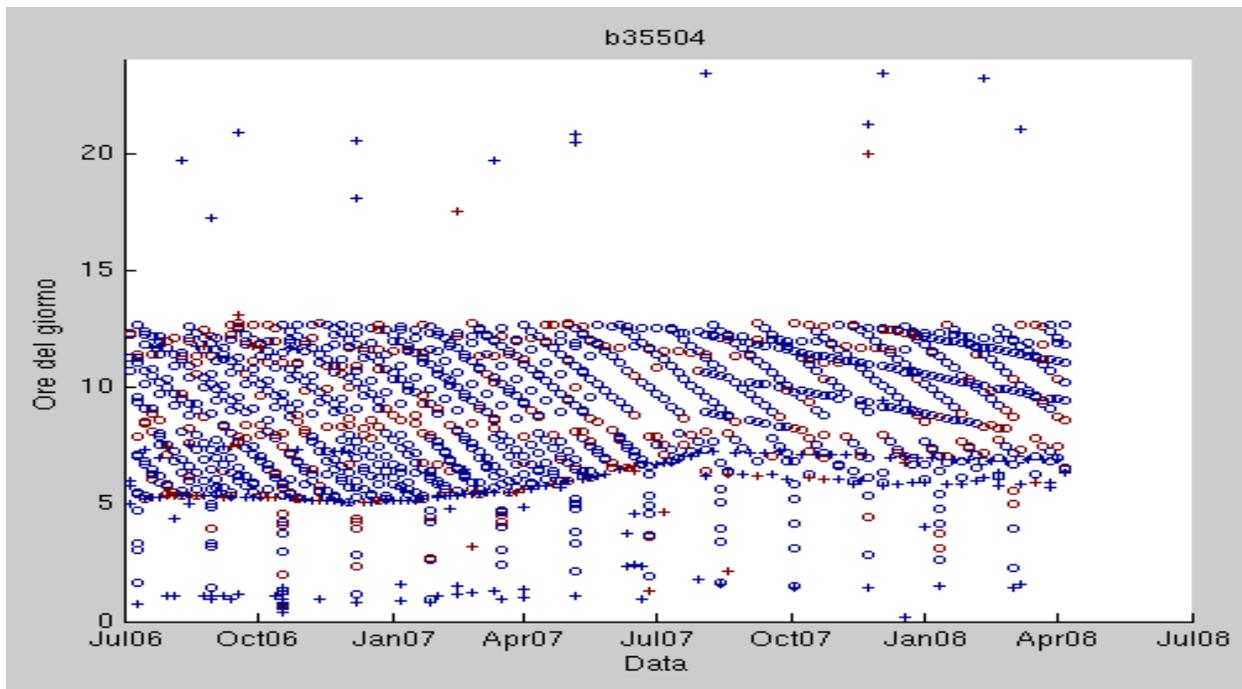
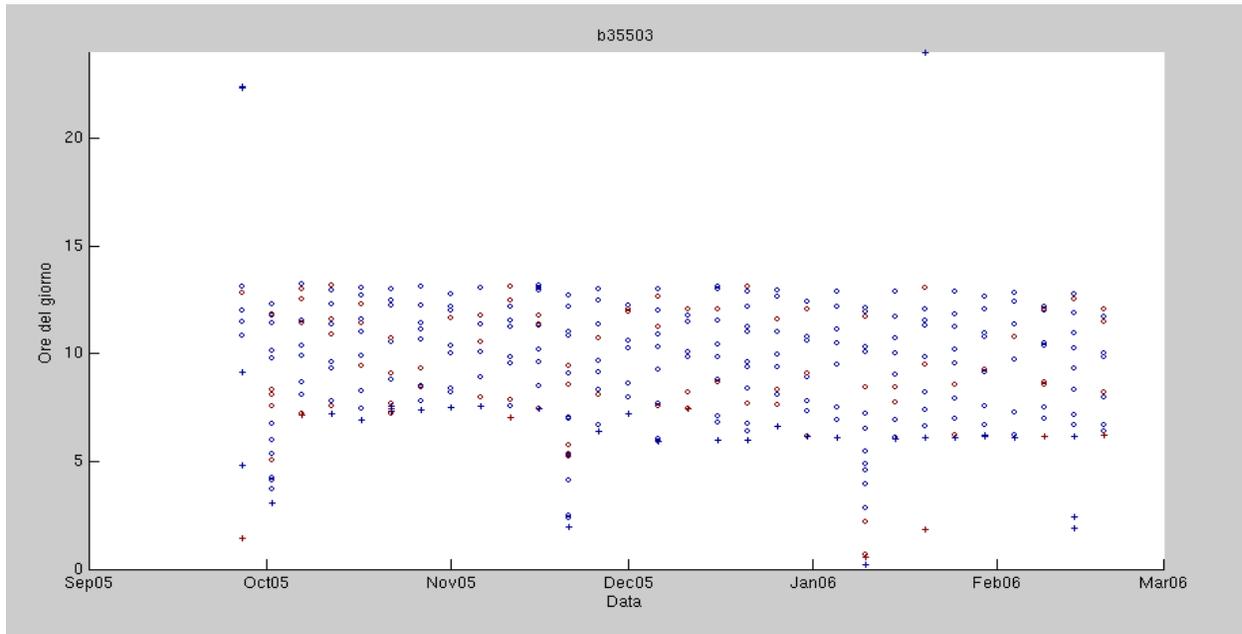
Per quello che riguarda le analisi statistiche riguardanti le velocità dei float con ciclo di 5 giorni e cicli simulati di 10 giorni sia per gli APEX che i PROVOR del progetto MFSTEP, che per i PROVOR del progetto EGYPT, non ci sono grandi differenze nel calcolo delle velocità. Le velocità per cicli simulati di 10 giorni risultano inferiori alle velocità calcolate per cicli di 5 giorni di un 10-17%. La velocità massima di 1.23 m/s riscontrata per l'APEX c35504 e la velocità 0.74 m/s per il PROVOR b35505 dovranno essere studiate più a fondo perchè poco plausibili.

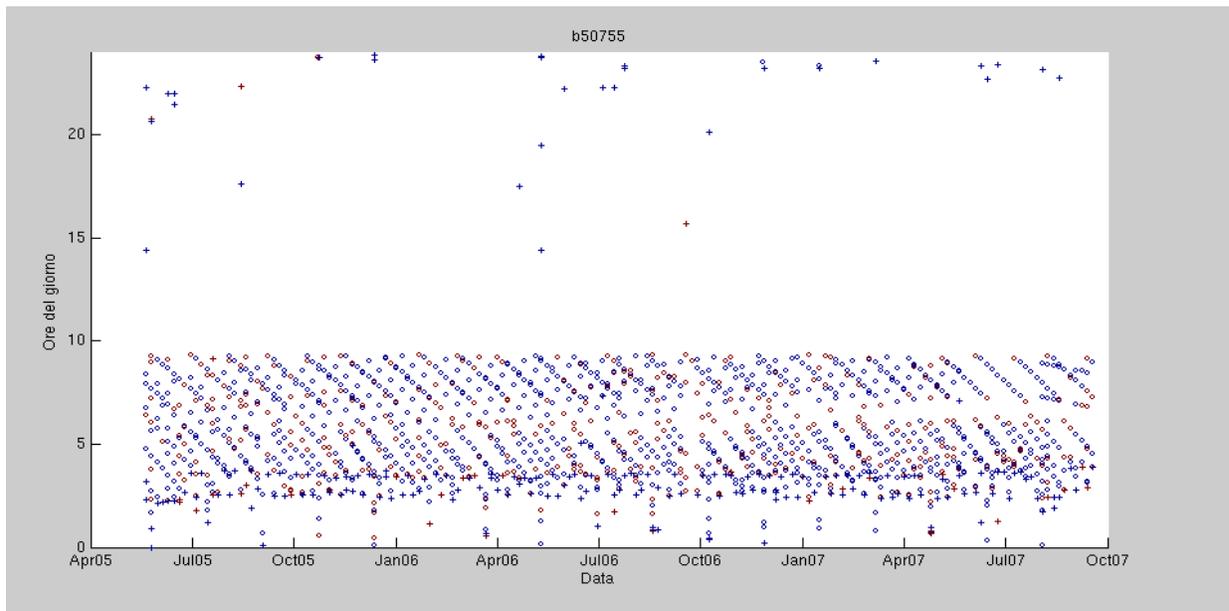
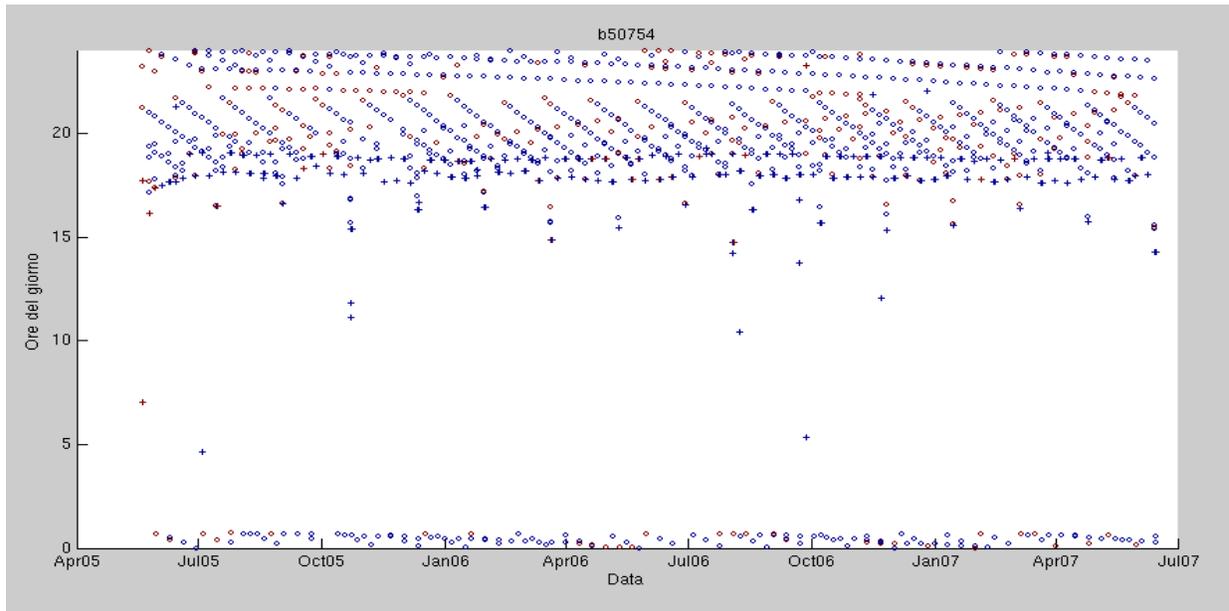
7) Referenze

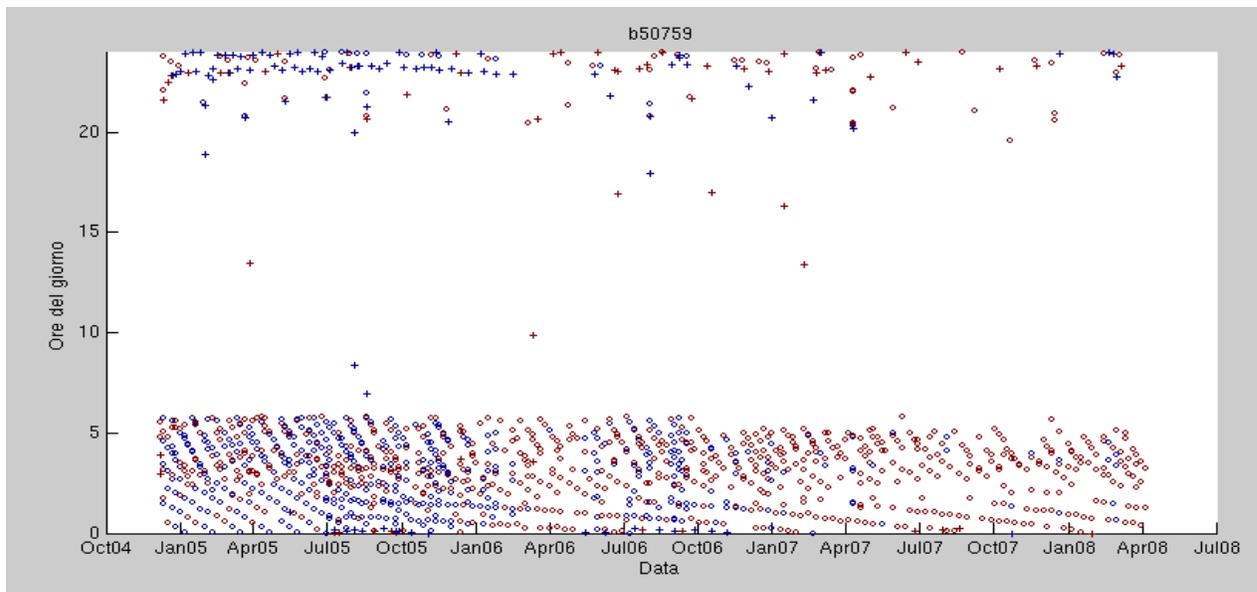
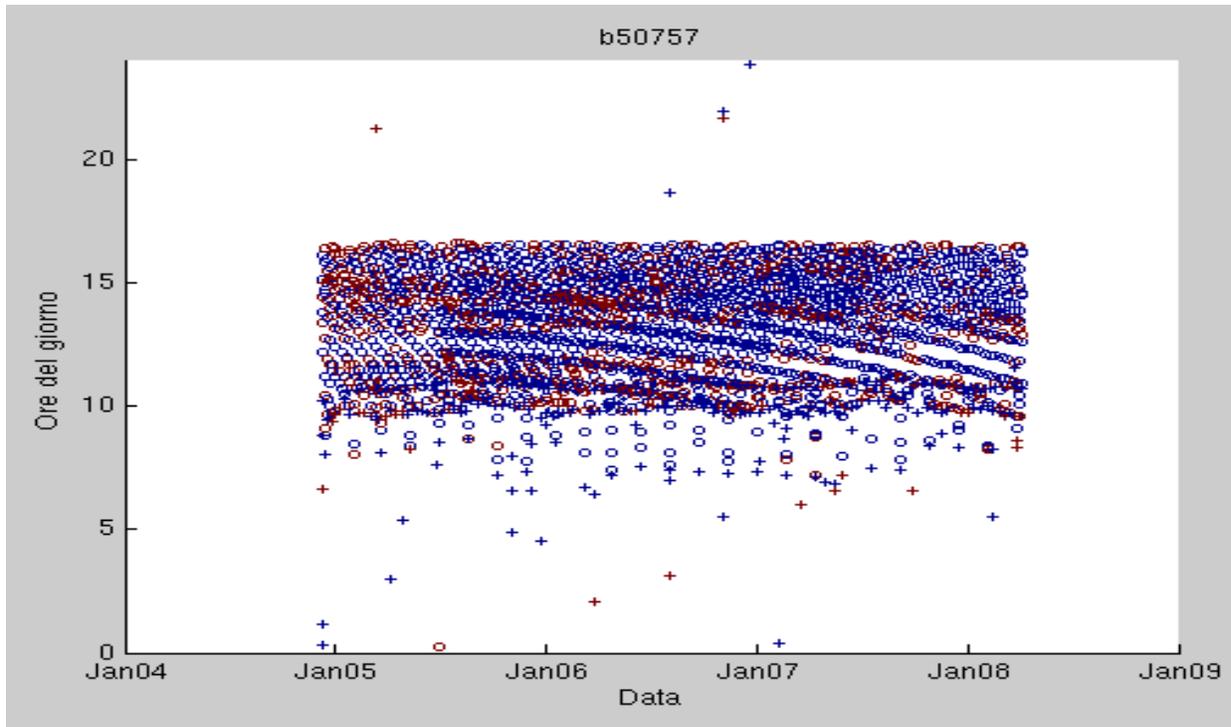
- Solari M., 2008a. Sintesi del progetto Argo nel Mediterraneo. Rel.19/2008/OGA/10/SIRE, OGS, Trieste, Italia.
- Solari M., 2008b. Trattamento dei dati Argo del Mar Mediterraneo. REL.32/2008/OGA/12/SIRE, OGS, Trieste, Italia.
- Solari M., 2008c. Trattamento dei dati di posizione Argo nel Mar Mediterraneo e relativi calcoli statistici. REL. 55/2008/OGA/18/SIRE, OGS, Trieste, Italia.

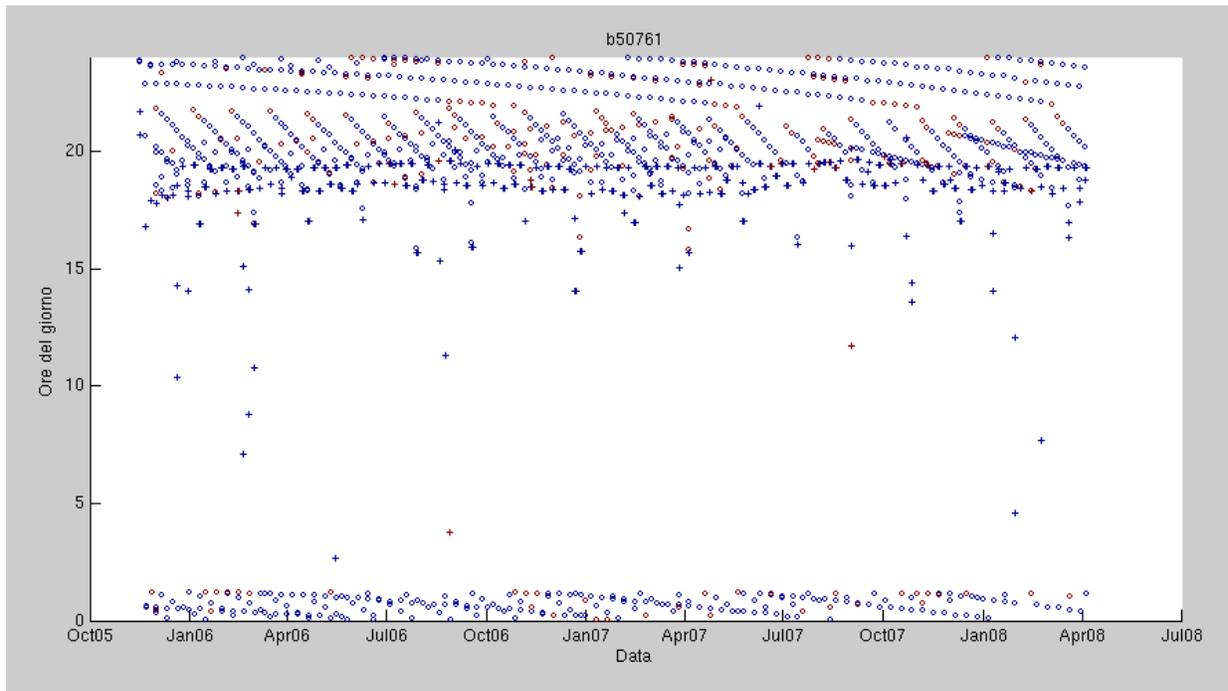
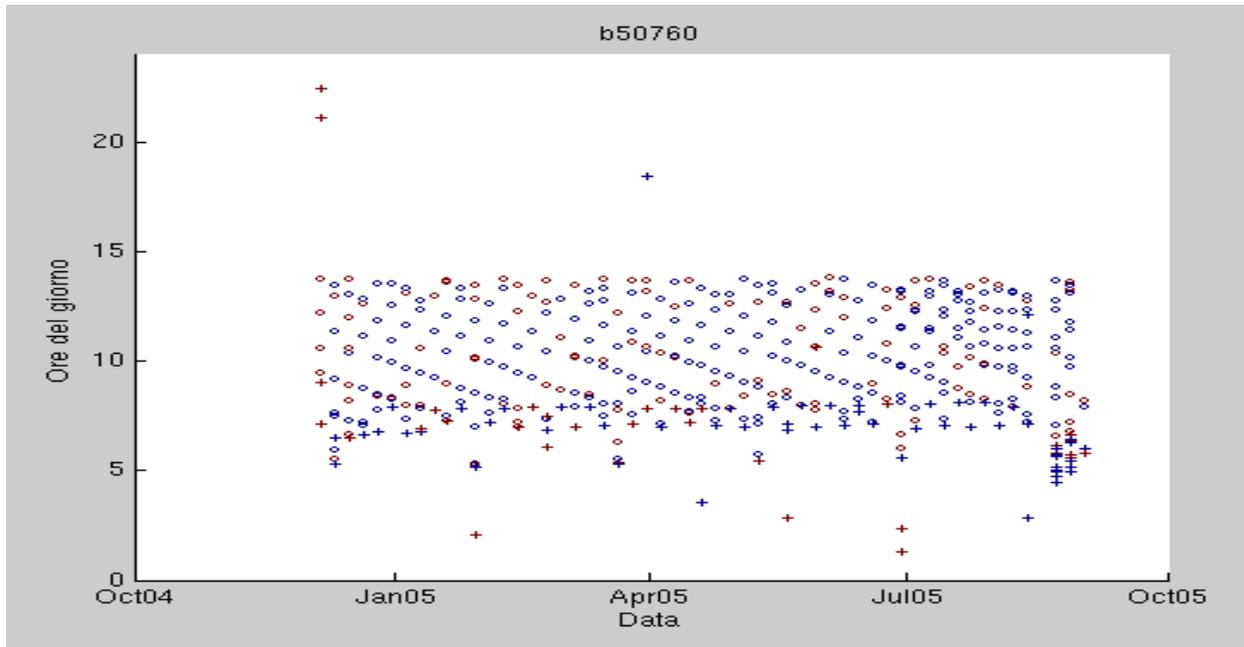
APPENDICE 1

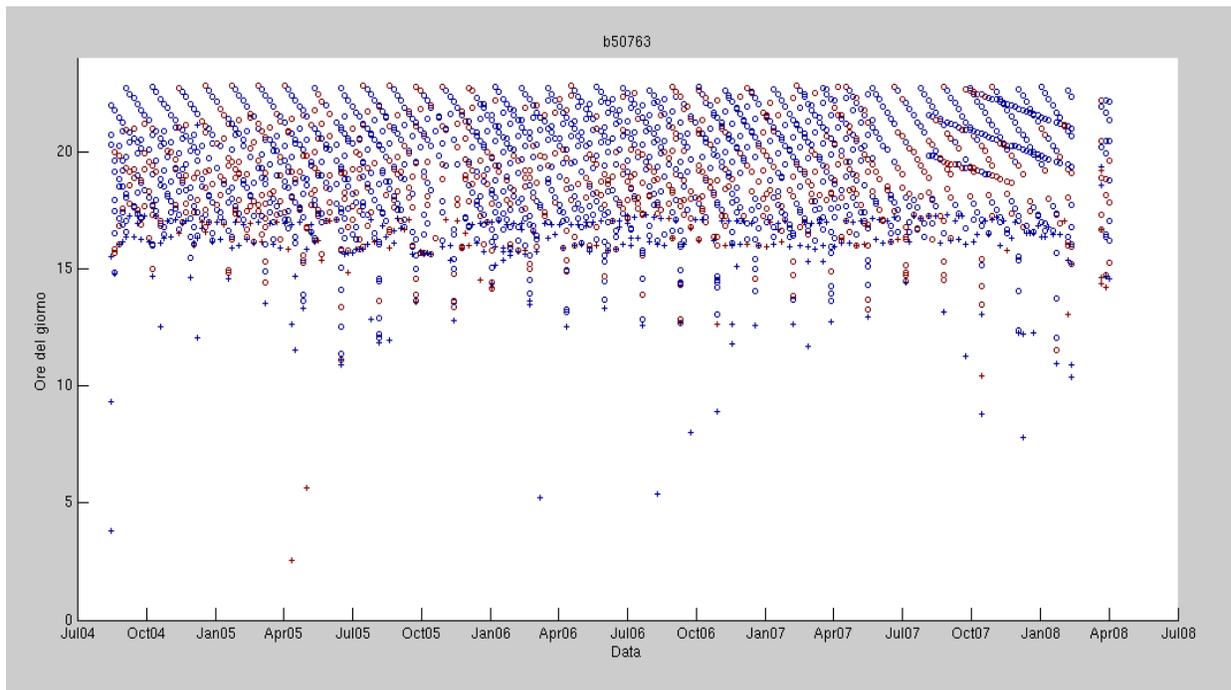
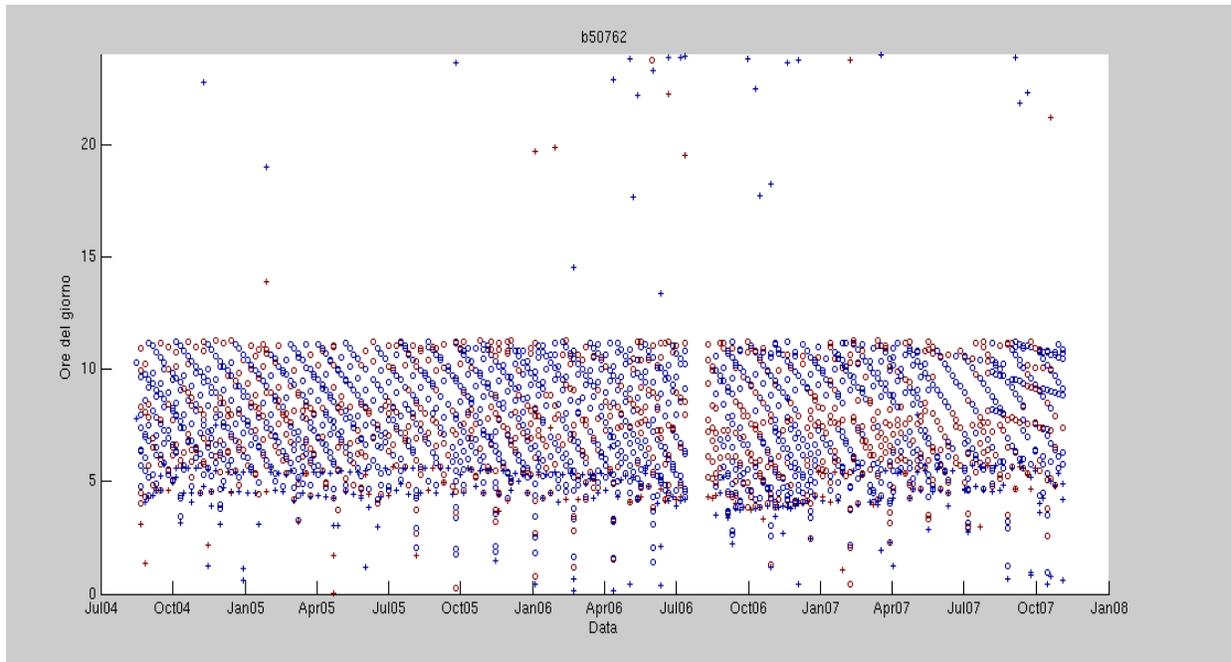
Di seguito vengono riportati tutti i grafici relativi ai periodi di emersione dei float APEX del progetto MFSTEP.

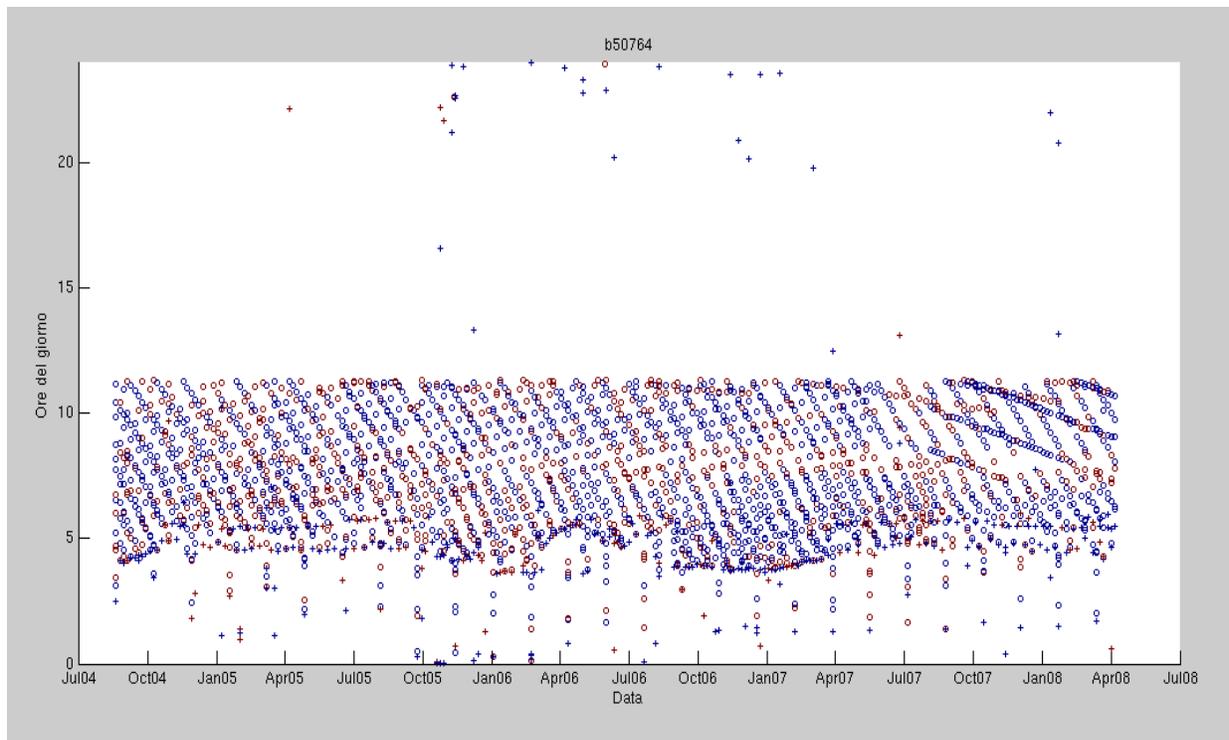












APPENDICE 2

Di seguito vengono riportati tutti i grafici relativi ai periodi di emersione dei float PROVOR del progetto MFSTEP.

