

Roma, 12 febbraio 2015



A.P. Civitavecchia - PORTILAZIO

Prot. **0002500** del 10/02/2015 ore 12:25:25

Tit.

Registro: E

Spett.le Porti di Roma e del Lazio
Autorità Portuale di Civitavecchia
Via Molo Vespucci snc
00053 Civitavecchia (RM)
Fax 0766366243

Dott. Giorgio Fersini
fersini@portidiroma.it

Prot. 2015-008

OGGETTO: PROCEDURA RISTRETTA A TERMINI ABBREVIATI PER L'AFFIDAMENTO DEL SERVIZIO DI ESPIANTO DI TALEE DI POSIDONIA OCEANICA DAI FONDALI TRA PUNTA S. AGOSTINO E PUNTA MATTONARA NEL PORTO DI CIVITAVECCHIA E REIMPIANTO DELLE MEDESIME TALEE NEI FONDALI TRA PUNTA DEL PECORARO E CAPO LINARO IN COMUNE DI SANTA MARINELLA, COMPRESIVA DEI SERVIZI DI GEOREFERENZIAZIONE, MAPPATURA E MONITORAGGIO QUINQUENNALE. CIG: 31184301D8.

Nota di TRASMISSIONE

La Nuova Indago srl, in qualità di capogruppo del RTI Nuova Indago-Elettra Appalti-CIBM consegna in data odierna documentazione attinente al servizio di monitoraggio espianato e reimpianto Posidonia.

Documentazione:

- **RELAZIONE RAPPORTO DI MONITORAGGIO ANNO 2014**

In fede

RTI Nuova Indago-Elettra Appalti-CIBM
Simonetta Ceraudo

Simonetta Ceraudo



AUTORITA' PORTUALE DI CIVITAVECCHIA, FIUMICINO E GAETA
OPERE STRATEGICHE PER IL PORTO DI CIVITAVECCHIA

SERVIZIO DI ESPIANTO DI TALEE DI POSIDONIA OCEANICA DAI FONDALI TRA PUNTA S. AGOSTINO E PUNTA MATTONARA NEL PORTO DI CIVITAVECCHIA E REIMPIANTO DELLE MEDESIME TALEE NEI FONDALI TRA PUNTA DEL PECORARO E CAPO LINARO IN COMUNE DI SANTA MARINELLA, COMPRENSIVA DEI SERVIZI DI GEOREFERENZIAZIONE, MAPPATURA E MONITORAGGIO QUINQUENNALE. CIG: 31184301D8



RELAZIONE RAPPORTO DI MONITORAGGIO ANNO 2014

Committente:
 Autorità Portuale di Civitavecchia, Fiumicino e Gaeta

Progetto A.T.I.:
 NUOVA INDAGO S.r.l. (Capogruppo)
 ELETTRA APPALTI S.r.l.
 CIBM Centro Interuniversitario di Biologia Marina

IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO
 Dott. Ing. Maurizio Ievolella

NUOVA INDAGO Srl

Simone Ievolella

IL DIRETTORE DEI LAVORI
 Dott. Giorgio Fersini

| COMMESSA | | | CATEGORIA | LIVELLO | SETTORE | REL | REV |
|-----------|------|------|-------------|-----------------|---------|-------|-----|
| A000112 | | | SE | 00 | 00 | 00RM2 | 0 |
| GEN/2015 | | | 0 | PRIMA EMISSIONE | | | |
| Rif. Dis. | Data | Rev. | DESCRIZIONE | | | | |

MONITORAGGIO MAGGIO 2014

Monitoraggio effettuato nelle aree di impianto R1 ed R2 28-29 maggio e 2-3 luglio 2014

1. Attività svolta

In data 28-29 maggio e 2-3 luglio 2014, si procedeva ad una verifica puntuale, per quanto possibile esaustiva, della situazione degli impianti. La verifica è stata effettuata tramite immersioni subacquee nelle due aree, R1 ed R2, in cui è stato realizzato l'intervento di reimpianto.

È stato realizzato il monitoraggio non distruttivo secondo quanto concordato con il committente:

Monitoraggio non distruttivo

Sono state svolte le seguenti attività:

1. Manutenzione ordinaria degli impianti.
2. Ricognizione video/fotografica georeferenziata dell'intero sito (i filmati sono consegnati in allegato, in Fig. 1.1 viene riportato il percorso effettuato in R1; in R2 i filmati si riferiscono alle singole stuoie); conteggio del numero di stuoie ancora presenti, valutazione del loro stato e stima della superficie di tali stuoie ancora vegetata (Tav. 01; Tav. 02; paragrafo 2: Copertura).
3. Monitoraggio di 3 aree di superficie variabile (A e B in R1, C in R2: Tab. 1.1). Sulle singole aree di monitoraggio sono state effettuate le seguenti misure:
 - **Conta delle talee residue.** È stata stimata la superficie utile disponibile in ciascuna stuoia monitorata ed il n° di patches vegetate (anche da una sola talea) ivi presenti. Le patches, alla data di campionamento sono risultate ancora chiaramente distinguibili in unità discrete all'interno della stuoia, pertanto per la conta dei fasci fogliari presenti non è stato necessario ricorrere all'uso del quadrato di riferimento standard (40x40cm);
 - **Densità dei fasci.** Sono stati contati tutti i fasci presenti in ciascuna di 10 patches su ciascuna stuoia monitorata, tale valore rappresenta la densità/patch. Ciascuna patch viene assunta come costituire 1 mq di superficie vegetata.
 - **Determinazione dell'accrescimento fogliare.** Sono state marcate (28-29 maggio), e successivamente misurate (2-3 luglio), le foglie di 10 fasci per ciascuna area di monitoraggio; la marcatura e la successiva misurazione è stata eseguita anche su 10 fasci per ciascuna delle 6 aree di controllo posizionate nella prateria naturale e distribuite 3 in R1 e 3 in R2 (Tab. 1.2 e Fig. 1.2). La misurazione riferita a ciascun fascio è pari alla somma dell'allungamento misurato su ciascuna di almeno 7 foglie che costituiscono il fascio stesso. In questo modo il totale di foglie su cui viene calcolato l'accrescimento è pari a 7 foglie x 10 fasci = 70 foglie per ciascuna delle 3 aree di monitoraggio (210 foglie) e per ciascuna delle 6 aree di controllo (420 foglie).

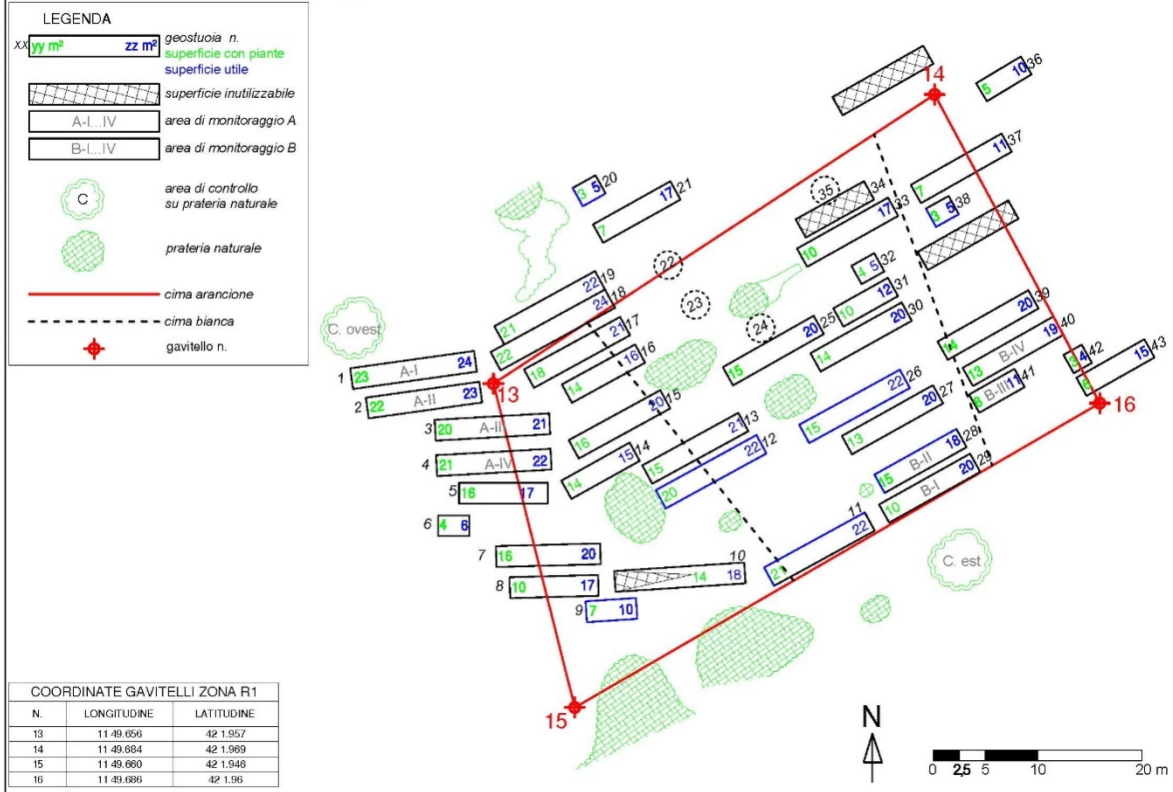
Inoltre, su 75 fasci scelti casualmente in ciascuna delle 3 aree di monitoraggio (= 225 fasci) sono state eseguite le seguenti misure per l'acquisizione di informazioni su fenologia ed epifitismo:

- Determinazione del rango e della **lunghezza/larghezza della foglia più lunga**;
- Determinazione dello **stato degli apici** e **stima del tessuto bruno**;
- Valutazione qualitativa della **comunità epifita delle foglie**, eseguita attraverso il calcolo di un Indice di Epifitismo espresso come percentuale di lembo delle foglie occupato da epifiti suddivisi in epifiti animali (Idrozoi, Briozoi e Tunicati) e vegetali (alghe Incrostanti ed alghe erette);

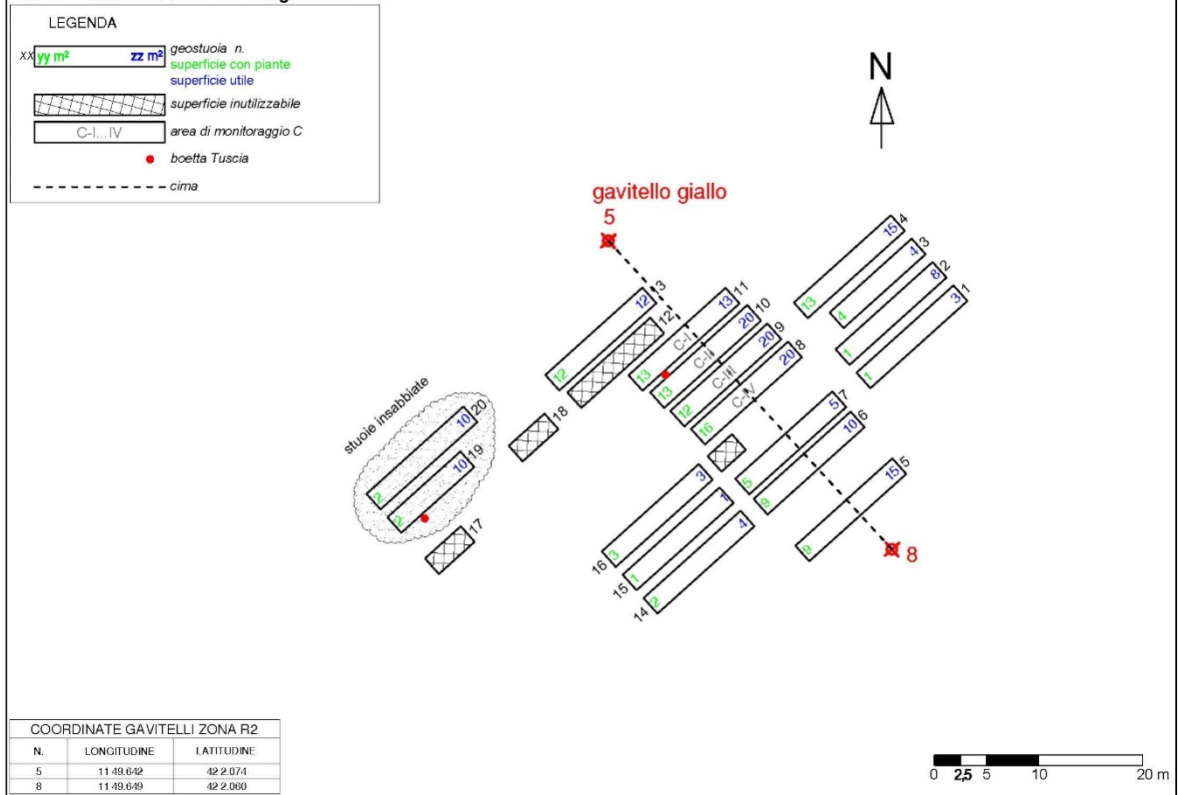
Le medesime misure sono state effettuate nelle immediate adiacenze delle zone di impianto nella prateria ricevente, su 10 fasci per ciascuna delle 6 aree di controllo (Tab. 1.2).

4. Monitoraggio del quadrato permanente posizionato sulla prateria naturale (area di controllo R2-QP) mediante rilevamento video, fotografico e rilevamento dei dati di copertura e densità della pianta.

tav. 01 Planimetria area R1 , 2 luglio 2014



tav. 02 Planimetria area R2 - 3 luglio 2014



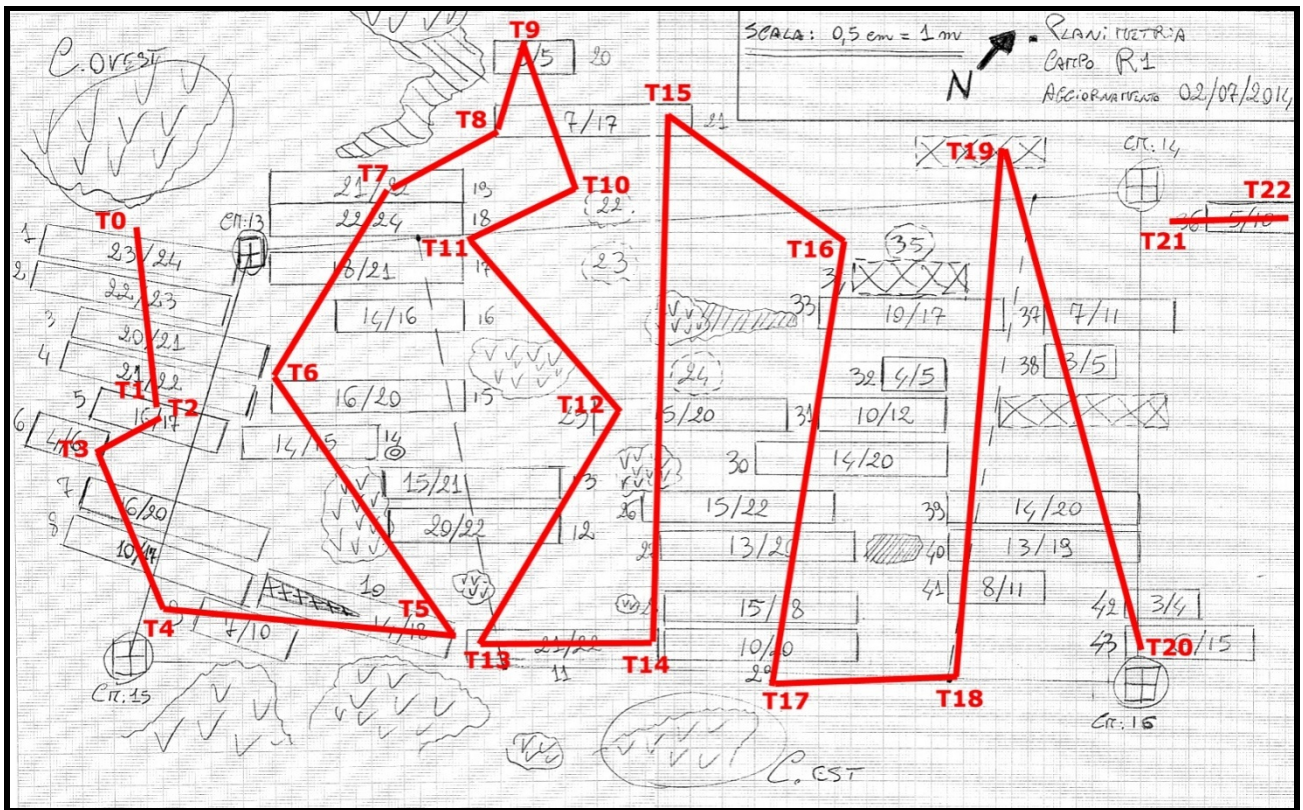


Fig. 1.1. Percorso effettuato per rilevamento video in R1.

Tab. 1.1. Elenco delle stuoie interessate all'attività di monitoraggio.

| Numero Stuoia | Area di monitoraggio | Numero assegnato |
|---------------|----------------------|------------------|
| R1_1 | A | I |
| R1_2 | A | II |
| R1_3 | A | III |
| R1_4 | A | IV |
| R1_29 | B | I |
| R1_28 | B | II |
| R1_41 | B | III |
| R1_40 | B | IV |
| R2_11 | C | I |
| R2_10 | C | II |
| R2_9 | C | III |
| R2_8 | C | IV |

Tab. 1.2. Elenco delle aree di controllo e loro posizionamento.

| Area controllo | Latitudine | Longitudine |
|----------------|-------------|--------------|
| R1- Ovest | 42° 1.962'N | 11° 49.642'E |
| R1- Est | 42° 1.952'N | 11° 49.685'E |
| R1- Sud | 42° 1.935'N | 11° 49.663'E |
| R2-Sud | 42° 2.043'N | 11° 49.650'E |
| R2- Est | 42° 2.068'N | 11° 49.677'E |
| R2-QP | 42° 2.030'N | 11° 49.614'E |

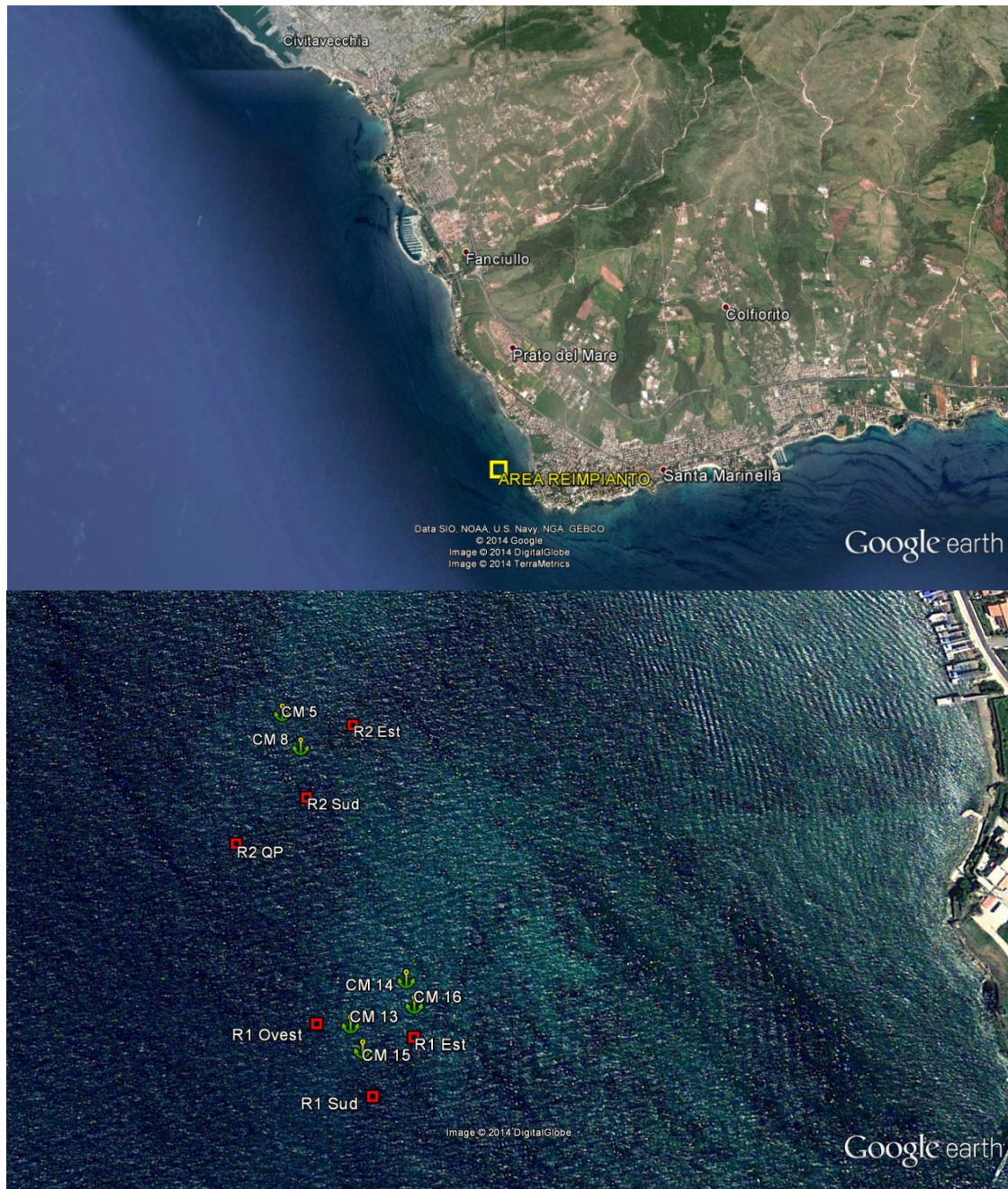


Fig. 1.2. Localizzazione dell'area di reimpianto presso Capo Linaro (Santa Marinella) e, in basso, localizzazione dei punti fissi di ormeggio (CM) che delimitano le aree di impianto R1 ed R2 e delle sei aree di controllo.

2. Risultati

Copertura (conta delle talee residue)

Ad ottobre/novembre 2013 si potevano contare nelle aree di reimpianto R1 ed R2, un totale di $46 + 18 = 64$ stuoie per una superficie totale stimata in 1280 m^2 sulla quale era stata valutata una superficie di circa $1019,75 \text{ m}^2$ occupati da piante vitali.

Va sottolineato che i dati sopra riportati soffrivano di una sovrastima dovuta al presupposto che le stuoie osservate ancora *in situ* costituissero nella loro interezza una superficie utile per l'impianto delle talee. Tuttavia, ciò non corrisponde alla realtà in quanto la maggior parte delle stuoie residue presentano comunque delle aree danneggiate più o meno grandi. Tali aree, non più adatte ad ospitare le talee, si sono danneggiate per le stesse cause che hanno portato alla perdita del resto dell'impianto e che, in parte, hanno anche accelerato la loro normale usura.

Per questa ragione è stato deciso che durante il monitoraggio di cui si riferisce in queste pagine si dovesse procedere ad una più accurata valutazione delle superfici disponibili e delle aree vegetate. I risultati di tale valutazione sono i seguenti: le stuoie presenti a maggio/luglio 2014 sono 56 e su tali stuoie la superficie utile disponibile è pari a 809 m^2 (R1+R2), le superfici vegetate, anche da una sola talea, o patches occupano una superficie di 611 m^2 (R1+R2). I risultati sono riportati nel dettaglio nella tabella 2.1.

Tab. 2.1. Superfici utili e patches vegetate per ciascuna delle stuoie *in situ* a tutto luglio 2014.

| VALUTAZIONE SUPERFICI VEGETATE/SUPERFICIE UTILE DEL GIUGNO/LUGLIO 2014 | | | |
|--|--------------------------------|------------|---------|
| COPERTURA R1 | | | |
| | Definitivo con controllo video | | |
| | Patches | mq utili | |
| 1 | 23 | 24 | A1 |
| 2 | 22 | 23 | A2 |
| 3 | 20 | 21 | A3 |
| 4 | 21 | 22 | A4 |
| 5 | 16 | 17 | |
| 6 | 4 | 6 | |
| 7 | 16 | 20 | |
| 8 | 10 | 17 | |
| 9 | 7 | 10 | |
| 10 | 14 | 18 | |
| 11 | 21 | 22 | |
| 12 | 20 | 22 | TUSCIA |
| 13 | 15 | 21 | |
| 14 | 14 | 15 | |
| 15 | 16 | 20 | |
| 16 | 14 | 16 | |
| 17 | 18 | 21 | |
| 18 | 22 | 24 | TUSCIA |
| 19 | 21 | 22 | TUSCIA |
| 20 | 3 | 5 | TUSCIA |
| 21 | 7 | 17 | |
| 22 | | | ASSENTE |
| 23 | | | ASSENTE |
| 24 | | | ASSENTE |
| 25 | 15 | 20 | TUSCIA |
| 26 | 15 | 22 | |
| 27 | 13 | 20 | |
| 28 | 15 | 18 | B2 |
| 29 | 10 | 20 | B1 |
| 30 | 14 | 20 | TUSCIA |
| 31 | 10 | 12 | |
| 32 | 4 | 5 | |
| 33 | 10 | 17 | |
| 34 | | | ASSENTE |
| 35 | | | ASSENTE |
| 36 | 5 | 10 | |
| 37 | 7 | 11 | |
| 38 | 3 | 5 | |
| 39 | 14 | 20 | |
| 40 | 13 | 19 | B4 |
| 41 | 8 | 11 | B3 |
| 42 | 3 | 4 | |
| 43 | 6 | 15 | |
| TOTALE | 489 | 632 | |

| COPERTURA R2 | | | |
|---------------------------------|------------|------------|-------------------|
| stuoia | patches | mq utili | Aree monitoraggio |
| 1 | 1 | 3 | |
| 2 | 1 | 8 | |
| 3 | 4 | 4 | |
| 4 | 13 | 15 | |
| 5 | 9 | 15 | |
| 6 | 9 | 10 | |
| 7 | 5 | 5 | |
| 8 | 16 | 20 | C4 + TUSCIA |
| 9 | 12 | 20 | C3 + TUSCIA |
| 10 | 13 | 20 | C2 + TUSCIA |
| 11 | 13 | 13 | C1 + TUSCIA |
| 12 | 4 | 4 | |
| 13 | 12 | 12 | |
| 14 | 2 | 4 | |
| 15 | 1 | 1 | |
| 16 | 3 | 3 | |
| 17 | | | |
| 18 | | | |
| 19 | 2 | 10 | |
| 20 | 2 | 10 | |
| | 122 | 177 | TOTALE |
| SUPERFICI TOTALI IN R1 | | | |
| | Patches | Sup stuoie | % sup. vegetata |
| R1 | 489 | 632 | 77,37% |
| SUPERFICI TOTALI R1 + R2 | | | |
| | patches | Sup stuoie | |
| R1 | 489 | 632 | |
| R2 | 122 | 177 | |
| TOT | 611 | 809 | 75,53% |

Mediamente in R1 il numero di patches vegetate per stuoia sono $12,87 \pm 0,99$ (media \pm Err. Std.; $n = 38$), mentre in R2 sono $6,78 \pm 1,23$ (media \pm Err. Std.; $n = 18$) (Tab. 2.2). La media complessiva in R1 + R2 è pari a $10,91 \pm 0,86$ (media \pm Err. Std.; $n = 56$) (Tab. 2.3).

| Tab. 2.2. N° patches vegetate per stuoia nei 2 campi. | | | | Tab 2.3. N° patches vegetate per stuoia totale. | | | |
|---|-----------------|-----------------|-----------------|---|------------------|--|--|
| R1 | | R2 | | R1 + R2 | | | |
| N. Stuoia | Patches | N. Stuoia | Patches | N. Stuoia | Patches | | |
| 1 | 23 | 1 | 1 | R1-1 | 23 | | |
| 2 | 22 | 2 | 1 | 2 | 22 | | |
| 3 | 20 | 3 | 4 | 3 | 20 | | |
| 4 | 21 | 4 | 13 | 4 | 21 | | |
| 5 | 16 | 5 | 9 | 5 | 16 | | |
| 6 | 4 | 6 | 9 | 6 | 4 | | |
| 7 | 16 | 7 | 5 | 7 | 16 | | |
| 8 | 10 | 8 | 16 | 8 | 10 | | |
| 9 | 7 | 9 | 12 | 9 | 7 | | |
| 10 | 14 | 10 | 13 | 10 | 14 | | |
| 11 | 21 | 11 | 13 | 11 | 21 | | |
| 12 | 20 | 12 | 4 | 12 | 20 | | |
| 13 | 15 | 13 | 12 | 13 | 15 | | |
| 14 | 14 | 14 | 2 | 14 | 14 | | |
| 15 | 16 | 15 | 1 | 15 | 16 | | |
| 16 | 14 | 16 | 3 | 16 | 14 | | |
| 17 | 18 | 17 | 2 | 17 | 18 | | |
| 18 | 22 | 18 | 2 | 18 | 22 | | |
| 19 | 21 | 19 | 2 | 19 | 21 | | |
| 20 | 3 | 20 | 2 | 20 | 3 | | |
| 21 | 7 | Media | 6,77778 | 21 | 7 | | |
| 25 | 15 | Dev.std. | 5,241863 | 25 | 15 | | |
| 26 | 15 | Err.std | 1,235414 | 26 | 15 | | |
| 27 | 13 | n = 18 | | 27 | 13 | | |
| 28 | 15 | | | 28 | 15 | | |
| 29 | 10 | | | 29 | 10 | | |
| 30 | 14 | | | 30 | 14 | | |
| 31 | 10 | | | 31 | 10 | | |
| 32 | 4 | | | 32 | 4 | | |
| 33 | 10 | | | 33 | 10 | | |
| 36 | 5 | | | 36 | 5 | | |
| 37 | 7 | | | 37 | 7 | | |
| 38 | 3 | | | 38 | 3 | | |
| 39 | 14 | | | 39 | 14 | | |
| 40 | 13 | | | 40 | 13 | | |
| 41 | 8 | | | 41 | 8 | | |
| 42 | 3 | | | 42 | 3 | | |
| 43 | 6 | | | 43 | 6 | | |
| Media | 12,86842 | | | R2-1 | 1 | | |
| Dev.std. | 6,081301 | | | 2 | 1 | | |
| Err.std | 0,986584 | | | 3 | 4 | | |
| n = 38 | | | | 4 | 13 | | |
| | | | | 5 | 9 | | |
| | | | | 6 | 9 | | |
| | | | | 7 | 5 | | |
| | | | | 8 | 16 | | |
| | | | | 9 | 12 | | |
| | | | | 10 | 13 | | |
| | | | | 11 | 13 | | |
| | | | | 12 | 4 | | |
| | | | | 13 | 12 | | |
| | | | | 14 | 2 | | |
| | | | | 15 | 1 | | |
| | | | | 16 | 3 | | |
| | | | | 19 | 2 | | |
| | | | | 20 | 2 | | |
| | | | | Media | 10,910714 | | |
| | | | | Dev.std. | 6,4505864 | | |
| | | | | Err.std | 0,8620321 | | |
| | | | | n = 56 | | | |

Densità

In riferimento alla densità della pianta, intesa come n. di fasci/patch vegetata e/o n. di fasci/m², i dati rilevati ad ottobre/novembre 2013 apparivano comparabili con i rilevamenti effettuati nel giugno 2013. I dati rilevati a novembre 2013 fornivano risultati con valori compresi tra 18 fasci/m² (area monitoraggio A), 16 fasci/m² (area monitoraggio B) e 9,67 fasci/m² (area di monitoraggio C), cioè una media complessiva per R1+R2 di 14,56 fasci/m².

Nel monitoraggio di maggio/luglio 2014, di cui si riportano i risultati in Tabella 2.4, sono stati ottenuti valori compresi tra 14,72 ± 2,15 fasci/m² (media ± Err. Std.; n = 40) nell'area di monitoraggio A, 11,31 ± 1,64 fasci/m² (media ± Err. Std.; n = 38) nell'area di monitoraggio B e 7,45 ± 0,65 fasci/m² (media ± Err. Std.; n = 40) nell'area di monitoraggio C, con una media complessiva per le tre aree di monitoraggio di 11,18 ± 0,74 fasci/m² (media ± Err. Std.; n = 118).

Tab. 2.4. Valori di densità della pianta nelle aree di monitoraggio.

| Monitoraggio maggio/luglio 2014 | | | | | |
|---------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| DENSITA' FASCI/PATCH | | | | | |
| R1-A | | | | | |
| N. stuoia | 1 | 2 | 3 | 4 | TOTALE |
| ID Monit | a1 | a2 | a3 | a4 | a1-a4 |
| 1 | 1 | 1 | 29 | 2 | |
| 2 | 6 | 6 | 30 | 7 | |
| 3 | 26 | 19 | 13 | 17 | |
| 4 | 14 | 16 | 8 | 21 | |
| 5 | 10 | 8 | 28 | 23 | |
| 6 | 19 | 9 | 15 | 41 | |
| 7 | 7 | 2 | 9 | 18 | |
| 8 | 27 | 8 | 12 | 28 | |
| 9 | 13 | 12 | 9 | 15 | |
| 10 | 13 | 15 | 5 | 27 | |
| Media | 13,6 | 9,6 | 15,8 | 19,9 | 14,725 |
| Dev.std. | 8,4089899 | 5,9104427 | 9,5312352 | 11,029758 | 4,2999031 |
| Err.std | 2,6593896 | 1,8692102 | 3,0143059 | 3,4882219 | 2,1499515 |
| R1-B | | | | | |
| N. stuoia | 29 | 28 | 41 | 40 | TOTALE |
| ID Monit | b1 | b2 | b3 | b4 | b1-b4 |
| 1 | 1 | 12 | 12 | 14 | |
| 2 | 6 | 7 | 13 | 17 | |
| 3 | 13 | 28 | 13 | 26 | |
| 4 | 14 | 11 | 18 | 30 | |
| 5 | 6 | 10 | 8 | 9 | |
| 6 | 15 | 3 | 4 | 21 | |
| 7 | 1 | 5 | 9 | 14 | |
| 8 | 10 | 3 | 4 | 6 | |
| 9 | 1 | 17 | | 16 | |
| 10 | 24 | 2 | | 9 | |
| Media | 9,1 | 9,8 | 10,125 | 16,2 | 11,30625 |
| Dev.std. | 7,5490985 | 7,9833159 | 4,8236767 | 7,656515 | 3,2904138 |
| Err.std | 2,3874442 | 2,5247678 | 1,5255145 | 2,4214152 | 1,6452069 |
| R2-C | | | | | |
| N. stuoia | 11 | 10 | 9 | 8 | TOTALE |
| ID Monit | c1 | c2 | c3 | c4 | c1-c4 |
| 1 | 11 | 8 | 6 | 5 | |
| 2 | 6 | 2 | 2 | 8 | |
| 3 | 2 | 8 | 2 | 7 | |
| 4 | 11 | 9 | 7 | 15 | |
| 5 | 13 | 8 | 3 | 9 | |
| 6 | 16 | 4 | 9 | 8 | |
| 7 | 2 | 4 | 8 | 6 | |
| 8 | 2 | 7 | 27 | 4 | |
| 9 | 8 | 4 | 3 | 6 | |
| 10 | 14 | 3 | 17 | 4 | |
| Media | 8,5 | 5,7 | 8,4 | 7,2 | 7,45 |
| Dev.std. | 5,2967495 | 2,5407785 | 7,947047 | 3,2249031 | 1,3076697 |
| Err.std | 1,6751264 | 0,8035353 | 2,5132976 | 1,0198935 | 0,6538348 |

Accrescimento fogliare

L'accrescimento delle foglie è stato rilevato mediante la marcatura delle foglie in prossimità della base e la misurazione dello spostamento, avvenuto nei 33 giorni intercorsi, del punto marcato rispetto alla base stessa. La misurazione riferita a ciascun fascio è pari alla somma dell'allungamento misurato su ciascuna delle 7 foglie che costituiscono il fascio stesso. In questo modo il totale di foglie su cui è stato calcolato l'accrescimento è pari a 7 foglie x 10 fasci = 70 foglie per ciascuna delle 3 aree di monitoraggio (210 foglie) e per ciascuna delle 6 aree di controllo (420 foglie).

Nelle tre aree di monitoraggio della prateria trapiantata i valori medi di allungamento delle foglie sono piuttosto uniformi variando da un minimo di $7,90 \pm 1,85$ cm (media \pm Dev. Std.), pari ad un accrescimento medio di 2,39 mm/giorno, nell'area di monitoraggio C posizionata in R2, ad un massimo di $8,6 \pm 2,67$ cm (media \pm Dev. Std.), pari ad un accrescimento medio di 2,61 mm/giorno, nell'area di monitoraggio A posizionata in R1.

I valori di accrescimento misurati nelle aree di controllo della prateria naturale sono inferiori. Infatti, vanno da un minimo di $3,8 \pm 1,93$ cm (media \pm Dev. Std.), pari ad un accrescimento medio di 1,15 mm/giorno, nell'area di controllo "R1-Ovest" ad un massimo di $5,8 \pm 2,25$ cm (media \pm Dev. Std.), pari ad un accrescimento medio di 1,76 mm/giorno, nell'area di controllo "R1-Est" (Tab. 2.6).

Tab. 2.5. Accrescimento delle foglie delle talee trapiantate. Le misure espresse in cm sono rappresentate suddivise per le diverse aree di monitoraggio.

| Talee trapiantate | | | | | |
|-------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| R1- Area A | | R1- Area B | | R2- Area C | |
| Fascio | Lungh | Fascio | Lungh | Fascio | Lungh |
| 1 | 10 | 1 | 10 | 1 | 9 |
| 2 | 11 | 2 | 10 | 2 | 8 |
| 3 | 5 | 3 | 11 | 3 | 8 |
| 4 | 12 | 4 | 5 | 4 | 10 |
| 5 | 9 | 5 | 8 | 5 | 10 |
| 6 | 9 | 6 | 10 | 6 | 5 |
| 7 | 6 | 7 | 6 | 7 | 6 |
| 8 | 10 | 8 | 8 | 8 | 10 |
| 9 | 4 | 9 | 10 | 9 | 7 |
| 10 | 10 | 10 | 7 | 10 | 6 |
| media | 8,6 | media | 8,5 | media | 7,9 |
| dev.std | 2,674987 | dev.std | 2,013841 | dev.std | 1,852926 |

Tab. 2.6. Accrescimento delle foglie nella prateria naturale. Le misure espresse in cm sono rappresentate suddivise per le diverse aree di controllo.

| R1 Prateria Naturale | | | | | |
|-----------------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| R1- Ovest | | R1- Est | | R1- Sud | |
| Fascio | Lungh | Fascio | Lungh | Fascio | Lungh |
| 1 | 5 | 1 | 3 | 1 | 2 |
| 2 | 3 | 2 | 4 | 2 | 3 |
| 3 | 2 | 3 | 10 | 3 | 4 |
| 4 | 2 | 4 | 5 | 4 | 6 |
| 5 | 7 | 5 | 7 | 5 | 5 |
| 6 | 3 | 6 | 8 | 6 | 5 |
| 7 | 3 | 7 | 6 | 7 | 4 |
| 8 | 4 | 8 | 7 | 8 | 3 |
| 9 | 2 | 9 | 5 | 9 | 3 |
| 10 | 7 | 10 | 3 | 10 | 7 |
| media | 3,8 | media | 5,8 | media | 4,2 |
| dev.std | 1,932184 | dev.std | 2,250926 | dev.std | 1,549193 |
| R2 Prateria Naturale | | | | | |
| R2- Est | | R2- Sud | | R2- QP | |
| Fascio | Lungh | Fascio | Lungh | Fascio | Lungh |
| 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 2 |
| 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 2 |
| 3 | 2 | 3 | 6 | 3 | 7 |
| 4 | 7 | 4 | 6 | 4 | 3 |
| 5 | 7 | 5 | 6 | 5 | 4 |
| 6 | 8 | 6 | 8 | 6 | 10 |
| 7 | 6 | 7 | 6 | 7 | 5 |
| 8 | 7 | 8 | 2 | 8 | 7 |
| 9 | 5 | 9 | 2 | 9 | 8 |
| 10 | 3 | 10 | 3 | 10 | 3 |
| media | 5,2 | media | 4,6 | media | 5,1 |
| dev.std | 2,097618 | dev.std | 2,065591 | dev.std | 2,766867 |

Fenologia ed epifitismo

Durante le indagini eseguite tra maggio e luglio 2014, le talee trapiantate hanno fornito delle indicazioni che testimoniano una eccellente vitalità delle piante, esse appaiono infatti ramificate e sempre ben radicate.

Tutte le foglie più lunghe sono risultate essere foglie adulte; su 75 di esse, scelte casualmente in ciascuna delle 3 aree di monitoraggio (= 225 foglie), sono state eseguite le misure per l'acquisizione di informazioni su fenologia ed epifitismo.

La lunghezza delle foglie è piuttosto uniforme nelle tre aree di monitoraggio con valori che si assestano tra $27,23 \pm 6,07$ cm (media \pm Dev. Std.) nell'area R1-B e $31,05 \pm 7,14$ cm (media \pm Dev. Std.) nell'area R2-C. La larghezza delle foglie varia tra $0,78 \pm 0,09$ cm (media \pm Dev. Std.) nell'area R1-A e $0,85 \pm 0,08$ cm (media \pm Dev. Std.) nell'area R1-B. Infine, la porzione di tessuto bruno delle foglie appare compatibile con la stagione di campionamento (Fig. 2.1).

Le foglie appaiono epifitate per porzioni che arrivano al massimo al 52% della lunghezza totale del lembo; gli apici rotti sono presenti nel 33% delle foglie più lunghe nell'area R1-B, tale valore appare sensibilmente maggiore rispetto a quanto rilevato in R1-A ed R2-C, probabilmente perché queste ultime si trovano ad una profondità leggermente maggiore e risentono meno dell'azione del moto ondoso (Fig. 2.2).

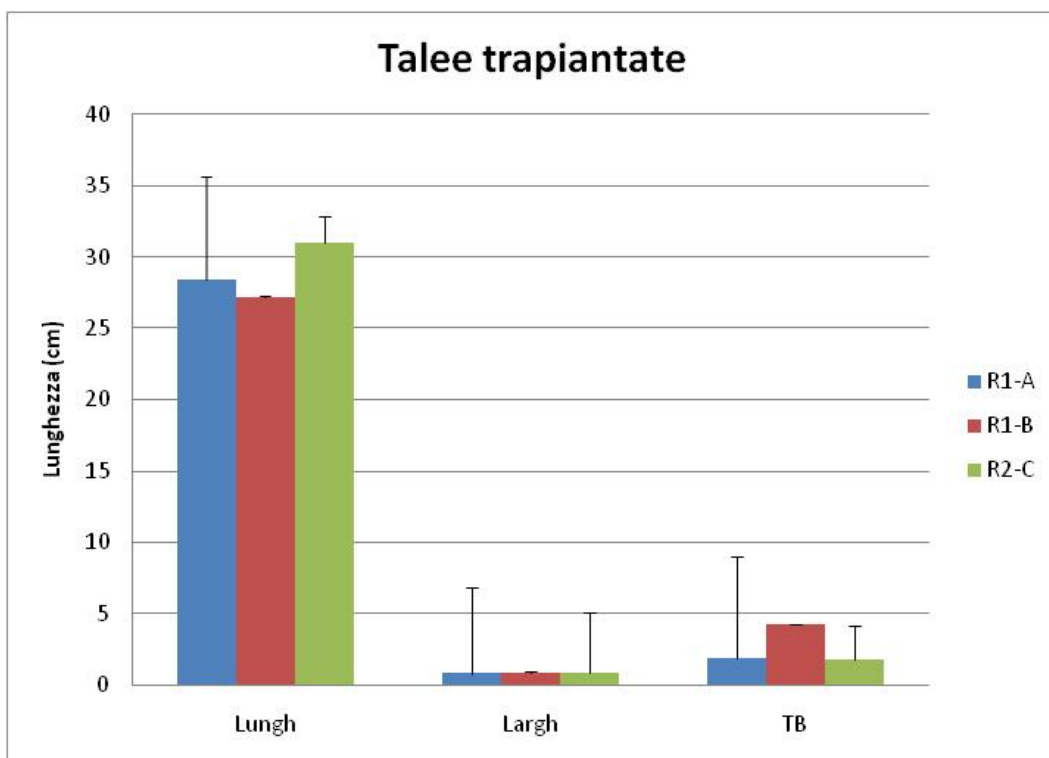


Fig. 2.1. Dati fenologici rilevati sulle talee trapiantate nelle 3 aree di monitoraggio.

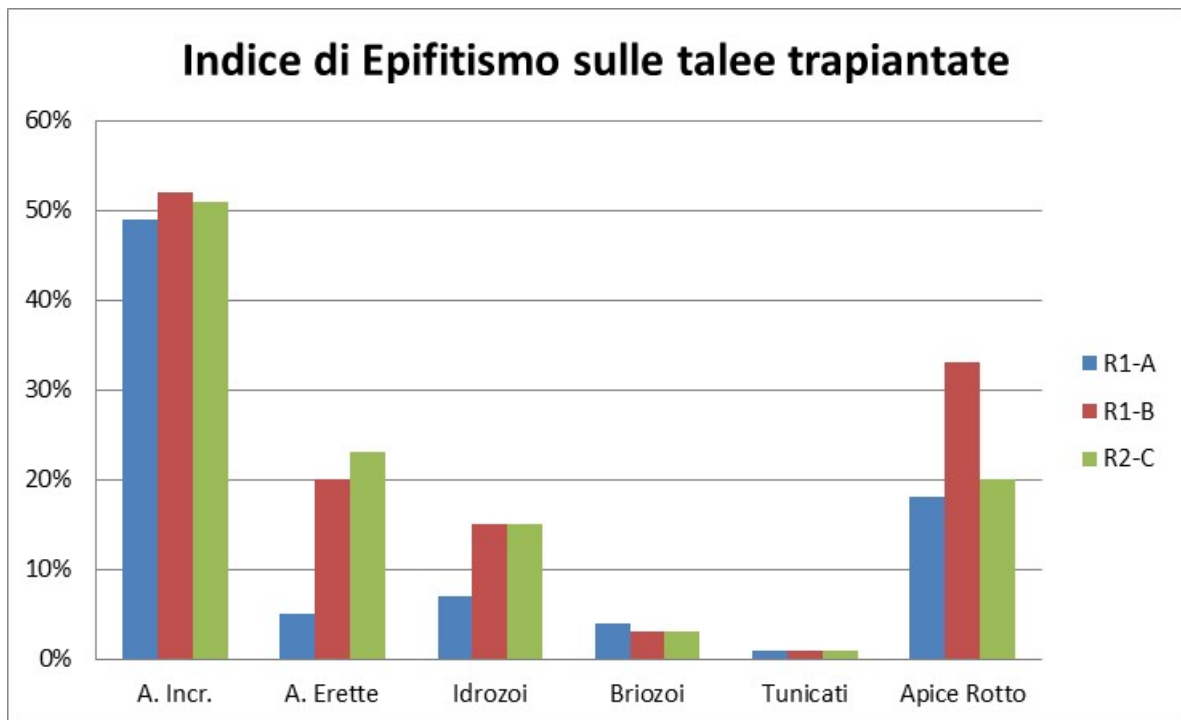


Fig. 2.2. Percentuale di apici rotti ed Indice di Epifitismo espresso come percentuale di lembo delle foglie occupato dagli epifiti suddivisi in epifiti vegetali (alghe Incrostanti ed alghe erette) ed animali (Idrozoi, Briozoi e Tunicati) nelle tre aree di monitoraggio individuate per le talee trapiantate.

Per quanto riguarda la prateria naturale, i valori dei parametri fenologici presi in considerazione sono risultati compatibili con le condizioni medie tipiche della specie riferite alla stagione e l'area geografica di campionamento.

La lunghezza delle foglie è piuttosto uniforme nelle sei aree di controllo con valori che si vanno da un minimo di $80,90 \pm 9,27$ cm (media \pm Dev. Std.) in R2-Est ad un massimo di $86,00 \pm 7,51$ cm (media \pm Dev. Std.) in R1-Ovest. La larghezza delle foglie è di 1 cm in tutte le aree di controlli e la lunghezza del tessuto bruno appare trascurabile variando tra 0,8 e 2 cm (Fig. 2.3).

Le foglie appaiono epifitate per porzioni di lembo che arrivano al massimo al 59% della lunghezza totale del lembo e la percentuale di apici rotti è quasi sempre del 20% ad eccezione della stazione R1-Est dove arriva ad un massimo del 30% (Fig. 2.4).

Tali valori generalmente tendono a crescere nel corso dell'estate fino a raggiungere il massimo a fine agosto/settembre prima che le mareggiate autunnali rimuovano le foglie più lunghe dai fasci per lasciare spazio nuovamente alle foglie giovani più sane e scarsamente epifitate.

Si noti infine, che i valori massimi di apici rotti, indicatori di stress meccanici prevalentemente dovuti all'idrodinamismo, si osservano nelle aree contigue R1-B (talee trapiantate) ed R1-Est (controlli) che sono posizionate a profondità leggermente minori rispetto a tutte le altre aree indagate.

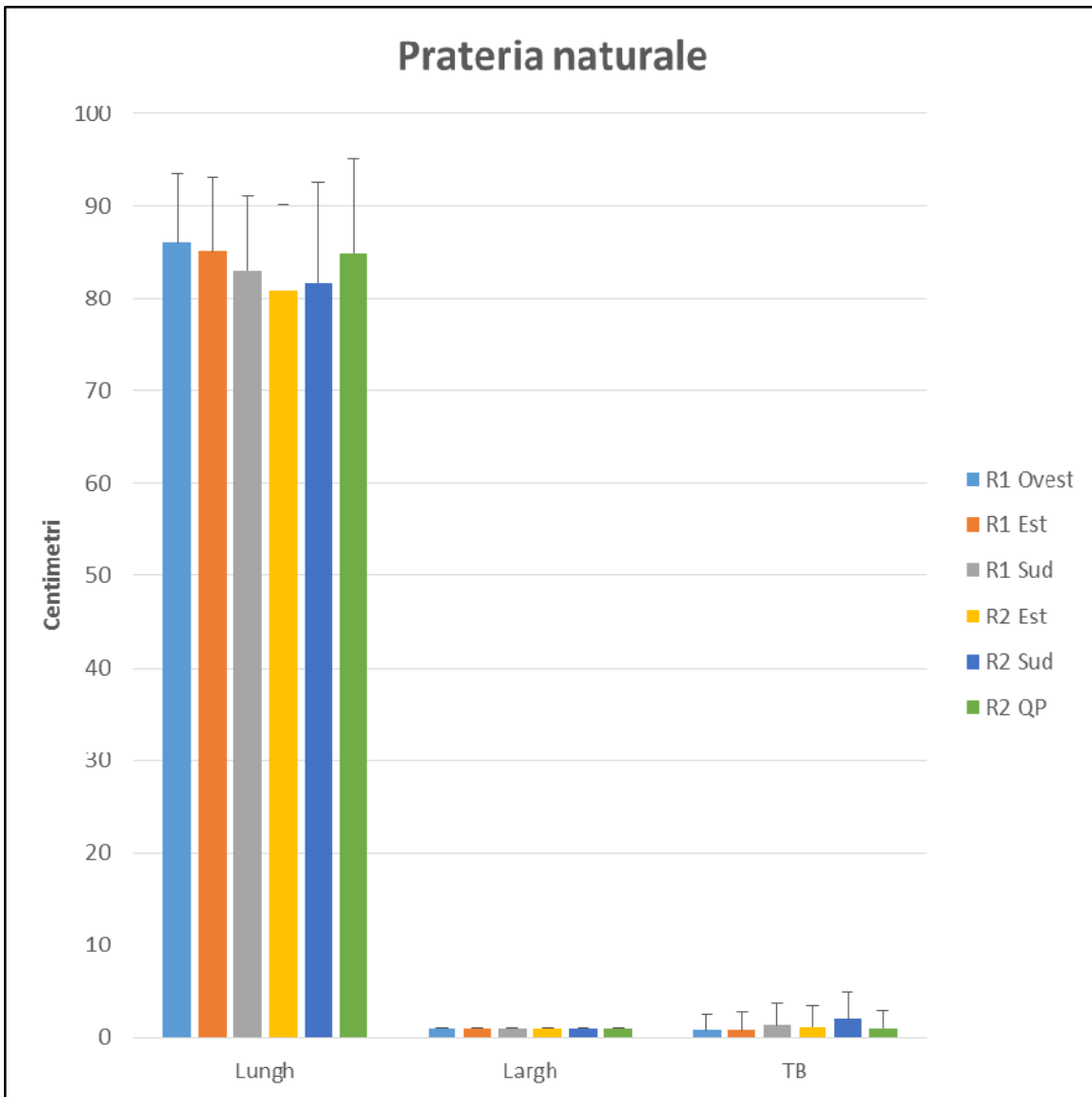


Fig. 2.3. Dati fenologici rilevati sulle foglie più lunghe nelle 6 aree di controllo della prateria naturale.

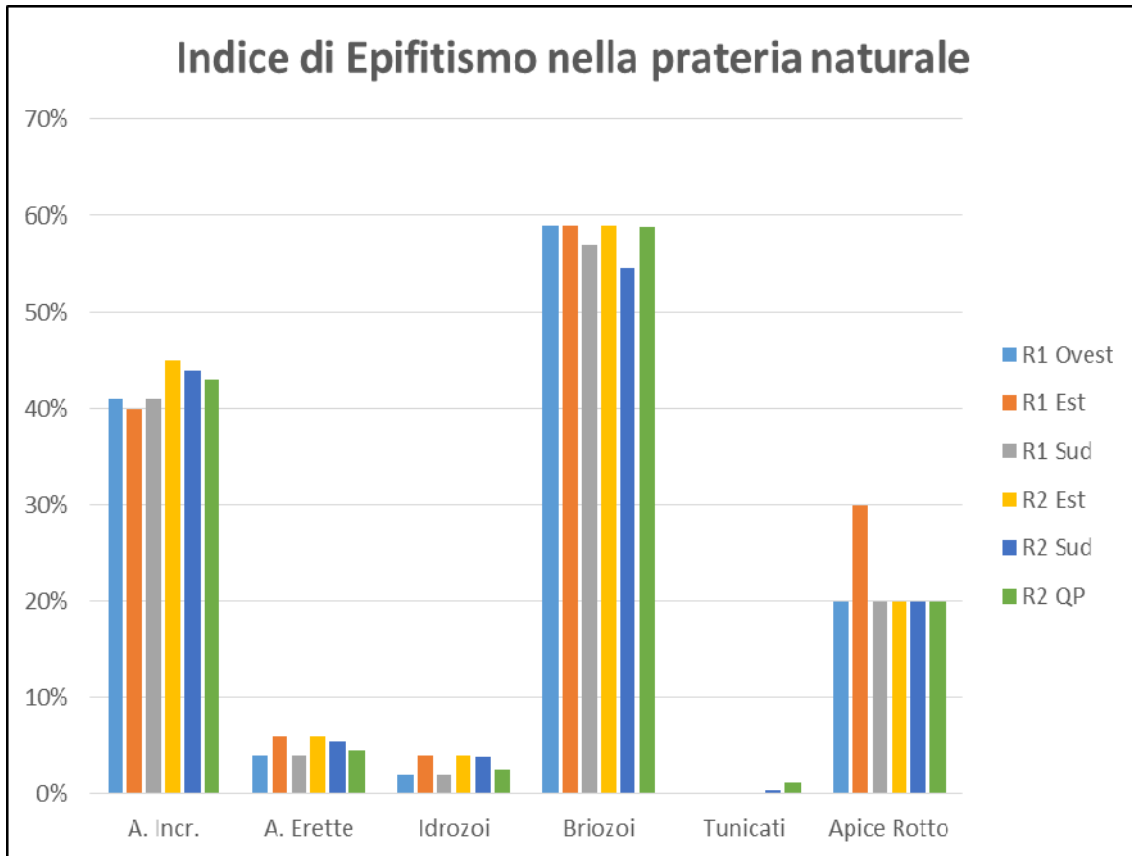


Fig. 2.4. Percentuale di apici rotti ed Indice di Epifitismo espresso come percentuale di lembo delle foglie occupato dagli epifiti suddivisi in epifiti vegetali (alghe Incrostanti ed alghe erette) ed animali (Idrozoi, Briozoi e Tunicati) nelle sei aree di controllo individuate per la prateria naturale.

3. Conclusioni

Sulla base di quanto osservato e descritto nei capitoli precedenti in relazione alle condizioni delle aree di trapianto di *Posidonia oceanica* denominate R1 ed R2 localizzate nei pressi di Capo Linaro nel Comune di S. Marinella (Roma), possiamo concludere quanto segue:

Alla data del monitoraggio conclusosi il 03/07/2014, 809 m² di stuoie sono ancora presenti nelle 2 aree di trapianto. Sulle 56 stuoie residue sono state osservate complessivamente tra R1 ed R2, 611 m² occupati da piante vitali, dunque mediamente il numero di patches vegetate per ciascuna stuoia è pari a circa 11. La densità media della pianta calcolata nelle aree di monitoraggio è di circa 11 fasci/m² (= 11 fasci/patch).

Nella prateria naturale i valori dei parametri fenologici presi in considerazione sono compatibili con le condizioni medie tipiche della specie riferite alla stagione e l'area geografica di campionamento.

Anche se le piante trapiantate mostrano foglie più corte e più strette, tale andamento non preoccupa in quanto il tasso di accrescimento delle foglie trapiantate appare congruo con le potenzialità della specie ed addirittura maggiore a quello osservato, nello stesso periodo, per la prateria naturale.

Dal monitoraggio effettuato si riscontra una certa difficoltà delle piante nel colonizzare nuove aree, tuttavia le stesse piante dimostrano nei parametri fenologici e di accrescimento fogliare un'ottima vitalità. Va sottolineato che il controllo effettuato attraverso il quadrato permanente (vedere capitolo dedicato a parte) dimostra che gli andamenti di copertura e densità delle piante riscontrati nella prateria naturale e in quella trapiantata sono analoghi. Infatti, in entrambi i casi, è stata riscontrata la stessa difficoltà nella colonizzazione di nuove superfici da parte di piante che dimostrano comunque una vitalità ottimale.

Tutto questo suggerisce che, probabilmente, è ancora troppo presto per valutare il successo di una eventuale auspicabile ricolonizzazione sia da parte delle talee naturali che, a maggior ragione, di quelle trapiantate. I risultati indicano che ci troviamo ancora in una fase di stabilizzazione dell'intero sistema (sia naturale che trapiantato).

In un recente workshop (13 giugno 2014) organizzato dall'Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale (ISPRA) intitolato: "Il trapianto di *Posidonia oceanica* in Italia: stato dell'arte", alla quale gli scriventi sono stati invitati in qualità di relatori, sono emerse con estrema chiarezza e con assoluta convergenza tra tutti gli intervenuti alcune certezze tra le quali quella che la valutazione di un trapianto di *Posidonia* deve essere valutato in tempi molto lunghi e non inferiori ai 5 anni.

Per tutto quanto sopra esposto si ritiene che, in assenza di eventi eccezionali e/o ulteriori rimozioni accidentali a causa di ancoraggi e/o attrezzi da pesca, l'impianto soprattutto in R1 possa andare avanti continuando a produrre nuove piante che andrebbero negli anni futuri ad incrementare la densità media e la stabilità dei supporti.

MONITORAGGIO MAGGIO 2014

Stazione di controllo R2 QP: Quadrato permanente

Coordinate: 42°02.030' N; 11°49,614' E

Al fine di valutare come anche la prateria naturale risponde nel lungo termine allo stress subito a seguito degli eventi catastrofici dell'ottobre 2012, è stato posto in atto a dicembre 2013 il monitoraggio di una porzione di prateria naturale mediante un quadrato permanente di 6 metri di lato (Fig. 1 e 2). Il quadrato è stato posizionato in R2 presso l'area di controllo denominata (R2-QP) in prossimità del corpo morto n. 7.

In data 3 luglio 2014, sul quadrato permanente è stato eseguito un rilevamento video e fotografico (Fig. 3).

In ciascuno dei 9 sub-quadrati di 2 metri di lato in cui è stato suddiviso il quadrato permanente, sono state rilevate informazioni relative alla copertura di *Posidonia oceanica* (P), Matte morta (M) e Sabbia (S) ed eseguito il conteggio del numero di fasci fogliari della pianta presenti.

Fig. 1. Rappresentazione schematica della numerazione dei sub-quadrati e orientamento del quadrato permanente.

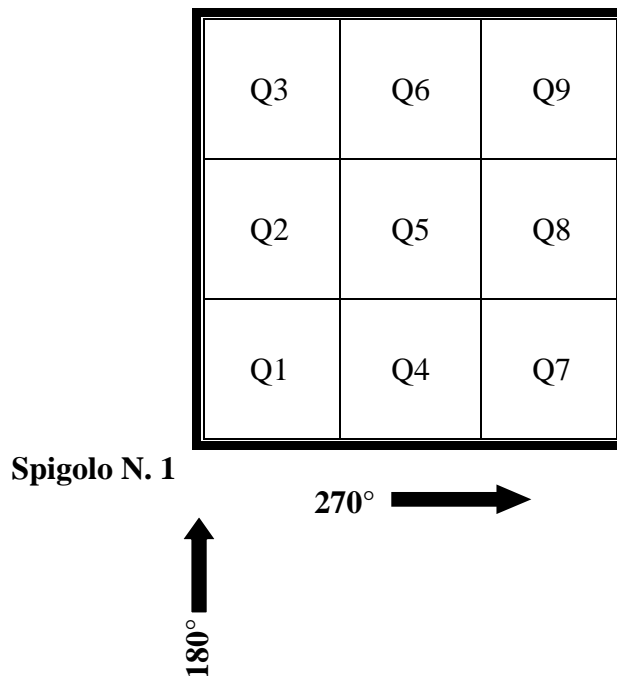


Fig.2. Ricostruzione fotografica del quadrato permanente a dicembre 2013.

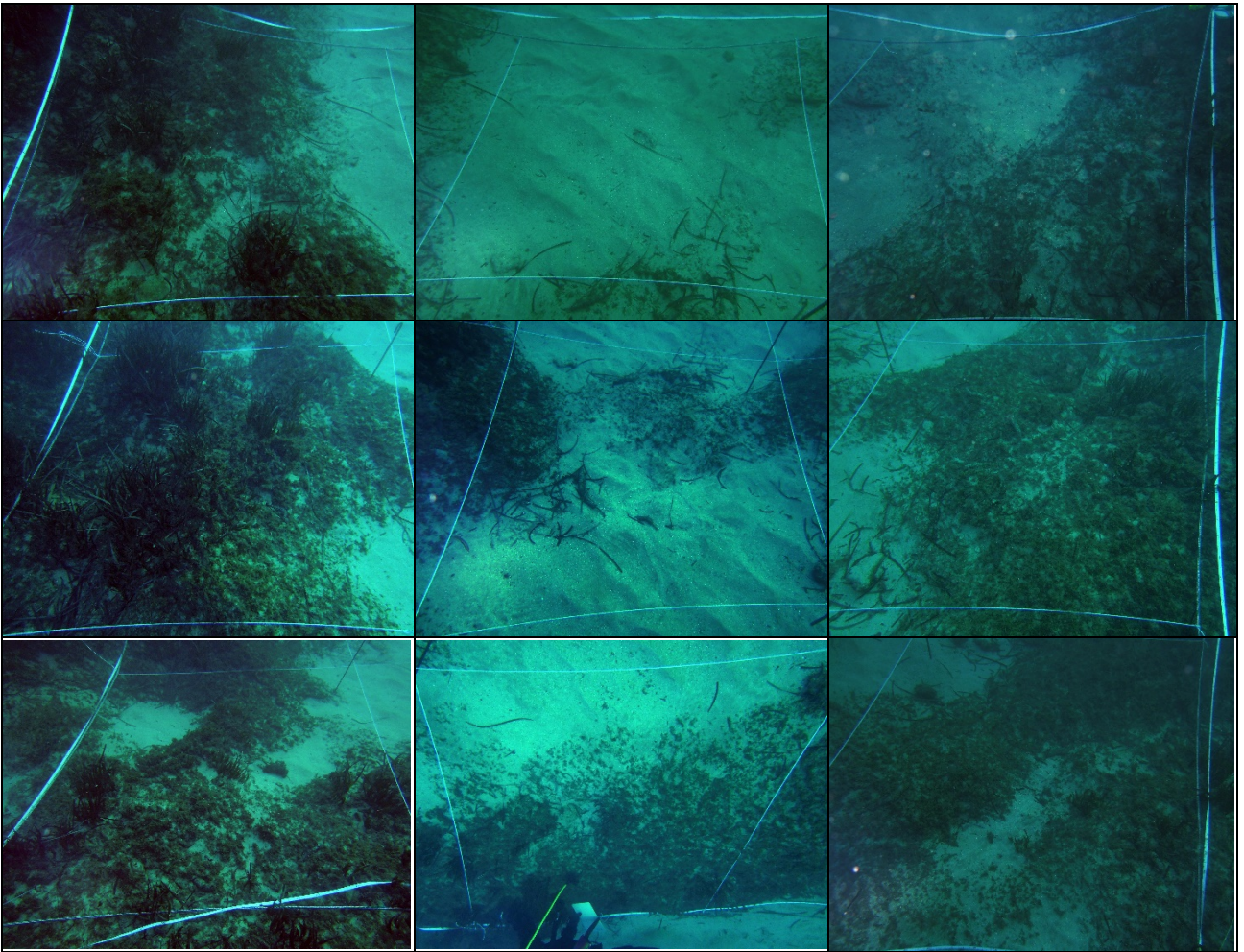
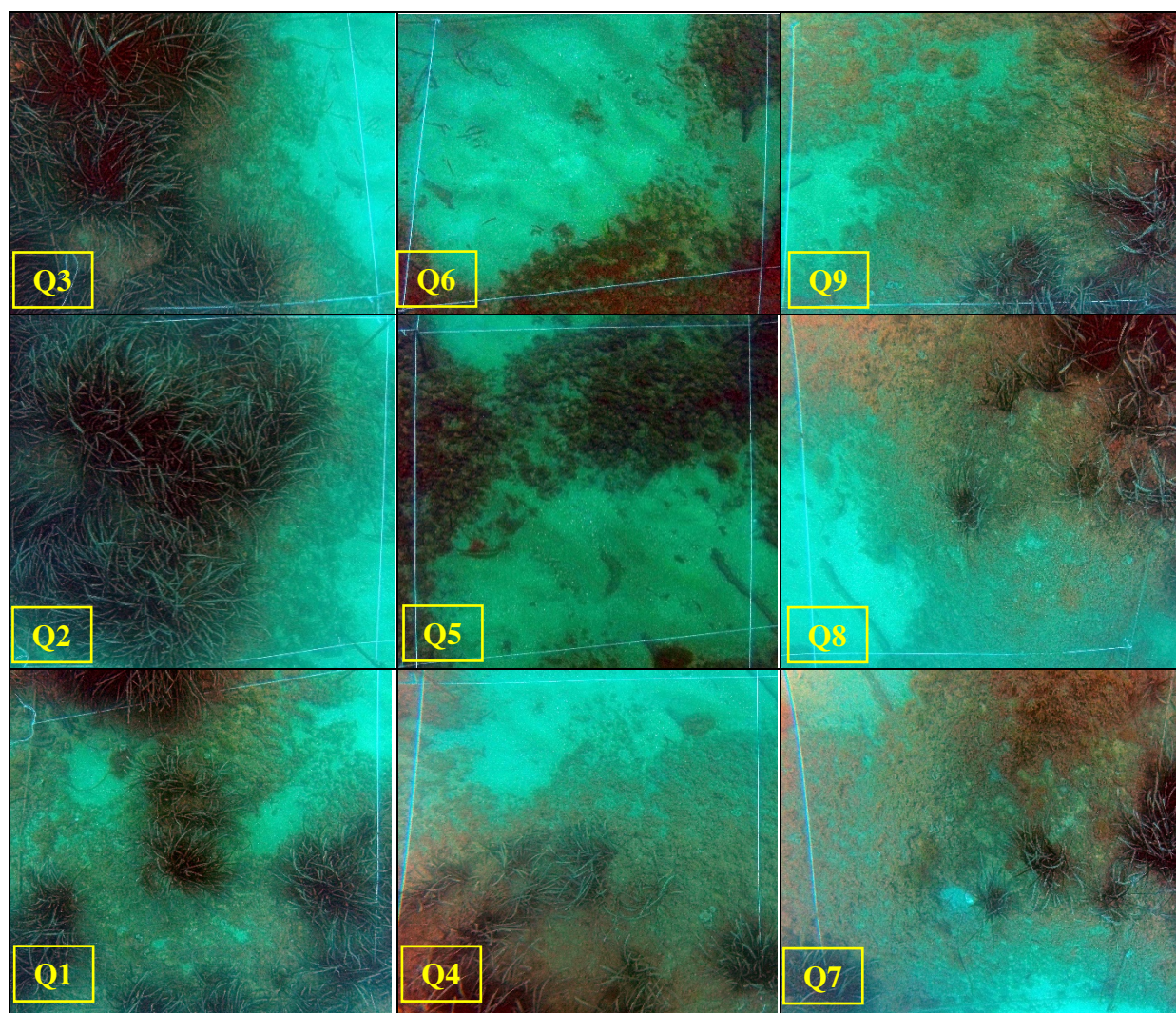


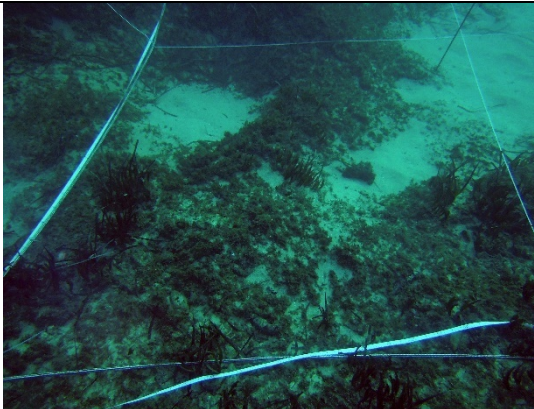
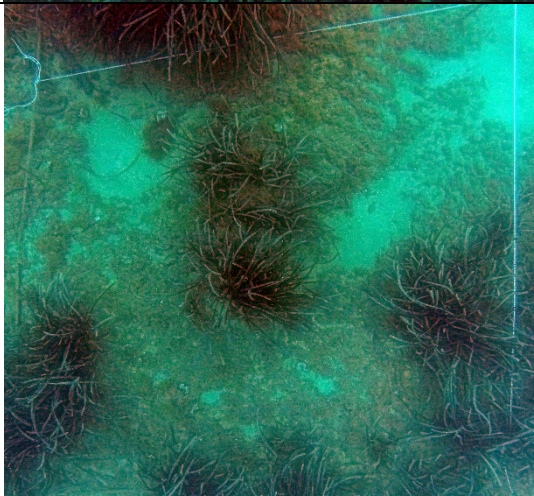
Fig. 3. Ricostruzione fotografica del quadrato permanente a luglio 2014.


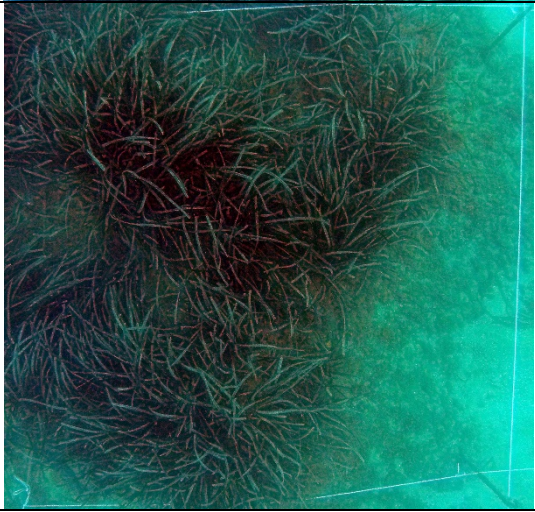
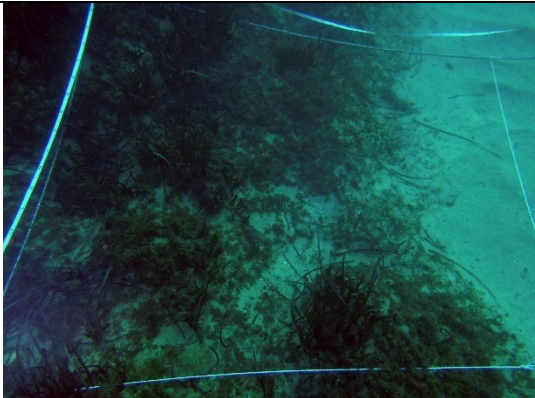
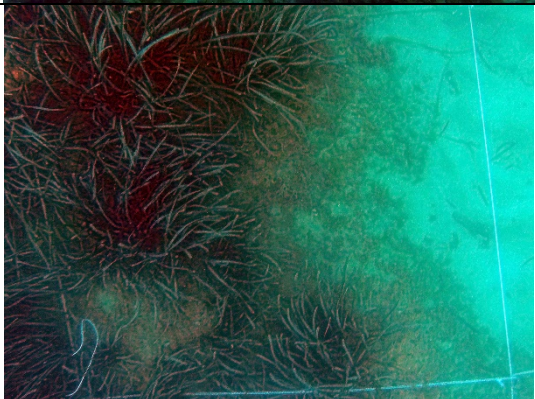


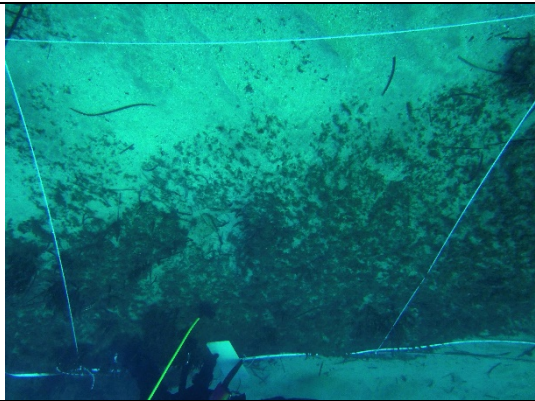
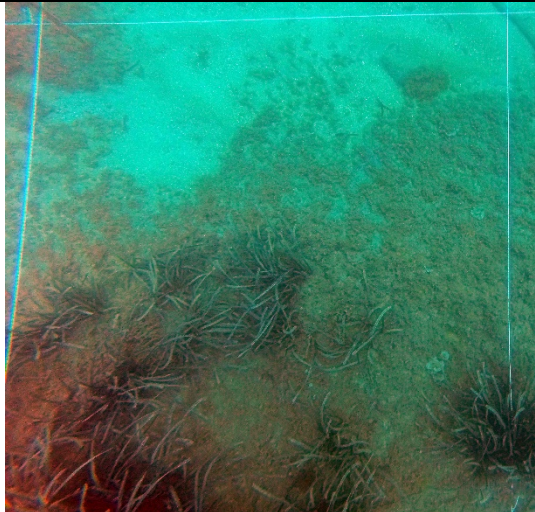
Tab. 1. Confronto dei dati di copertura e densità tra dicembre 2013 e luglio 2014.

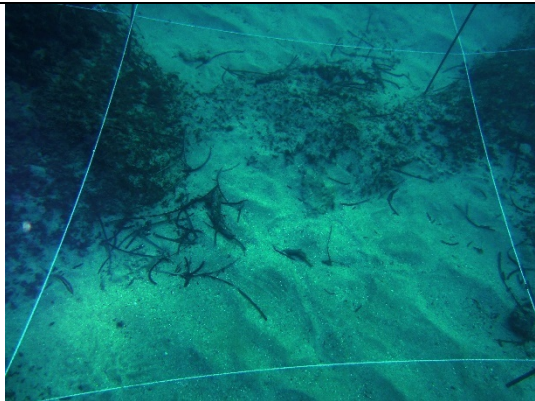

| Sub- quadrato | <i>Posidonia</i> | | Matte | | Sabbia | | Densità (fasci/4m ²) | |
|------------------|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------------------------------|----------|
| | Dic-2013 | Lug-2014 | Dic-2013 | Lug-2014 | Dic-2013 | Lug-2014 | Dic-2013 | Lug-2014 |
| Q1 | 05% | 20% | 90% | 75% | 05% | 05% | 160 | 160 |
| Q2 | 25% | 80% | 75% | 20% | + | + | 460 | 550 |
| Q3 | 10% | 40% | 85% | 55% | 05% | 05% | 260 | 260 |
| Q4 | 05% | 20% | 85% | 70% | 10% | 10% | 150 | 150 |
| Q5 | / | / | 50% | 50% | 50% | 50% | / | / |
| Q6 | / | / | 05% | 10% | 95% | 90% | / | / |
| Q7 | + | 05% | 95% | 90% | 05% | 05% | 42 | 50 |
| Q8 | 05% | 10% | 95% | 85% | + | 05% | 98 | 110 |
| Q9 | + | 10% | 90% | 85% | 10% | 05% | 50 | 95 |

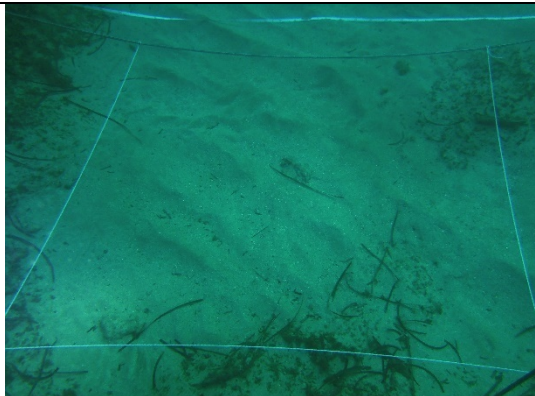
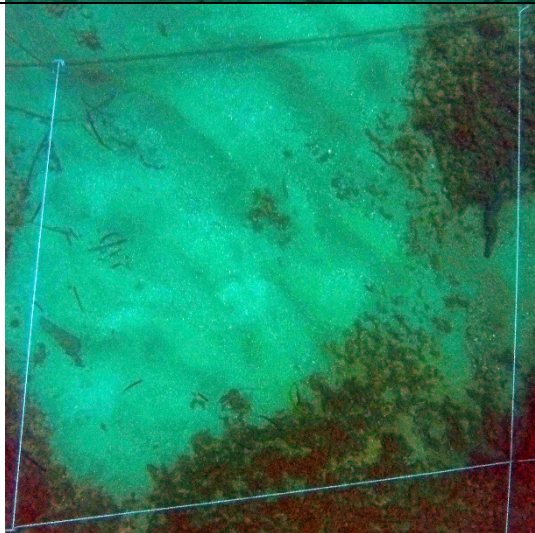
Di seguito viene riportato il dettaglio del rilevamento fotografico eseguito sui 9 sub-quadrati di superficie 4 m²(da Q1 a Q9) con i corrispondenti dati di copertura e densità per entrambe le date di rilevamento: dicembre 2013 e luglio 2014 (Tab. 1).


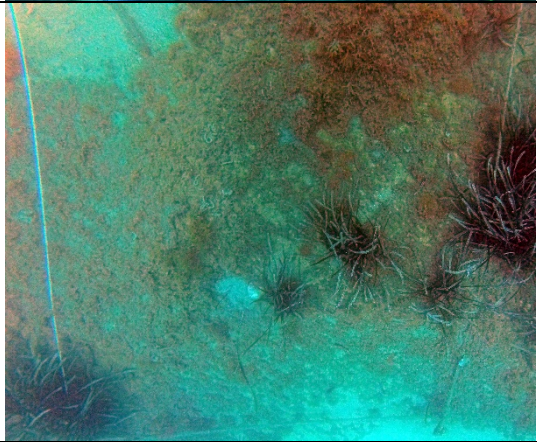

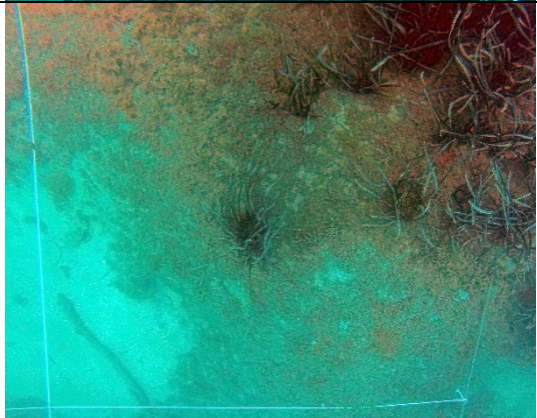
| | | |
|--|---|--|
| |  | <p>Q1 Dicembre 2013</p> <p><i>Copertura:</i> P = 5% M = 90% S = 5%</p> <p><i>Densità:</i> 160 fasci</p> |
| |  | <p>Q1 Luglio 2014</p> <p><i>Copertura:</i> P = 20% M = 75% S = 5%</p> <p><i>Densità:</i> 160 fasci</p> |


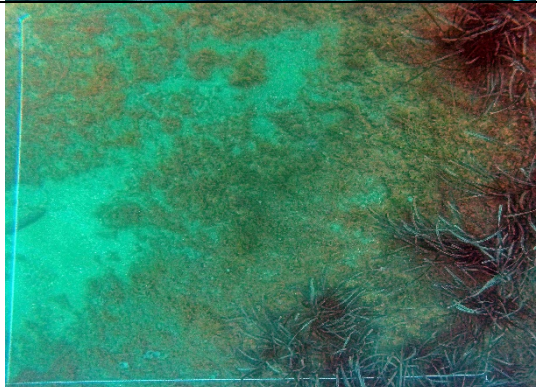
| | | |
|--|---|--|
| |  | <p>Q2 Dicembre 2013</p> <p><i>Copertura:</i> P = 25% M = 75% S = + <i>Densità:</i> 460 fasci</p> |
| |  | <p>Q2 Luglio 2014</p> <p><i>Copertura:</i> P = 80% M = 20% S = + <i>Densità:</i> 550 fasci</p> |
| | | |
| |  | <p>Q3 Dicembre 2013</p> <p><i>Copertura:</i> P = 10% M = 85% S = 5% <i>Densità:</i> 260 fasci</p> |
| |  | <p>Q3 Luglio 2014</p> <p><i>Copertura:</i> P = 40% M = 55% S = 5% <i>Densità:</i> 260 fasci</p> |

| | | |
|--|--|---|
| |  | <p>Q4 Dicembre 2013</p> <p><i>Copertura:</i> P = 5% M = 85% S = 10%</p> <p><i>Densità:</i> 150 fasci</p> |
| |  | <p>Q4 Luglio 2014</p> <p><i>Copertura:</i> P = 20% M = 70% S = 10%</p> <p><i>Densità:</i> 150 fasci</p> |

| | | |
|--|--|---|
| |  | <p>Q5 Dicembre 2013</p> <p><i>Copertura:</i> M = 50% S = 50% <i>Densità: /</i></p> |
| |  | <p>Q5 Luglio 2014</p> <p><i>Copertura:</i> M = 50% S = 50% <i>Densità: /</i></p> |

| | | |
|--|--|--|
| |  | <p>Q6 Dicembre 2013</p> <p><i>Copertura:</i> M = 5% S = 95% <i>Densità: /</i></p> |
| |  | <p>Q6 Luglio 2014</p> <p><i>Copertura:</i> M = 10% S = 90% <i>Densità: /</i></p> |

| | | |
|--|---|--|
| |  | <p>Q7 Dicembre 2013</p> <p><i>Copertura:</i> P = + M = 95% S = 5% <i>Densità:</i> 42 fasci</p> |
| |  | <p>Q7 Luglio 2014</p> <p><i>Copertura:</i> P = 5% M = 90% S = 5% <i>Densità:</i> 50 fasci</p> |
| |  | <p>Q8 Dicembre 2013</p> <p><i>Copertura:</i> P = 5% M = 95% S = + <i>Densità:</i> 98 fasci</p> |
| |  | <p>Q8 Luglio 2014</p> <p><i>Copertura:</i> P = 10% M = 85% S = 5% <i>Densità:</i> 110 fasci</p> |

| | | |
|--|---|--|
| |  | <p>Q9 Dicembre 2013</p> <p><i>Copertura:</i> P = + M = 90% S = 10% <i>Densità:</i> 50 fasci</p> |
| |  | <p>Q9 Luglio 2014</p> <p><i>Copertura:</i> P = 10% M = 85% S = 5% <i>Densità:</i> 95 fasci</p> |

Conclusioni

Il confronto dei dati rilevati nelle due date di campionamento evidenziano come anche la prateria naturale stenti a ripristinare le aree perdute a seguito degli eventi catastrofici dell'ottobre 2012.

Come per le piante trapiantate anche quelle della prateria naturale mostrano una significativa stabilizzazione delle aree occupate, tuttavia, l'incremento della densità è assente o comunque laddove rilevato di entità trascurabile.

L'incremento della copertura di *Posidonia*, talvolta anche rilevante, non deve ingannare: tale aumento è dovuto alla maggiore lunghezza delle foglie a luglio rispetto a dicembre, cosa che rispecchia il normale andamento stagionale delle praterie di *Posidonia oceanica* nelle quali si rilevano foglie più giovani e corte alla fine dell'autunno e più vecchie e lunghe alla fine della primavera.

Per concludere, il controllo attraverso il quadrato permanente ad oggi dimostra che gli andamenti dei parametri di copertura e accrescimento delle foglie riscontrati nella prateria naturale e in quella trapiantata sono analoghi. Infatti, in entrambi i casi, si riscontra una certa difficoltà nel colonizzare nuove aree da parte di piante che comunque dimostrano nei parametri fenologici e di accrescimento foglie una buona vitalità.

MONITORAGGIO OTTOBRE 2014

Monitoraggio effettuato nell'area di impianto R1 ed R2 7-8 e 29-30 ottobre 2014

1. Attività svolta

In data 7-8 e 29-30 ottobre 2014, si procedeva ad una verifica puntuale, per quanto possibile esaustiva, della situazione degli impianti. La verifica è stata effettuata tramite immersioni subacquee nelle due aree, R1 ed R2, in cui è stato realizzato l'intervento di reimpianto (Tavole 1 e 2).

Il monitoraggio è stato realizzato secondo il piano di campionamento concordato con la committenza:

Monitoraggio non distruttivo

Sono state svolte le seguenti attività:

1. Ricognizione video/fotografica georeferenziata dell'intero sito (i filmati sono consegnati in allegato); conteggio del numero di stuoie ancora presenti, valutazione della superficie utile e del n° di patches vegetate (anche da una sola talea) su tutte le stuoie presenti sia in R1 che in R2.
2. Monitoraggio di 3 aree (A e B in R1, C in R2: Tab. 1.1). Sulle singole aree di monitoraggio sono state effettuate le seguenti misure:
 - **Conta delle talee residue.** E' stata stimata la superficie utile disponibile in ciascuna stuoia monitorata ed il n° di patches vegetate (anche da una sola talea) ivi presenti. Le patches, alla data di campionamento sono risultate ancora chiaramente distinguibili in unità discrete all'interno della stuoia, pertanto per la conta dei fasci fogliari presenti non è stato necessario ricorrere all'uso del quadrato di riferimento standard (40x40cm);
 - **Densità dei fasci.** Sono stati contati tutti i fasci presenti in ciascuna di 10 patches su ciascuna stuoia monitorata, tale valore rappresenta la densità/patch. Ciascuna patch viene assunta come costituire 1 mq di superficie vegetata.
 - **Determinazione dell'accrescimento fogliare.** Sono state marcate (7 ottobre), e successivamente misurate (29 ottobre), le foglie di 10 fasci per ciascuna area di monitoraggio; la marcatura e la successiva misurazione è stata eseguita anche su 10 fasci per ciascuna delle 6 aree di controllo posizionate nella prateria naturale distribuite 3 in R1 e 3 in R2 (Tab. 1.2 e Fig. 1.1). La misurazione riferita a ciascun fascio è pari alla somma dell'allungamento misurato su ciascuna di almeno 7 foglie che costituiscono il fascio stesso. In questo modo il totale di foglie su cui viene calcolato l'accrescimento è pari a 7 foglie x 10 fasci = 70 foglie per ciascuna delle 3 aree di monitoraggio (210 foglie) e per ciascuna delle 6 aree di controllo (420 foglie).

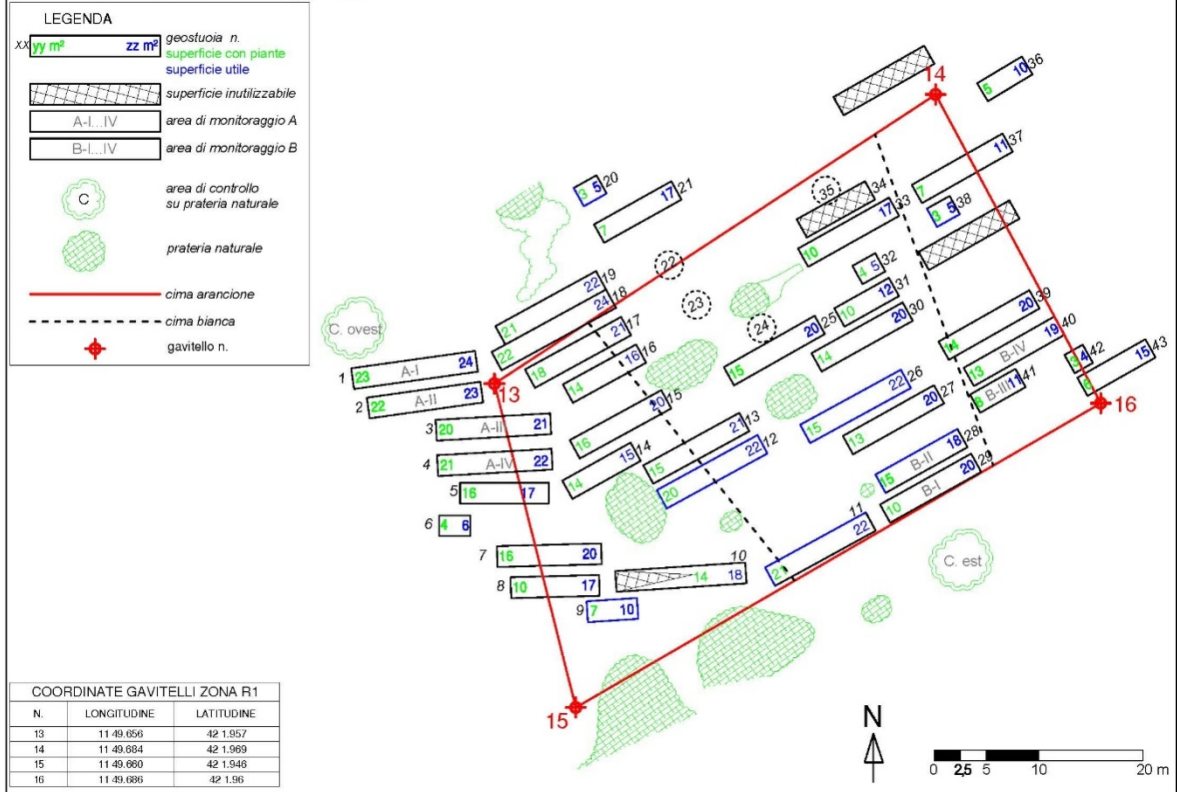
Inoltre, su 75 fasci scelti casualmente in ciascuna delle 3 aree di monitoraggio (= 225 fasci) sono state eseguite le seguenti misure per l'acquisizione di informazioni su fenologia ed epifitismo:

- Determinazione del rango e della **lunghezza/larghezza della foglia più lunga**;
- Determinazione dello **stato degli apici** e **stima del tessuto bruno**;
- Valutazione qualitativa della comunità epifita delle foglie; eseguita attraverso il calcolo di un Indice di Epifitismo espresso come percentuale di lembo delle foglie occupato da epifiti suddivisi in epifiti animali (Idrozoi; Briozoi ed Ascidie) e vegetali (alghe Incrostanti ed alghe erette);

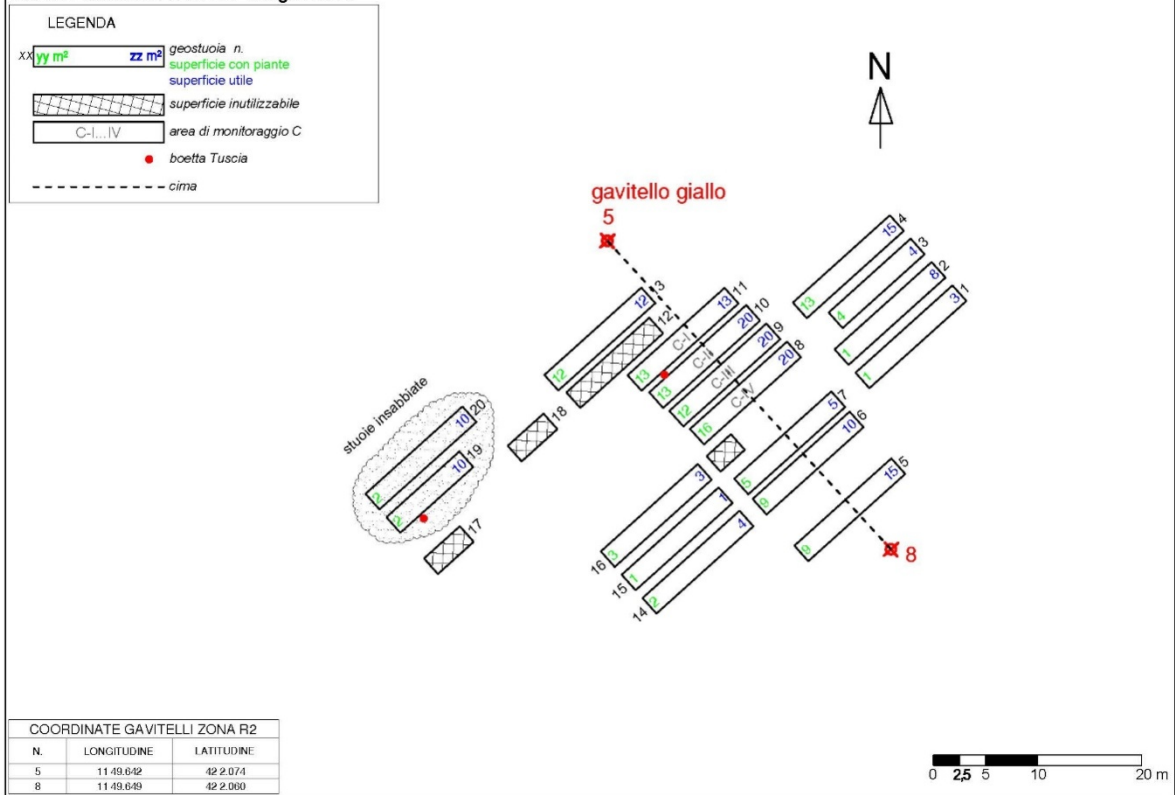
Le medesime misure sono state effettuate nelle immediate adiacenze delle zone di impianto nella prateria ricevente, su 10 fasci per ciascuna di 6 aree di controllo (Tab. 1.2).

3. Monitoraggio del quadrato permanente posizionato sulla prateria naturale (area di controllo R2-QP) mediante rilevamento video, fotografico e rilevamento dei dati di copertura e densità della pianta.

tav. 01 Planimetria area R1 , 2 luglio 2014



tav. 02 Planimetria area R2 - 3 luglio 2014



Tab. 1.1. Elenco delle stuoie interessate all'attività di monitoraggio.

| Numero Stuoia | Area di monitoraggio | Numero assegnato |
|---------------|----------------------|------------------|
| R1_1 | A | I |
| R1_2 | A | II |
| R1_3 | A | III |
| R1_4 | A | IV |
| R1_29 | B | I |
| R1_28 | B | II |
| R1_41 | B | III |
| R1_40 | B | IV |
| R2_11 | C | I |
| R2_10 | C | II |
| R2_9 | C | III |
| R2_8 | C | IV |

Tab. 1.2. Elenco delle aree di controllo e loro posizionamento.

| Area controllo | Latitudine | Longitudine |
|----------------|-------------|--------------|
| R1-C ovest | 42° 1.962'N | 11° 49.642'E |
| R1-C est | 42° 1.952'N | 11° 49.685'E |
| R1-C sud | 42° 1.935'N | 11° 49.663'E |
| R2-C Sud | 42° 2.043'N | 11° 49.650'E |
| R2-C est | 42° 2.068'N | 11° 49.677'E |
| R2-QP | 42° 2.030'N | 11° 49.614'E |

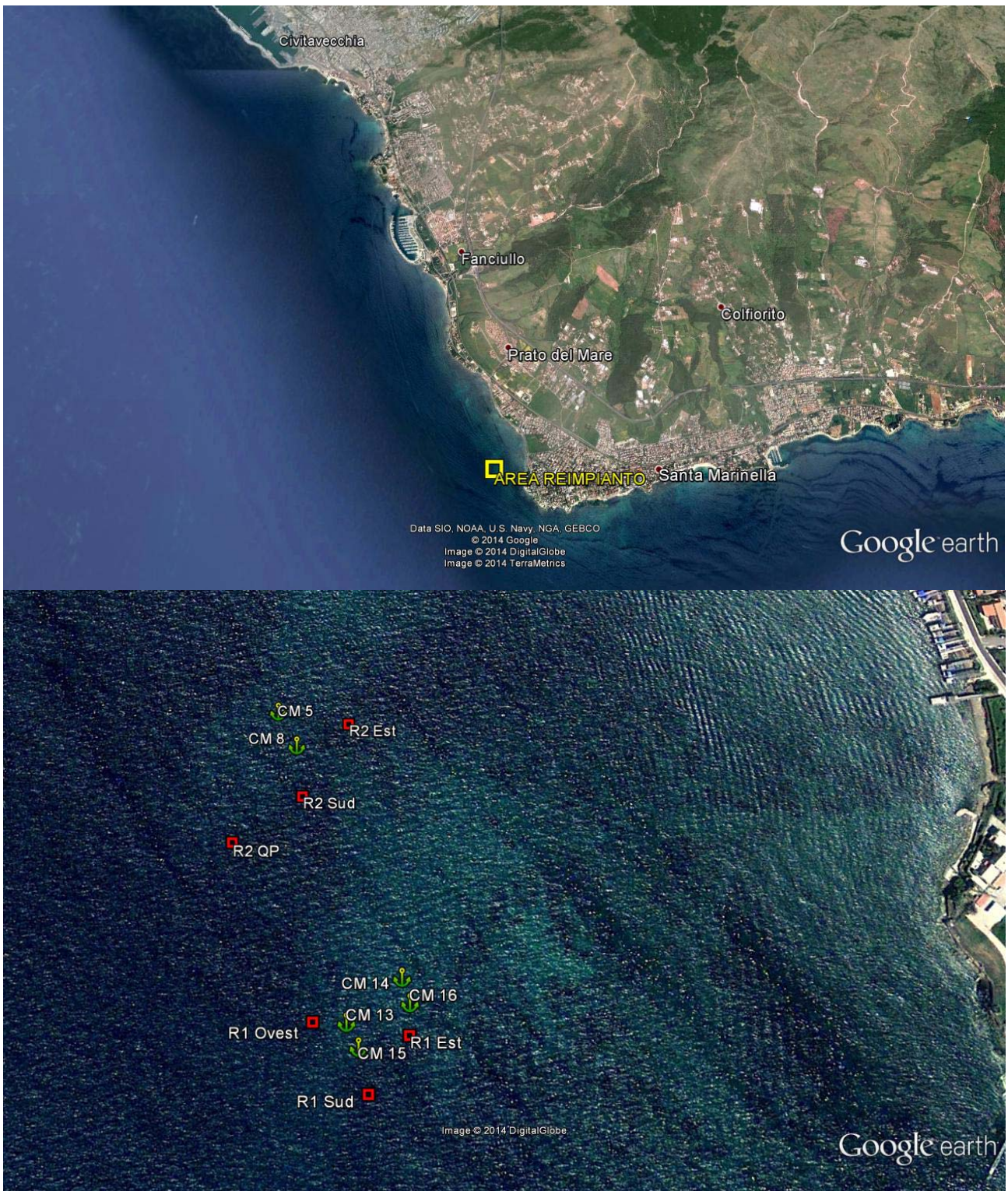


Fig. 1.1. Localizzazione dell'area di reimpianto presso Capo Linaro (Santa Marinella) e, in basso, localizzazione dei punti fissi di ormeggio (CM) che delimitano le aree di impianto R1 ed R2 e, in rosso, delle sei aree di controllo.

Monitoraggio distruttivo

Talee trapiantate

In totale sono state prelevate 15 talee scelte in modo casuale tra tutte quelle trapiantate ad esclusione di quelle presenti nelle aree di monitoraggio per non inficiare di dati relativi al campionamento *in situ*.

Sulle talee sono state rilevate in laboratorio i seguenti dati:

1. Numero medio delle foglie totali ripartito tra foglie adulte (se provvista di base), foglie intermedie (se di lunghezza maggiore di 50 mm e sprovviste di base), foglie giovanili (se di lunghezza inferiore a 50 mm)
2. Lunghezza media delle foglie (totali, adulte, intermedie e giovanili);
3. Lunghezza della base (presenza di ligula) e del lembo;
4. Larghezza media delle foglie (totali, adulte, intermedie e giovanili);
5. Lunghezza del tessuto bruno;
6. Presenza degli apici erosi (coefficiente "A").
7. Superficie fogliare
8. Calcolo della percentuale di radicazione
9. Calcolo della percentuale di ramificazione

Prateria naturale

All'interno della prateria naturale sono state indagate 6 stazioni di controllo corrispondenti alle "aree di controllo" della prateria naturale precedentemente descritte (Tab.1.2 e Fig. 1.1). È stato applicato il protocollo di campionamento raccomandato da ISPRA ed adottato nei piani di monitoraggio delle ARPA regionali. Secondo questo protocollo in ciascuna stazione sono state individuate 3 aree di campionamento (400 m² circa ciascuna, distanziate di almeno 10 m tra loro) in ciascuna delle quali sono state effettuate:

- 3 repliche per le misure di densità,
- 6 repliche per i prelievi di fasci ortotropi (Figura 1.2).

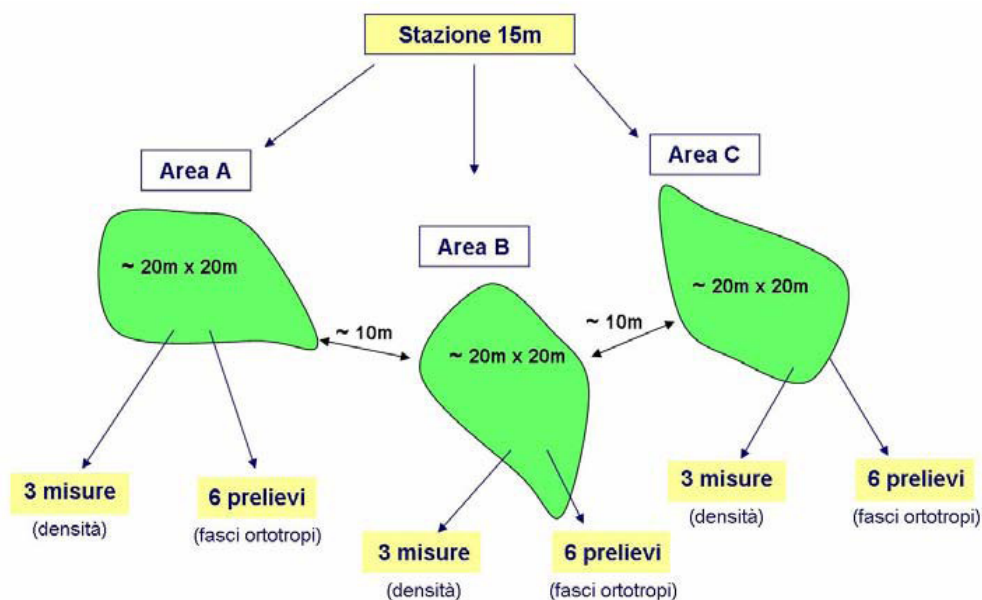


Figura 1.2. Strategia di campionamento gerarchica, richiesta per il monitoraggio di *P. oceanica* sulla stazione a 15m (Fonte ISPRA).

Per ciascuna delle 3 aree, oltre alle misure ed i prelievi di cui sopra, sono state effettuate stime a scala di stazione relative a: ricoprimento della *P. oceanica*, tipo di substrato, continuità della prateria, percentuale di matite morta, di macroalghe aliene, di *Cymodocea nodosa* (Ucria) Ascherson.

La valutazione quali-quantitativa della prateria di *P. oceanica* è articolata nei seguenti punti:

- Studio *in situ* (macro-ripartizione) dei fascicoli fogliari all'interno della prateria (densità);
- Studio biometrico in laboratorio dei fascicoli fogliari (micro-ripartizione).

La stima della densità è stata effettuata mediante conta dei fasci fogliari in quadrati di 40 cm di lato, i risultati sono poi stati riportati al metro quadro. La stima della densità consentirà di classificare la prateria, in accordo alle metodologie di campionamento del benthos marino mediterraneo riportato sullo specifico Manuale stampato a cura della Società Italiana di Biologia Marina, APAT e ICRAM.

Sulle strutture fogliari saranno rilevate in laboratorio i seguenti dati:

1. Numero medio delle foglie totali ripartito tra foglie adulte (se provvista di base), foglie intermedie (se di lunghezza maggiore di 50 mm e sprovviste di base), foglie giovanili (se di lunghezza inferiore a 50 mm)
2. Lunghezza media delle foglie (totali, adulte, intermedie e giovanili);
3. Lunghezza della base (presenza di ligula) e del lembo;
4. Larghezza media delle foglie (totali, adulte, intermedie e giovanili);
5. Lunghezza del tessuto bruno;
6. Presenza degli apici erosi (coefficiente "A").
7. Superficie fogliare
8. L.A.I., Indice di Area Fogliare

Inoltre, al fine di uniformarsi alle normative vigenti (MATTM, 2010) è stato elaborato l'indice PREI (Posidonia Rapid Easy Index).

Il PREI è un indice multimetrico basato su statistica univariata. Tiene conto di cinque differenti descrittori della prateria: densità (fasci m^{-2}); superficie fogliare per fascio (cm^2 fascio $^{-1}$); rapporto tra biomassa degli epifiti (mg fascio $^{-1}$) e biomassa fogliare del fascio (mg fascio $^{-1}$); profondità del limite inferiore e tipologia del limite. La densità della prateria, la superficie fogliare per fascio e il rapporto tra la biomassa degli epifiti e la biomassa fogliare vengono valutati alla profondità standard di 15 m. Qualora la distribuzione della prateria non consenta il campionamento alla profondità standard, può essere individuata, motivandone la scelta, una profondità idonea al caso specifico. In effetti, nel caso oggetto della presente relazione, i vari descrittori si riferiscono ad una profondità media di 8 metri. La motivazione della scelta è che la prateria, a causa della particolare conformazione del fondo, raggiunge i 15 metri di profondità molto distante dall'area interessata dal reimpianto e attraversando un lungo tratto di fondo (tra i 10 ed i 15 metri) in cui la prateria è prevalentemente insediata su roccia, substrato non idoneo al campionamento ai fini PREI.

Va sottolineato che l'indice PREI fornisce informazioni sullo "stato ecologico" del corpidrico e l'appartenenza di esso a una di 5 categorie convenzionali che definiscono uno "stato elevato", "stato buono", "stato sufficiente", "stato scarso" o "stato cattivo" in base alla deviazione misure rilevate dalle condizioni di riferimento (Environmental Quality Ratio, EQR). Le categorie di stato sono anche definite da una scala colorimetrica standardizzata che viene di seguito riportata:

| | |
|-------------|--|
| Elevato |  |
| Buono |  |
| Sufficiente |  |
| Scarso |  |
| Cattivo |  |

La modalità di calcolo dell'indice PREI prevede l'applicazione della seguente equazione:

$$RQE = (RQE' + 0,11) / (1 + 0,10)$$

dove

$$RQE' = \frac{N_{densità} + N_{superficie\ fogliare\ per\ fascio} + N_{biomassa\ epifiti/biomassa\ fogliare} + N_{limite\ inferiore}}{3,5}$$

3,5

$N_{densità}$ = valore misurato - 0 / valore di riferimento - 0, in cui 0 viene considerato il valore di densità indicativo di pessime condizioni .

$N_{superficie\ fogliare\ fascio}$ = valore misurato - 0 / valore di riferimento - 0, in cui 0 viene considerato il valore di superficie fogliare fascio indicativo di pessime condizioni .

$N_{biomassa\ epifiti/biomassa\ fogliare}$ = [1 - (biomassa epifiti/biomassa fogliare)] * 0,5.

$N_{limite\ inferiore}$ = (N' - 12) / (valore di riferimento profondità - 12), in cui 12 m viene considerata la profondità minima del limite inferiore indicativa di pessime condizioni. N' = profondità limite inferiore misurata + λ , dove λ = 0 (limite inferiore stabile), λ = 3 (limite inferiore progressivo), λ = -3 (limite inferiore regressivo).

Il valore del PREI varia tra 0 ed 1 e corrisponde al Rapporto di Qualità Ecologica (RQE).

Il risultato finale dell'applicazione dell'Indice PREI non fornisce un valore assoluto, ma il rapporto di qualità ecologica (RQE).

2. Risultati

Copertura (conta delle talee residue)

Nell'area di impianto denominata R1 sono stati rilevati 594 m² di stuoie e le patches di piante vitali occupano 459 m² pari al 77% della superficie attualmente disponibile (Tab.2.1). In R2, invece, vi sono 163 m² di stuoie e le patches di piante vitali occupano 111 m² pari al 68% della superficie attualmente disponibile (Tab. 2.2).

Tab. 2.1. Superfici utili e patches vegetate per ciascuna delle stuoie *in situ* in R1 a tutto ottobre 2014.

| STUOIE R1 | N° | Patches vegetate | Mq Disponibili | Aree monitoraggio |
|--------------|---------------|------------------|----------------|---------------------------------------|
| 1 | 1 | 22 | 24 | A1 |
| 2 | 2 | 18 | 23 | A2 |
| 3 | 3 | 20 | 21 | A3 |
| 4 | 4 | 20 | 22 | A4 |
| 5 | 5 | 15 | 17 | |
| 6 | 6 | 4 | 6 | |
| 7 | 7 | 15 | 20 | |
| 8 | 8 | 10 | 17 | |
| 9 | 9 | 6 | 10 | |
| 10 | 10 | 14 | 18 | |
| 11 | 11 | 18 | 22 | |
| 12 | 12 | 17 | 22 | Tuscia |
| 13 | 13 | 15 | 21 | |
| 14 | 14 | 12 | 15 | |
| 15 | 15 | 16 | 20 | |
| 16 | 16 | 14 | 16 | |
| 17 | 17 | 16 | 21 | |
| 18 | 18 | 21 | 24 | Tuscia |
| 19 | 19 | 20 | 22 | Tuscia |
| 20 | 20 | 2 | 4 | Tuscia |
| 21 | 21 | 7 | 16 | |
| 22 | 25 | 19 | 20 | Tuscia |
| 23 | 26 | 15 | 22 | |
| 24 | 27 | 15 | 20 | |
| 25 | 28 | 12 | 16 | B2 |
| 26 | 29 | 9 | 10 | B1 |
| 27 | 30 | 13 | 20 | Tuscia |
| 28 | 31 | 8 | 10 | |
| 29 | 32 | 2 | 2 | |
| 30 | 33 | 10 | 15 | |
| 31 | 36 | 5 | 5 | |
| 32 | 37 | 7 | 8 | |
| 33 | 38 | 3 | 4 | |
| 34 | 39 | 14 | 18 | |
| 35 | 40 | 10 | 18 | B4 |
| 36 | 41 | 9 | 11 | B3 |
| 37 | 42 | 3 | 4 | |
| 38 | 43 | 3 | 10 | |
| Somma | mq tot | 459 | 594 | Patches/Mq utili 77% |

Tab. 2.2. Superfici utili e patches vegetate per ciascuna delle stuoie *in situ* in R2 a tutto ottobre 2014.

| STUOIE R2 | N° | Patches vegetate | Mq Disponibili | Aree monitoraggio |
|--------------|---------------|------------------|----------------|---------------------------------------|
| 1 | 1 | 1 | 2 | |
| 2 | 2 | 1 | 7 | |
| 3 | 3 | 3 | 4 | |
| 4 | 4 | 13 | 15 | |
| 5 | 5 | 9 | 15 | |
| 6 | 6 | 9 | 10 | |
| 7 | 7 | 5 | 5 | |
| 8 | 8 | 13 | 14 | C4 + Tuscia |
| 9 | 9 | 12 | 18 | C3 + Tuscia |
| 10 | 10 | 12 | 20 | C2 + Tuscia |
| 11 | 11 | 10 | 13 | C1 + Tuscia |
| 12 | 12 | 4 | 4 | |
| 13 | 13 | 10 | 11 | |
| 14 | 14 | 2 | 4 | |
| 15 | 15 | 1 | 1 | |
| 16 | 16 | 2 | 2 | |
| 17 | 19 | 2 | 8 | |
| 18 | 20 | 2 | 10 | |
| Somma | mq tot | 111 | 163 | Patches/Mq utili 68% |

Complessivamente, al 30 di ottobre 2014, le stuoie presenti *in situ* sono 56 (38 in R1 e 18 in R2); su tali stuoie la superficie utile disponibile è pari a 757 m² (R1+R2) e le superfici vegetate, anche da una sola talea, o patches occupano una superficie di 570 m²(R1+R2) pari al 75% della superficie attualmente disponibile (Tab. 2.3).

Tab. 2.3. Superfici utili e patches vegetate nelle 2 aree di impianto a tutto ottobre 2014.

| Area | Patches | Sup. stuoie | % di Sup. vegetata |
|---------|---------|-------------|--------------------|
| R1 | 459 | 594 | 77% |
| R2 | 111 | 163 | 68% |
| R1 + R2 | 570 | 757 | 75% |

Mediamente in R1 il numero di patches vegetate per stuoia sono $12,08 \pm 5,92$ (media \pm Dev. Std.), mentre in R2 sono $6,17 \pm 4,68$ (media \pm Dev. Std.). La media complessiva in R1 + R2 è pari a $10,18 \pm 6,17$ (media \pm Dev. Std.). Tutti i valori ottenuti sono simili a quelli ottenuti nel monitoraggio di maggio-luglio 2014 (Tab. 2.4).

Tab. 2.4. N° medio di patches vegetate per stuoia nei 2 campi e nelle due date di campionamento 2014.

| | N° patches R1 | N° patches R2 | N° patches R1 + R2 |
|--------------|---------------|---------------|--------------------|
| Luglio 2014 | 12,87 | 6,78 | 10,91 |
| Ottobre 2014 | 12,08 | 6,17 | 10,18 |

Densità

In riferimento alla densità della pianta, intesa come n. di fasci/patch vegetata equivalente al n. di fasci/m², nel monitoraggio di cui si riferisce in queste pagine sono stati rilevati valori comparabili o leggermente maggiori (in R1-B ed R2-C) a quelli rilevati a maggio/luglio 2014.

Nel dettaglio sono stati ottenuti valori compresi tra un massimo di $14,93 \pm 2,73$ fasci/m² (media \pm Dev. Std.) nell'area di monitoraggio R1-B ed un minimo di $9,3 \pm 1,86$ fasci/m² (media \pm Dev. Std.) nell'area di monitoraggio R2-C, con una media complessiva per le tre aree di monitoraggio di $12,86 \pm 3,10$ fasci/m² (media \pm Dev. Std.).

Tab. 2.4. Valori di densità della pianta nelle 3 aree di monitoraggio.

| Densità fasci/patch | | | | | |
|----------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| R1-A | | | | | |
| N. stuoia | 1 | 2 | 3 | 4 | Totale |
| ID Monit | a1 | a2 | a3 | a4 | a1-a4 |
| 1 | 3 | 7 | 7 | | 22 |
| 2 | 1 | 8 | 15 | | 26 |
| 3 | 15 | 18 | 9 | | 30 |
| 4 | 13 | 11 | 14 | | 36 |
| 5 | 7 | 9 | 12 | | 27 |
| 6 | 8 | 17 | 4 | | 18 |
| 7 | 12 | 10 | 6 | | 24 |
| 8 | 20 | 13 | 9 | | 25 |
| 9 | 16 | 9 | 18 | | 13 |
| 10 | 18 | 15 | 13 | | 16 |
| Media | 11,3 | 11,7 | 10,7 | 23,7 | 14,35 |
| Dev.std | 6,36046819 | 3,86005181 | 4,42342251 | 6,81583124 | 6,24686588 |
| R1-B | | | | | |
| N. stuoia | 29 | 28 | 41 | 40 | Totale |
| ID Monit | b1 | b2 | b3 | b4 | b1-b4 |
| 1 | 15 | 14 | 13 | | 18 |
| 2 | 12 | 12 | 5 | | 22 |
| 3 | 12 | 27 | 12 | | 11 |
| 4 | 17 | 6 | 19 | | 23 |
| 5 | 16 | 4 | 26 | | 33 |
| 6 | 8 | 21 | 14 | | 10 |
| 7 | 10 | 2 | 14 | | 22 |
| 8 | 10 | 2 | 22 | | 18 |
| 9 | 14 | 13 | | | 13 |
| 10 | 12 | 29 | | | 15 |
| Media | 12,6 | 13 | 15,625 | 18,5 | 14,93125 |
| Dev.std | 2,87518115 | 9,94428926 | 6,52330985 | 6,88395881 | 2,73140493 |
| R2-C | | | | | |
| N. stuoia | 11 | 10 | 9 | 8 | Totale |
| ID Monit | c1 | c2 | c3 | c4 | c1-c4 |
| 1 | 11 | 7 | 6 | | 4 |
| 2 | 18 | 10 | 3 | | 11 |
| 3 | 2 | 6 | 3 | | 8 |
| 4 | 21 | 8 | 3 | | 7 |
| 5 | 23 | 16 | 6 | | 12 |
| 6 | 16 | 14 | 8 | | 3 |
| 7 | 3 | 12 | 8 | | 5 |
| 8 | 7 | 5 | 20 | | 6 |
| 9 | 9 | 7 | 18 | | 8 |
| 10 | 8 | 9 | 11 | | 10 |
| Media | 11,8 | 9,4 | 8,6 | 7,4 | 9,3 |
| Dev.std | 7,34544454 | 3,59629439 | 6,07728009 | 2,98886824 | 1,85831465 |

Accrescimento fogliare

L'accrescimento delle foglie è stato rilevato mediante la marcatura delle foglie in prossimità della base e la misurazione dello spostamento, avvenuto nei 22 giorni intercorsi tra il 7 ed il 29 ottobre, del punto marcato rispetto alla base stessa. La misurazione riferita a ciascun fascio è pari alla somma dell'allungamento misurato su ciascuna delle 7 foglie che costituiscono il fascio stesso. In questo modo il totale di foglie su cui è stato calcolato l'accrescimento è pari a 7 foglie x 10 fasci = 70 foglie per ciascuna delle 3 aree di monitoraggio (210 foglie) e per ciascuna delle 6 aree di controllo (420 foglie).

Nelle tre aree di monitoraggio della prateria trapiantata i valori medi di allungamento delle foglie variano da un minimo di $7,55 \pm 3,23$ cm (media \pm Dev. Std.), pari ad un accrescimento medio di circa 3,43 mm/giorno, nell'area di monitoraggio R1-A, ad un massimo di $11,1 \pm 4$ cm (media \pm Dev. Std.), pari ad un accrescimento medio di circa 5,04 mm/giorno, nell'area di monitoraggio R1-B.

I valori di accrescimento misurati nelle aree di controllo della prateria naturale sono simili a quelli delle piante trapiantate. Infatti, vanno da un minimo di $10 \pm 2,74$ cm (media \pm Dev. Std.), pari ad un accrescimento medio di 4,54 mm/giorno, nell'area di controllo R2-Est ad un massimo di $11,9 \pm 2,13$ cm (media \pm Dev. Std.), pari ad un accrescimento medio di 5,41 mm/giorno, nell'area di controllo R1-Ovest (Tab. 2.6).

Tab. 2.5. Accrescimento delle foglie delle talee trapiantate. Le misure espresse in cm sono rappresentate suddivise per le diverse aree di monitoraggio.

| Talee trapiantate | | | | | |
|-------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| R1- Area A | | R1- Area B | | R2- Area C | |
| Fascio | Lungh | Fascio | Lungh | Fascio | Lungh |
| 1 | 11 | 1 | 8 | 1 | 10,5 |
| 2 | 3 | 2 | 9,5 | 2 | 9 |
| 3 | 11,5 | 3 | 13,5 | 3 | 7 |
| 4 | 6 | 4 | 20 | 4 | 10 |
| 5 | 6 | 5 | 6 | 5 | 11 |
| 6 | 5 | 6 | 14 | 6 | 12,5 |
| 7 | 8 | 7 | 10 | 7 | 13 |
| 8 | 9 | 8 | 8 | 8 | 6 |
| 9 | 4 | 9 | 10 | 9 | 8 |
| 10 | 12 | 10 | 12 | 10 | 12 |
| media | 7,55 | media | 11,1 | media | 9,9 |
| dev.std | 3,235652 | dev.std | 4,005552 | dev.std | 2,366432 |

Tab. 2.6. Accrescimento delle foglie nella prateria naturale. Le misure espresse in cm sono rappresentate suddivise per le diverse aree di controllo.

| R1 Prateria Naturale | | | | | |
|-----------------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|-----------------|
| R1- Ovest | | R1- Est | | R1- Sud | |
| Fascio | Lungh | Fascio | Lungh | Fascio | Lungh |
| 1 | 12,5 | 1 | 10 | 1 | 9,5 |
| 2 | 9,5 | 2 | 9 | 2 | 8 |
| 3 | 13 | 3 | 14 | 3 | 8 |
| 4 | 15 | 4 | 9,5 | 4 | 8 |
| 5 | 9,5 | 5 | 8 | 5 | 12 |
| 6 | 12 | 6 | 6 | 6 | 12,5 |
| 7 | 11,5 | 7 | 12 | 7 | 13 |
| 8 | 9 | 8 | 14 | 8 | 9 |
| 9 | 15 | 9 | 11,5 | 9 | 12 |
| 10 | 12 | 10 | 12 | 10 | 12 |
| media | 11,9 | media | 10,6 | media | 10,4 |
| dev.std | 2,13177 | dev.std | 2,579836 | dev.std | 2,078995 |
| R2 Prateria Naturale | | | | | |
| R2- Est | | R2- Sud | | R2- QP | |
| Fascio | Lungh | Fascio | Lungh | Fascio | Lungh |
| 1 | 7 | 1 | 12 | 1 | 14 |
| 2 | 8,5 | 2 | 9,5 | 2 | 8 |
| 3 | 7 | 3 | 11 | 3 | 8,5 |
| 4 | 8 | 4 | 10,5 | 4 | 9 |
| 5 | 9 | 5 | 10 | 5 | 9,5 |
| 6 | 9 | 6 | 10 | 6 | 10 |
| 7 | 11 | 7 | 11 | 7 | 15 |
| 8 | 12,5 | 8 | 12 | 8 | 2 |
| 9 | 15 | 9 | 13 | 9 | 12 |
| 10 | 13 | 10 | 13 | 10 | 13 |
| media | 10 | media | 11,2 | media | 10,1 |
| dev.std | 2,738613 | dev.std | 1,251666 | dev.std | 3,732738 |

Fenologia ed epifitismo

Durante le indagini eseguite ad ottobre 2014, le talee trapiantate hanno fornito delle indicazioni che testimoniano una eccellente vitalità, esse appaiono infatti ramificate e sempre ben radicate.

Tutte le foglie più lunghe sono risultate essere foglie adulte; su 75 di esse, scelte casualmente in ciascuna delle 3 aree di monitoraggio (= 225 foglie), sono state eseguite le misure per l'acquisizione di informazioni su fenologia ed epifitismo.

La lunghezza delle foglie è piuttosto uniforme nelle tre aree di monitoraggio con valori che si assestano tra $23,32 \pm 4,46$ cm (media \pm Dev. Std.) nell'area R1-A e $23,8 \pm 5,2$ cm (media \pm Dev. Std.) nell'area R2-C. La larghezza delle foglie varia tra $0,81 \pm 0,1$ cm (media \pm Dev. Std.) nell'area R1-B e $0,83 \pm 0,12$ cm (media \pm Dev. Std.) nell'area R2-C. Infine, la porzione di tessuto bruno delle foglie appare compatibile con la stagione di campionamento, occupa porzioni consistenti delle foglie e va da un minimo osservato in R1-A di $6,97 \pm 6,64$ cm (media \pm Dev. Std.) ad un massimo di $12,05 \pm 7,5$ cm (media \pm Dev. Std.) misurato in R1-B (Fig. 2.1).

Le foglie appaiono epifitate per porzioni che arrivano al massimo al 64% della lunghezza totale del lembo; gli apici rotti sono presenti nel 53% delle foglie più lunghe nell'area R1-A, nel 43% delle foglie in R1-B e solo nel 23% delle foglie in R2-C, probabilmente perché quest'ultima area si trova ad una profondità leggermente maggiore rispetto alle altre due e risente meno dell'azione del moto ondoso (Fig. 2.2).

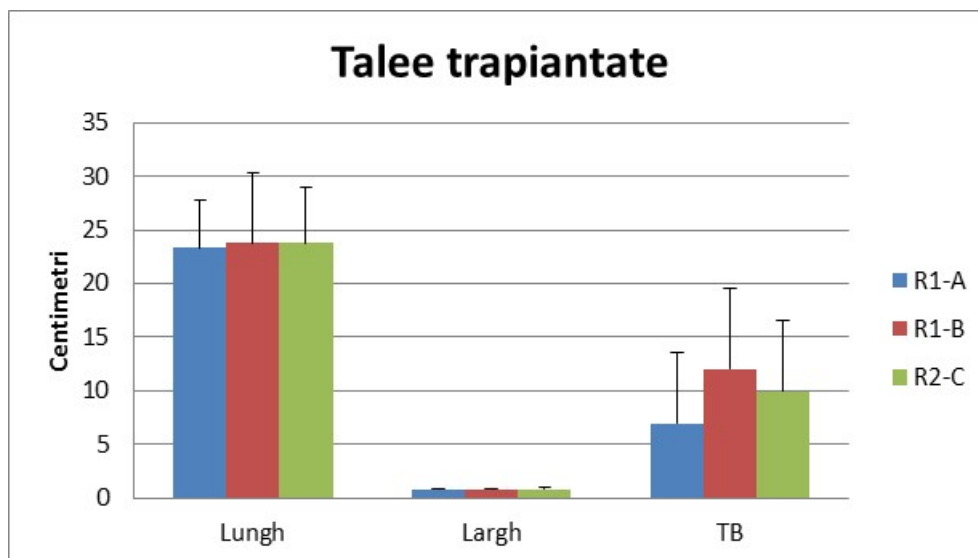


Fig. 2.1. Dati fenologici rilevati sulle talee trapiantate nelle 3 aree di monitoraggio.

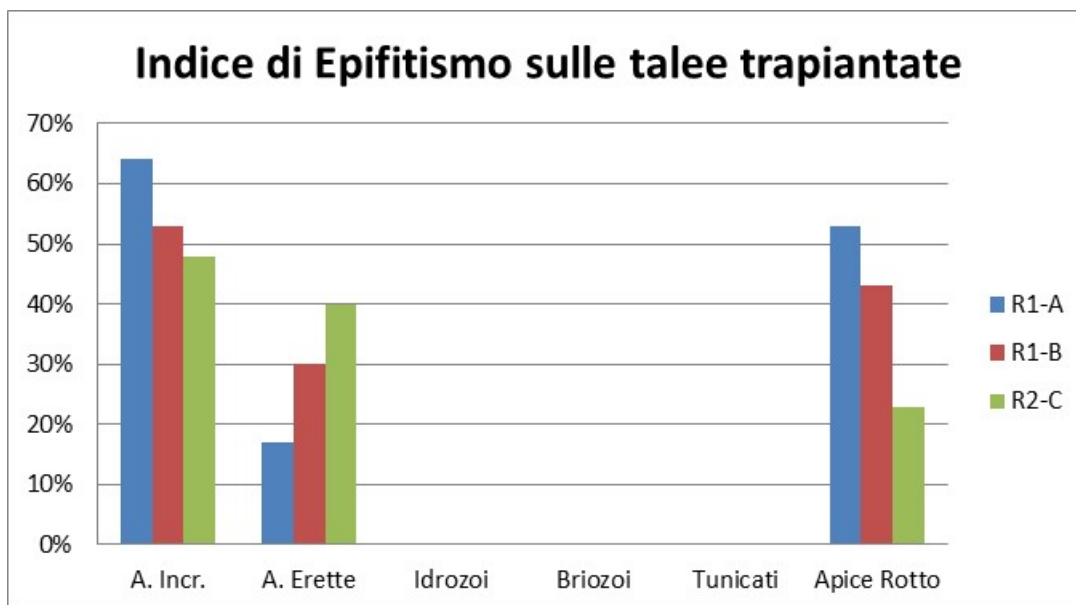


Fig. 2.2. Percentuale di apici rotti ed Indice di Epifitismo espresso come percentuale di lembo delle foglie occupato dagli epifiti suddivisi in epifiti vegetali (alge Incrostanti ed alge erette) ed animali (Idrozoi, Briozoi e Tunicati) nelle tre aree di monitoraggio individuate per le talee trapiantate.

Per quanto riguarda la prateria naturale, i valori dei parametri fenologici presi in considerazione sono risultati compatibili con le condizioni medie tipiche della specie riferite alla stagione e l'area geografica di campionamento.

La lunghezza delle foglie è piuttosto uniforme nelle sei aree di controllo con valori che vanno da un minimo di $73,6 \pm 10,33$ cm (media \pm Dev. Std.) in R1-Sud ad un massimo di $77,2 \pm 19,17$ cm (media \pm Dev. Std.) in R1-Ovest. La larghezza delle foglie è mediamente di poco inferiore al cm variando tra un minimo di 0,96 cm ed un massimo di 0,99 cm; la lunghezza del tessuto bruno appare estremamente variabile, i valori medi vanno da un minimo di $6,2 \pm 7,15$ cm (media \pm Dev. Std.) in R1-Est ad un massimo di $15,5 \pm 16,65$ in R1-Sud (Fig. 2.3).

Le foglie sono epifitate per porzioni di lembo che arrivano al massimo al 27% della lunghezza totale del lembo (R1-Est) e la percentuale di apici rotti è consistente variando da un minimo pari al 20% in R1-Est ad un massimo del 60% in R1-Ovest (Fig. 2.4).

Tali valori generalmente tendono a crescere nel corso dell'estate fino a raggiungere il massimo a fine agosto/settembre prima che le mareggiate autunnali rimuovano le foglie più lunghe dai fasci per lasciare spazio nuovamente alle foglie giovani più sane e scarsamente epifitate. Dalle osservazioni effettuate sembrerebbe che, alla data di campionamento a cui ci riferiamo, il processo descritto non si sia ancora del tutto compiuto, infatti, le foglie appaiono di poco più corte rispetto a luglio 2014, ma con una porzione epifitata minore probabilmente per la perdita delle parti apicali delle foglie testimoniata dall'elevato numero di apici rotti.

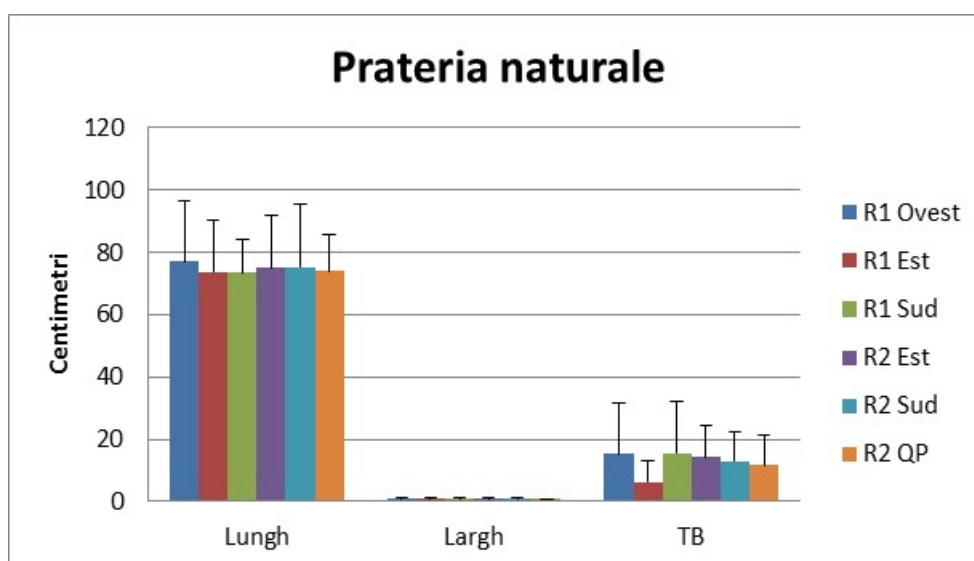


Fig. 2.3. Dati fenologici rilevati sulle foglie più lunghe nelle 6 aree di controllo della prateria naturale.

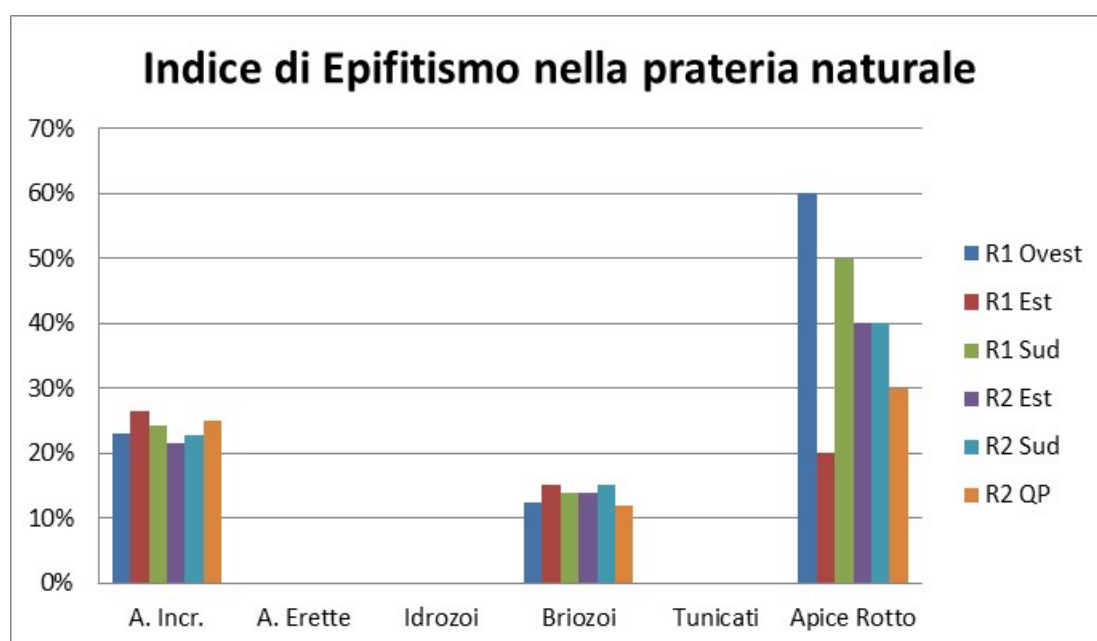


Fig. 2.4. Percentuale di apici rotti ed Indice di Epifitismo espresso come percentuale di lembo delle foglie occupato dagli epifiti suddivisi in epifiti vegetali (alge Incrostanti ed alge erette) ed animali (Idrozoi, Briozoi e Tunicati) nelle sei aree di controllo individuate per la prateria naturale.

3. Conclusioni

Sulla base di quanto osservato e descritto nei capitoli precedenti in relazione alle condizioni delle aree di trapianto di *Posidonia oceanica* denominate R1 ed R2 localizzate nei pressi di Capo Linaro nel Comune di S. Marinella (Roma), possiamo concludere quanto segue:

Alla data del monitoraggio conclusosi il 30/10/2014, circa 757 m² di stuoie sono ancora presenti nelle 2 aree di trapianto. Sulle 56 stuoie residue sono state osservate complessivamente tra R1 ed R2, 570 m² occupati da piante vitali. Mediamente in R1 il numero di patches vegetate per stuoia sono circa 12, mentre in R2 sono circa 6. La media complessiva in R1 + R2 è pari a circa 10 patches/stuoia, valore simile a quanto rilevato nel monitoraggio di maggio-luglio 2014.

Nella prateria naturale i valori dei parametri fenologici presi in considerazione sono comparabili alle condizioni medie tipiche della specie riferite alla stagione e l'area geografica di campionamento. Le piante trapiantate mostrano invece foglie sensibilmente più corte e più strette, ma tale andamento non preoccupa in quanto il tasso di accrescimento delle foglie trapiantate appare congruo con le potenzialità della specie e simile a quello osservato, nello stesso periodo, per la prateria naturale.

Riguardo l'indice di epifitismo, le piante trapiantate appaiono sensibilmente più epifitate rispetto a quelle della prateria naturale, probabilmente la causa di ciò va ricercata nella loro minore lunghezza che le rende più difficili da staccare e più resistenti all'idrodinamismo. Un riscontro indiretto dell'assenza di eventi meteorologici tali da incidere sui normali processi di distacco delle foglie più vecchie si può trovare anche nella scarsa differenza osservata tra luglio e ottobre 2014 nella lunghezza delle foglie della prateria naturale.

Dal monitoraggio effettuato si riscontra una certa difficoltà delle piante nel colonizzare nuove aree, tuttavia le stesse piante dimostrano nei parametri fenologici e di accrescimento fogliare un'ottima vitalità. Va sottolineato che il controllo effettuato attraverso il quadrato permanente (vedere capitolo dedicato a parte) dimostra che gli andamenti di copertura e densità delle piante riscontrati nella prateria naturale e in quella trapiantata sono analoghi. Infatti, in entrambi i casi, è stata riscontrata la stessa difficoltà nella colonizzazione di nuove superfici da parte di piante che dimostrano comunque una vitalità ottimale.

Tutto questo suggerisce che, come già affermato in riferimento al monitoraggio di maggio/luglio 2014, ci troviamo ancora di fronte ad una fase di stabilizzazione dell'intero sistema sia naturale che trapiantato.

Per tutto quanto sopra esposto si conferma che, in assenza di eventi eccezionali e/o ulteriori rimozioni accidentali a causa di ancoraggi e/o attrezzi da pesca, l'impianto soprattutto in R1 possa andare avanti continuando a produrre nuove piante che andrebbero negli anni futuri ad incrementare la densità media e la stabilità dei supporti.

Presenza di specie aliene nelle aree di trapianto

Sebbene esuli dagli obiettivi del monitoraggio del trapianto di *Posidonia oceanica* di cui trattiamo in questa relazione, appare opportuno segnalare che nel corso delle ricognizioni subacquee effettuate è stata rilevata l'abbondante presenza di *Caulerpa cylindracea*.

Fino a poco tempo fa si parlava di *Caulerpa racemosa*, un'alga verde di origine indo-pacifica considerata un migrante "lessepsiano", la specie fu segnalata lungo le coste del bacino orientale del Mediterraneo già a partire dal 1926. Recentemente si ritenne di dover distinguere almeno tre diverse varietà di questa specie presenti nel Mediterraneo. Quella dal carattere più invasivo, la *Caulerpa racemosa* var. *Cylindracea*, è stata successivamente riconosciuta come una specie a se stante: la *Caulerpa cylindracea*.

C. cylindracea è una specie originaria dell'Australia meridionale introdotta in Mediterraneo probabilmente attraverso il traffico marittimo o l'acquariologia, è caratterizzata dalla parte eretta costituita da piccole vescicole tondeggianti che si dipartono da un asse longitudinale centrale. Può accrescersi indifferentemente sia su roccia che su matite morta di *Posidonia* che sui fondi sabbiosi fino ad oltre 70 metri di profondità. Una volta colonizzato il fondo, l'alga può arrivare a ricoprire tutto costituendo con gli stoloni un reticolo verde impenetrabile che può portare alla morte gli organismi sottostanti. La stagionalità dell'alga, che si accresce in particolar modo nei mesi caldi, permette ai popolamenti mediterranei pre-esistenti di non scomparire completamente grazie alla possibilità di continuare a svilupparsi quando *Caulerpa cylindracea* ha uno sviluppo

vegetativo più rallentato durante i mesi invernali. Tuttavia, come per la specie affine *C. taxifolia* il perdurare dell'invasione porta a seri problemi ecologici in modo particolare legati alla scomparsa di molte specie native con conseguente diminuzione della biodiversità nelle aree colonizzate e modificazione del funzionamento delle reti trofiche.

Sebbene manchi una mappatura completa della distribuzione dell'alga, appare chiaro che *Caulerpa cylindracea* sia ormai diventata comune in tutto il Mediterraneo. La vastità delle aree ricoperte e la diversità degli habitat occupati fanno ritenere che le conseguenze negative della sua invasione non si siano ancora del tutto manifestate. Per questo motivo si rende necessario un continuo monitoraggio del fenomeno, al fine di mitigarne gli effetti negativi e valutare eventuali segnali di un nuovo equilibrio con le specie native del Mediterraneo. Anche a livello di normativa per la tutela ambientale si è ritenuto di dover intervenire, infatti, la Marine Strategy Framework Directive (che si prefigge il raggiungimento di uno stato ambientale soddisfacente dei mari europei entro il 2020) ha incluso, fra gli altri Descrittori, la presenza di specie aliene (con la denominazione di "specie non indigene") come Descrittore 2 ed ha stabilito che: "Le specie non-indigene introdotte dalle attività umane devono essere a livelli tali da non alterare negativamente gli ecosistemi".

Allo stato attuale, per quanto riguarda *Caulerpa cylindracea* nelle aree di trapianto denominate R1 ed R2 localizzate nei pressi di Capo Linaro, si osserva che la sua distribuzione ed abbondanza risulta del tutto analoga a quanto riscontrato alla stessa profondità sui substrati naturali, soprattutto roccia, presenti nelle acque prospicienti tutta la costa che va da P.ta S. Agostino (a Nord) fino all'abitato di Santa Marinella (a Sud).

La presenza di *C. cylindracea* nelle aree di trapianto va vista dunque come parte del processo di naturalizzazione delle strutture di supporto utilizzate per fissare le talee di *Posidonia* trapiantate. Quanto ad una possibile interferenza con le potenzialità di sviluppo delle talee, allo stato attuale non è possibile fare una valutazione adeguata in quanto occorrerebbe procedere a degli studi di ecologia sperimentale disegnati ad hoc che esulano dalle possibilità operative e dalle richieste di capitolato.

Va tuttavia ribadito quanto già espresso in precedenza relativamente ai risultati del monitoraggio eseguito sulle talee di *Posidonia* trapiantate e cioè che, sebbene si riscontri una certa difficoltà delle piante nel colonizzare nuove aree, le stesse piante dimostrano nei parametri fenologici e di accrescimento fogliare un'ottima vitalità.

MONITORAGGIO OTTOBRE 2014

Stazione di controllo R2 QP: Quadrato permanente

Coordinate: 42°02.030' N; 11°49,614' E

Al fine di valutare come anche la prateria naturale risponde nel lungo termine allo stress subito a seguito degli eventi catastrofici dell'ottobre 2012, è stato posto in atto a dicembre 2013 il monitoraggio di una porzione di prateria naturale mediante un quadrato permanente di 6 metri di lato (Fig. 1 e 2). Il quadrato è stato posizionato in R2 presso l'area di controllo denominata (R2-QP) in prossimità del corpo morto n. 7.

In data 29 ottobre 2014, sul quadrato permanente è stato eseguito un rilevamento video e fotografico (Figg. 3 e 4).

In ciascuno dei 9 sub-quadrati di 2 metri di lato in cui è stato suddiviso il quadrato permanente, sono state rilevate informazioni relative alla copertura di *Posidonia oceanica* (P), Matte morta (M) e Sabbia (S) ed eseguito il conteggio del numero di fasci fogliari della pianta.

Fig. 1. Rappresentazione schematica della numerazione dei sub-quadrati e orientamento del quadrato permanente.

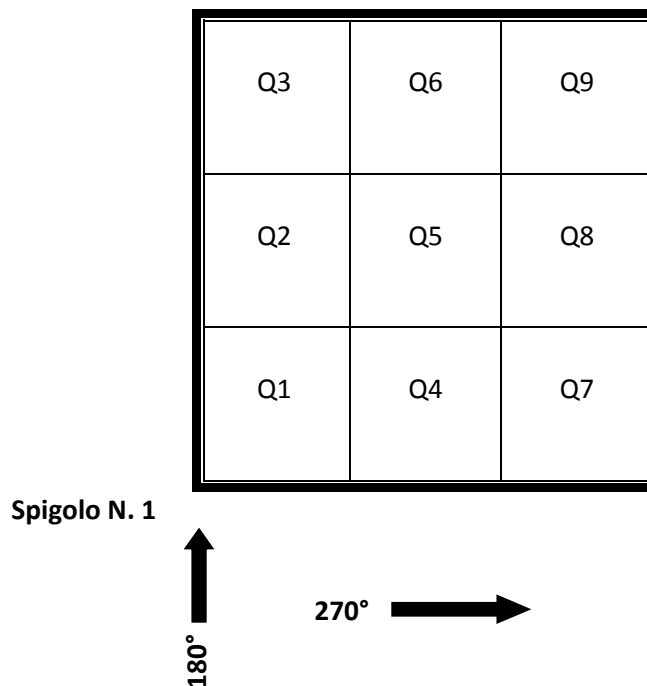


Fig. 2. Ricostruzione fotografica del quadrato permanente a dicembre 2013.

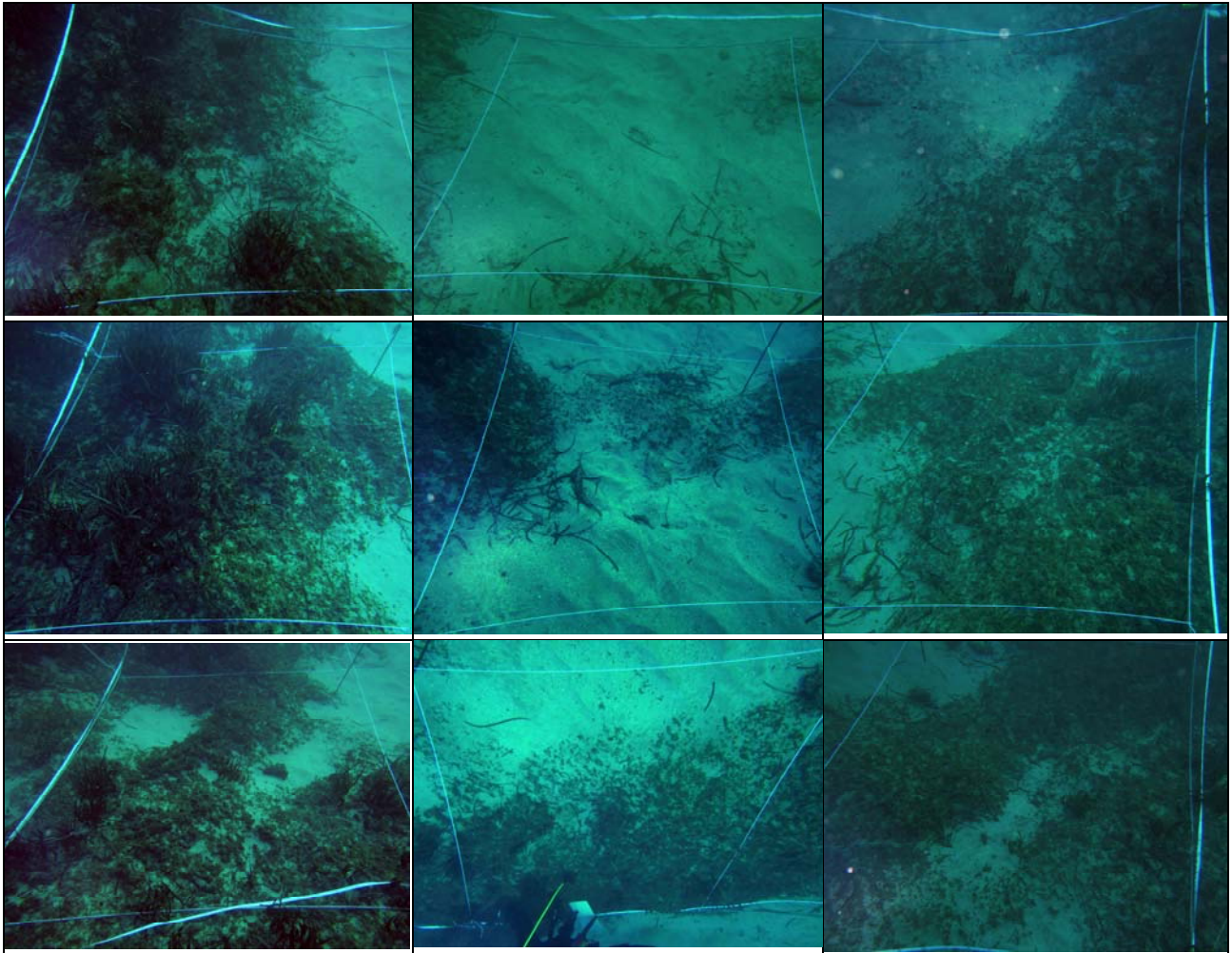


Fig. 3. Ricostruzione fotografica del quadrato permanente a luglio 2014.

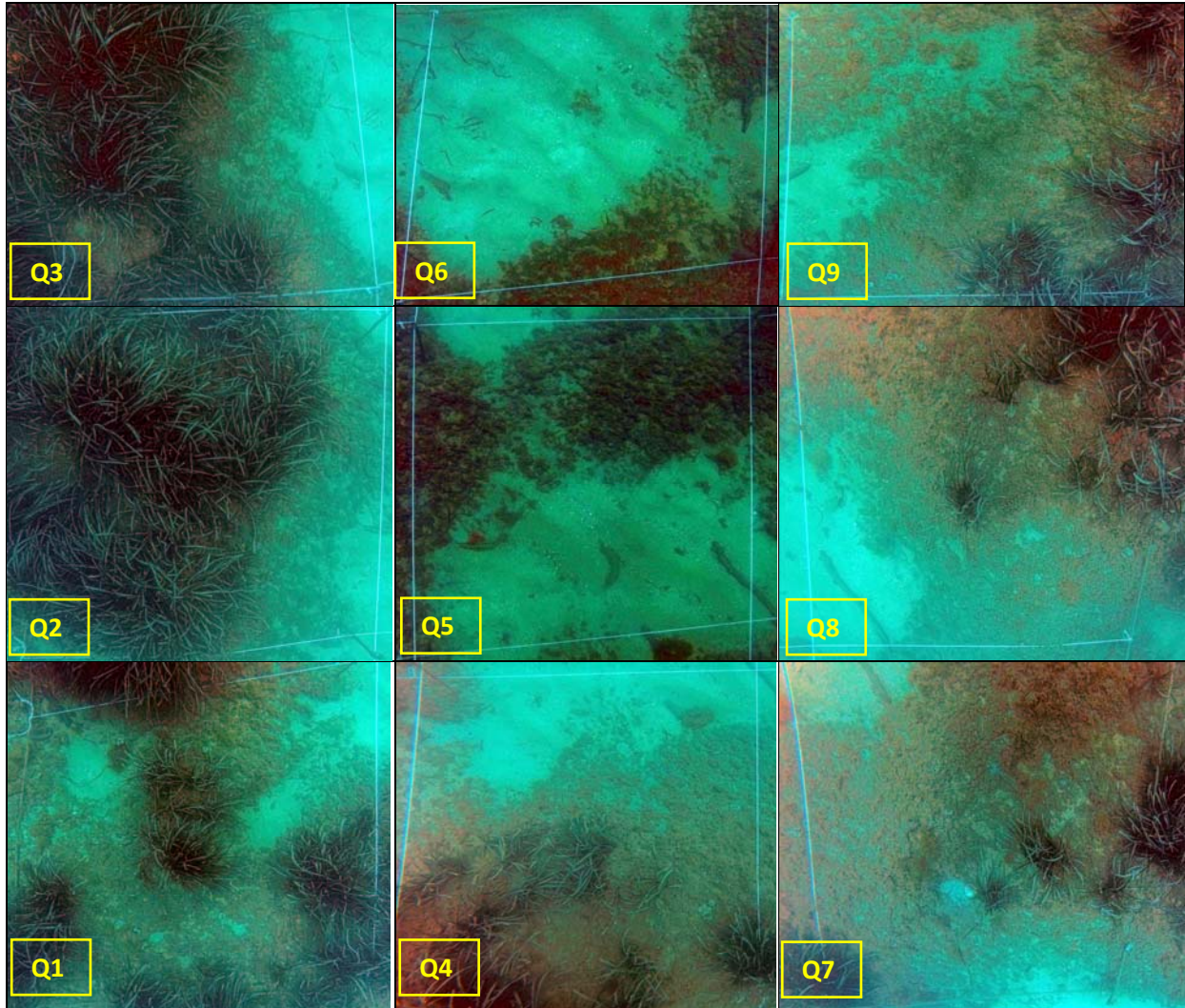
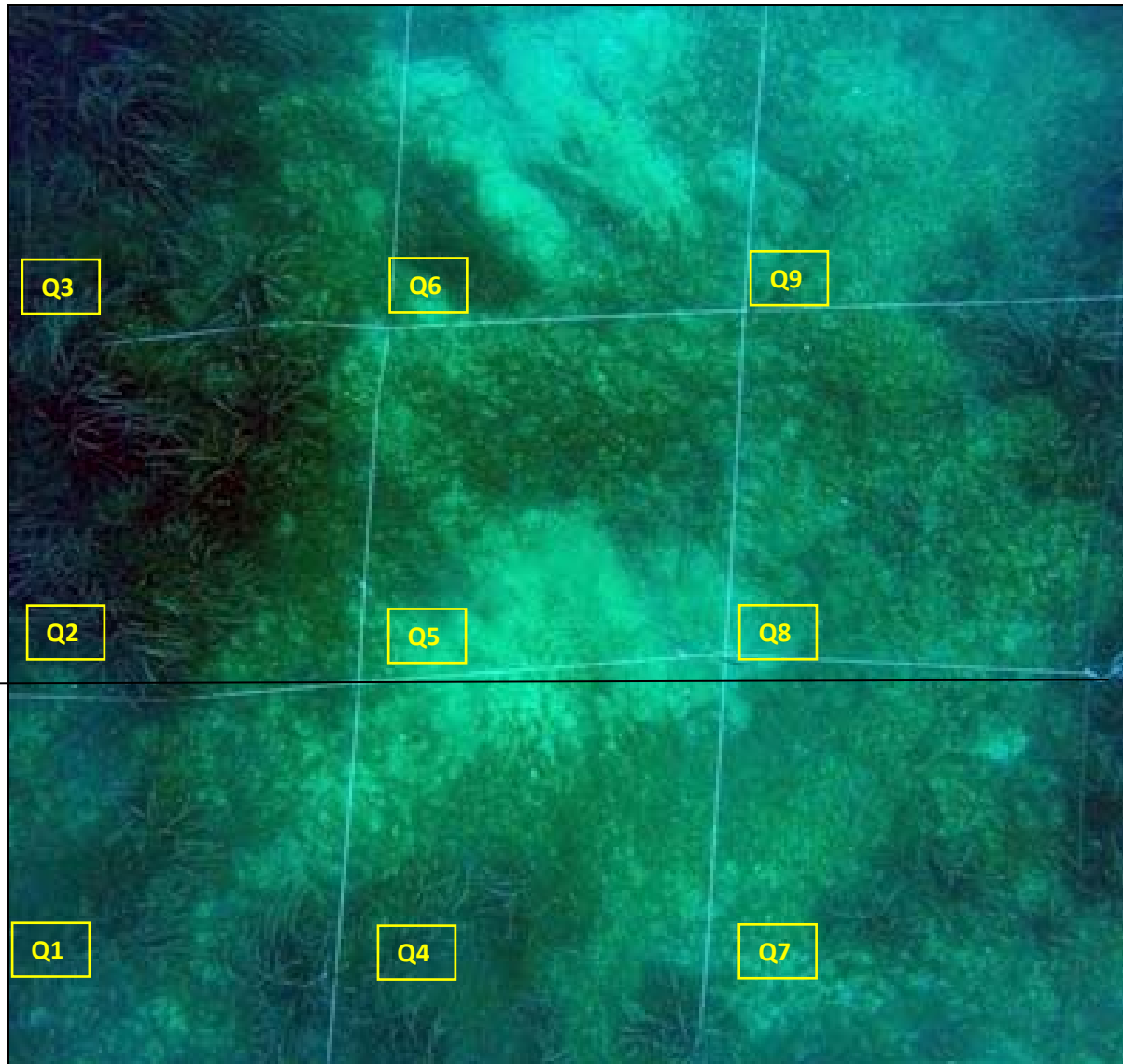


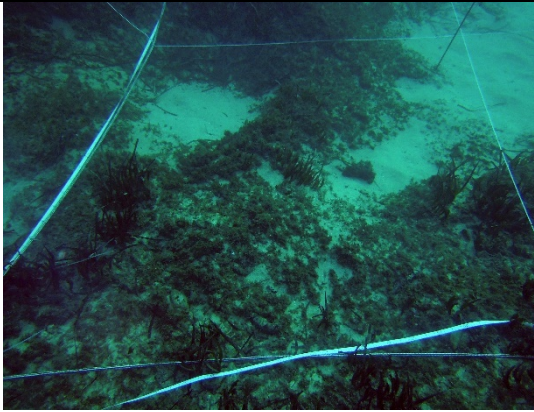
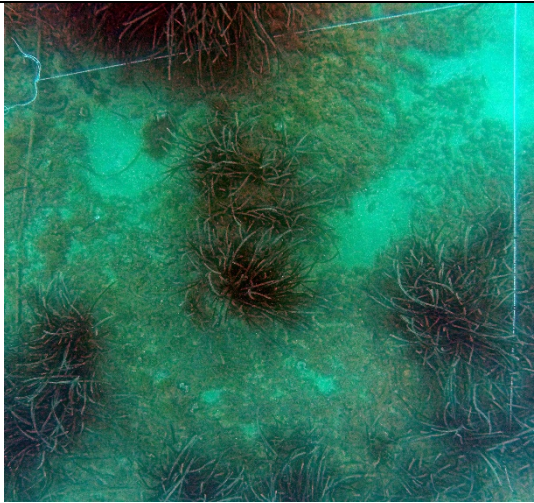

Fig. 4. Ricostruzione fotografica del quadrato permanente a ottobre 2014.


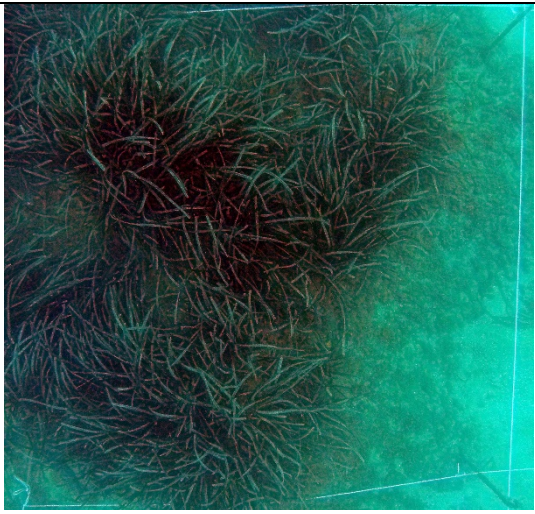
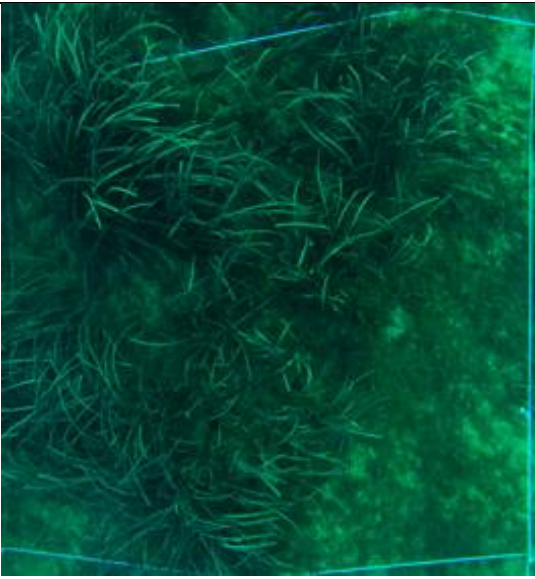



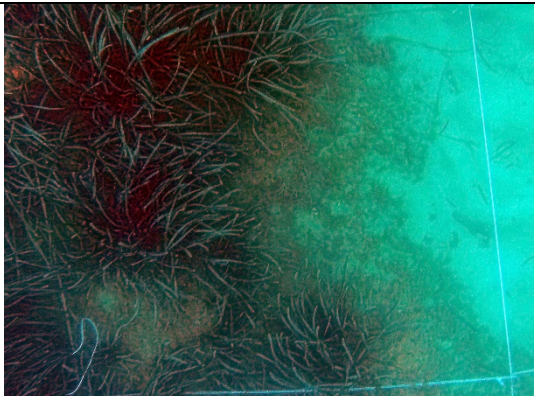
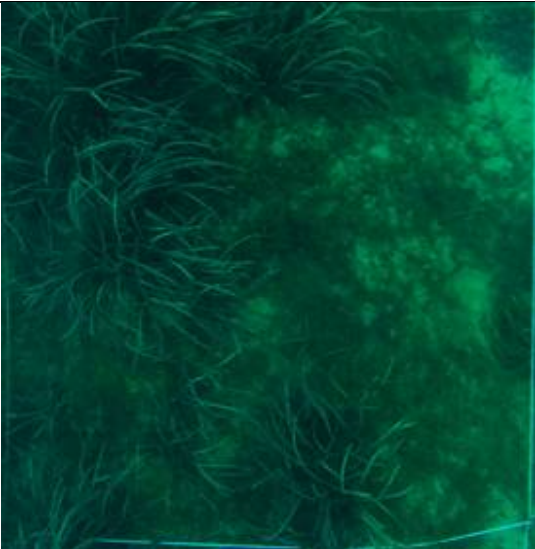
Di seguito viene riportato il dettaglio del rilevamento fotografico eseguito sui 9 sub-quadrati di superficie 4 m²(da Q1 a Q9) con i corrispondenti dati di copertura e densità per le tre date di rilevamento: dicembre 2013, luglio e ottobre 2014. Le informazioni rilevate sono riassunte in Tabella 1.


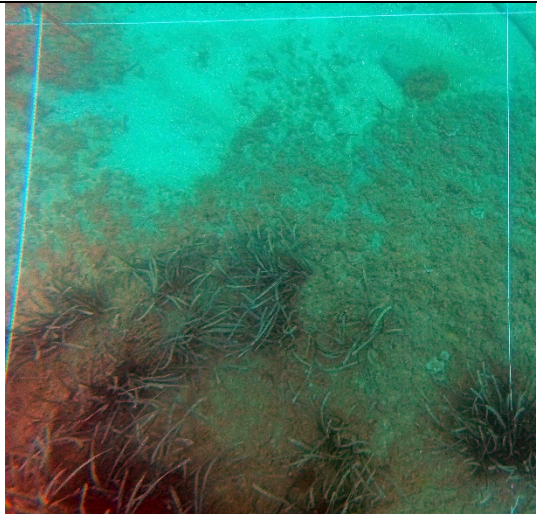
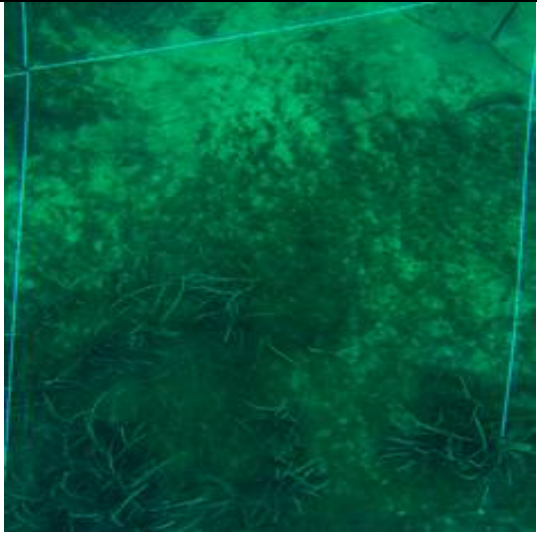
Tab. 1. Confronto dei dati di copertura e densità della pianta nelle 3 date di campionamento.

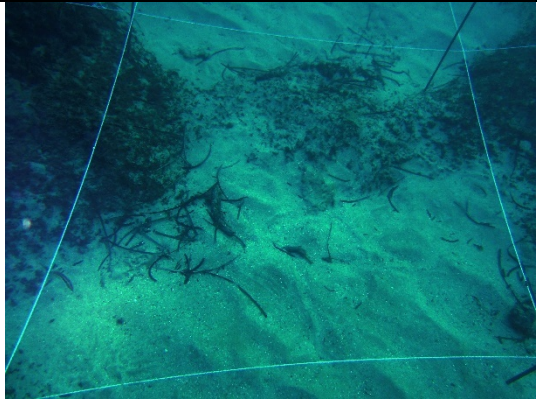
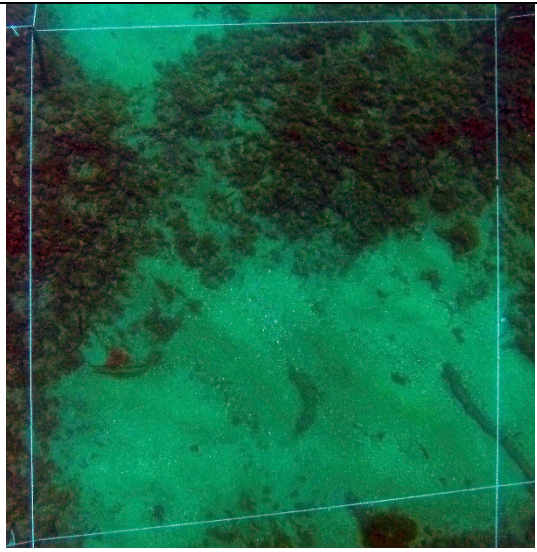
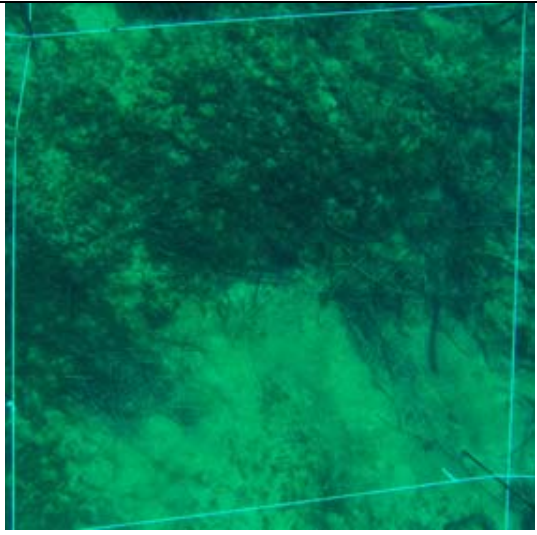
| | <i>Posidonia</i> | | | Matte | | | Sabbia | | | Densità (fasci/4m ²) | | |
|----|------------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------------------------------|----------|----------|
| | Dic 2013 | Lug 2014 | Ott 2014 | Dic 2013 | Lug 2014 | Ott 2014 | Dic 2013 | Lug 2014 | Ott 2014 | Dic 2013 | Lug 2014 | Ott 2014 |
| Q1 | 05% | 20% | 20% | 90% | 75% | 75% | 05% | 05% | 05% | 160 | 160 | 168 |
| Q2 | 25% | 80% | 80% | 75% | 20% | 20% | + | + | + | 460 | 550 | 541 |
| Q3 | 10% | 40% | 40% | 85% | 55% | 55% | 05% | 05% | 05% | 260 | 260 | 258 |
| Q4 | 05% | 20% | 15% | 85% | 70% | 75% | 10% | 10% | 10% | 150 | 150 | 128 |
| Q5 | / | / | / | 50% | 50% | 50% | 50% | 50% | 50% | / | / | / |
| Q6 | / | / | / | 05% | 10% | 10% | 95% | 90% | 90% | / | / | / |
| Q7 | + | 05% | 05% | 95% | 90% | 90% | 05% | 05% | 05% | 42 | 50 | 55 |
| Q8 | 05% | 10% | 10% | 95% | 85% | 85% | + | 05% | 05% | 98 | 110 | 110 |
| Q9 | + | 10% | 10% | 90% | 85% | 85% | 10% | 05% | 05% | 50 | 95 | 90 |


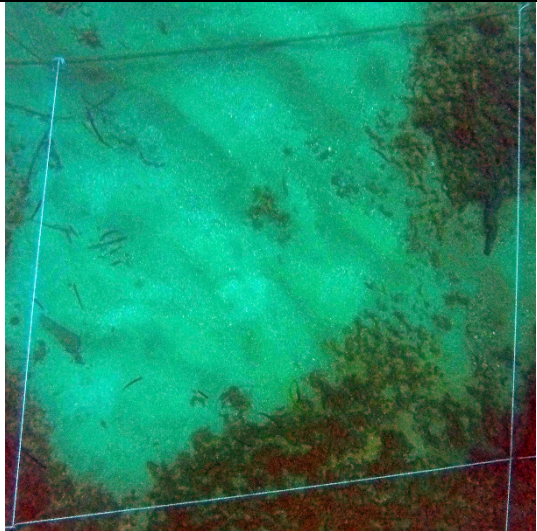
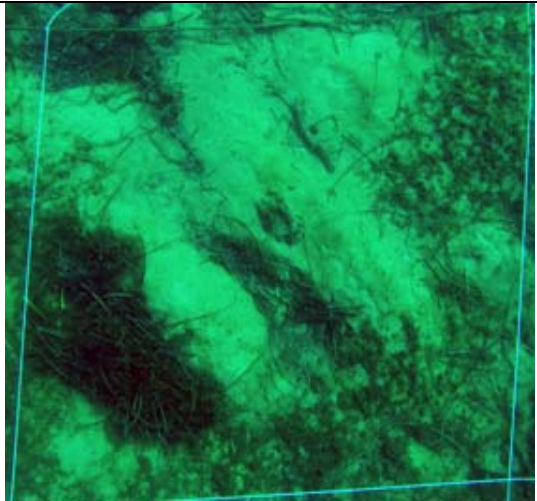
| | | |
|--|---|--|
| |  | <p>Q1 Dicembre 2013</p> <p><i>Copertura:</i> P = 5% M = 90% S = 5%</p> <p><i>Densità:</i> 160 fasci</p> |
| |  | <p>Q1 Luglio 2014</p> <p><i>Copertura:</i> P = 20% M = 75% S = 5%</p> <p><i>Densità:</i> 160 fasci</p> |
| |  | <p>Q1 Ottobre 2014</p> <p><i>Copertura:</i> P = 20% M = 75% S = 5%</p> <p><i>Densità:</i> 168 fasci</p> |

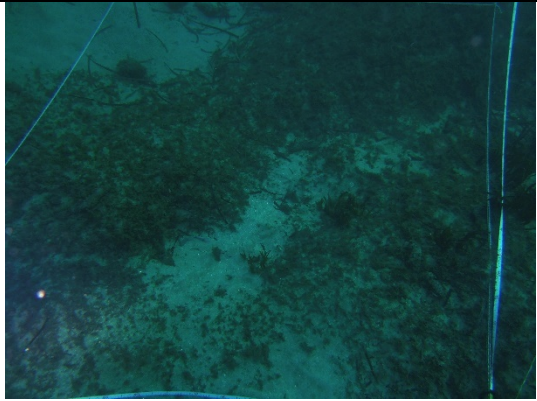
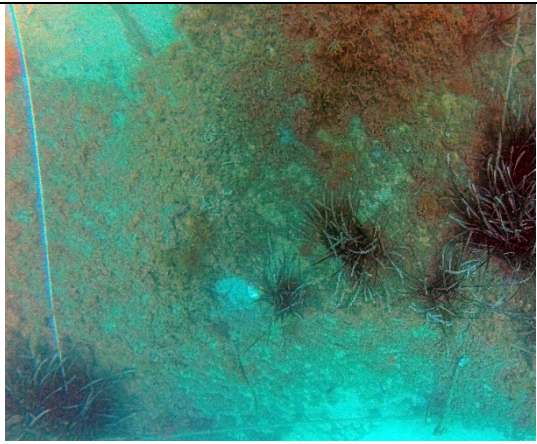
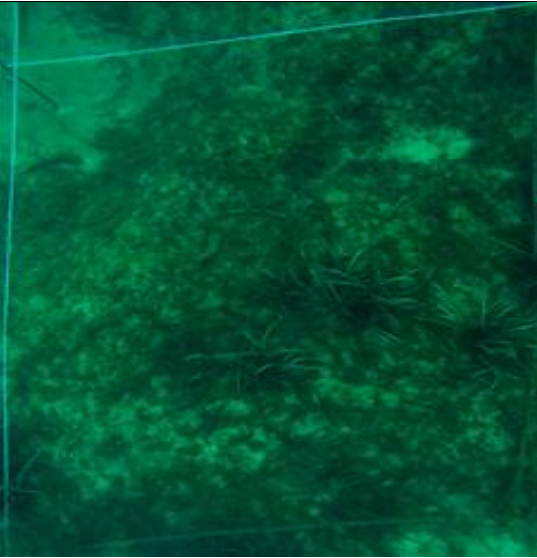
| | | |
|--|---|---|
| |  | <p>Q2 Dicembre 2013</p> <p>Copertura: P = 25% M = 75% S = + Densità: 460 fasci</p> |
| |  | <p>Q2 Luglio 2014</p> <p>Copertura: P = 80% M = 20% S = + Densità: 550 fasci</p> |
| |  | <p>Q2 Ottobre 2014</p> <p>Copertura: P = 80% M = 20% S = + Densità: 541 fasci</p> |


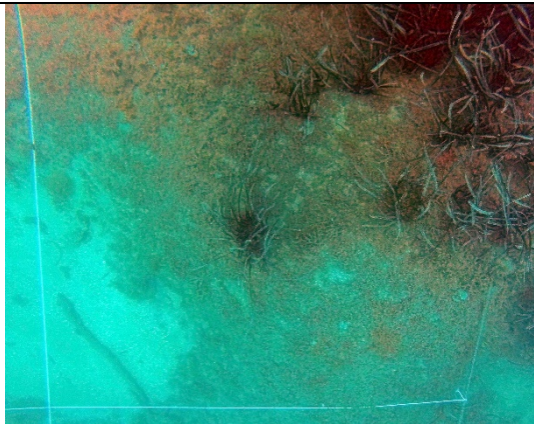
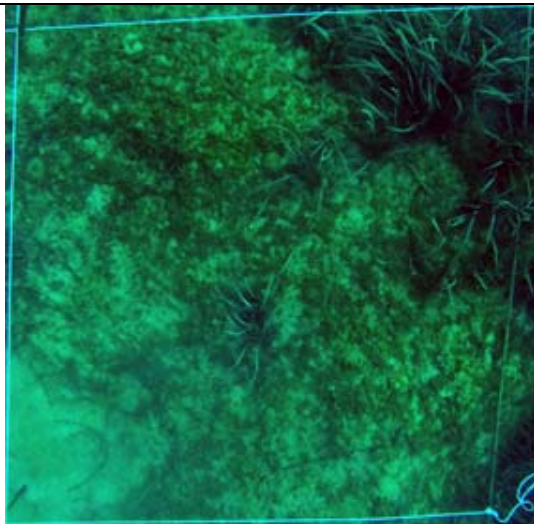
| | | |
|--|---|--|
| |  | <p>Q3 Dicembre 2013</p> <p>Copertura: P = 10% M = 85% S = 5% Densità: 260 fasci</p> |
| |  | <p>Q3 Luglio 2014</p> <p>Copertura: P = 40% M = 55% S = 5% Densità: 260 fasci</p> |
| |  | <p>Q3 Ottobre 2014</p> <p>Copertura: P = 40% M = 55% S = 5% Densità: 258 fasci</p> |

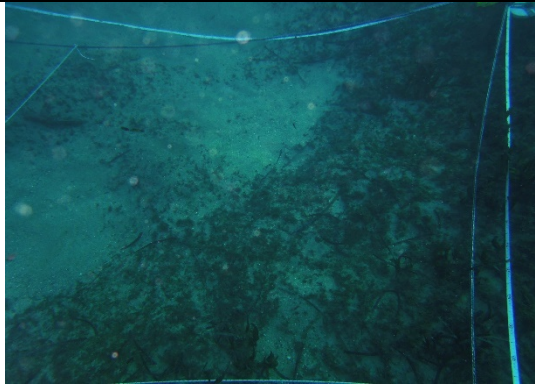
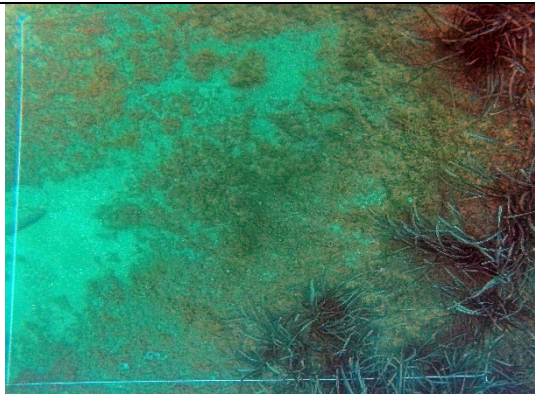
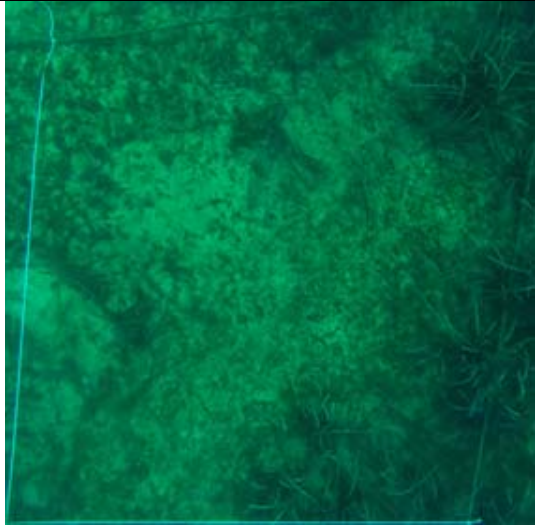
| | | |
|--|---|--|
| |  | <p>Q4 Dicembre 2013</p> <p>Copertura: P = 5% M = 85% S = 10% Densità: 150 fasci</p> |
| |  | <p>Q4 Luglio 2014</p> <p>Copertura: P = 20% M = 70% S = 10% Densità: 150 fasci</p> |
| |  | <p>Q4 Ottobre 2014</p> <p>Copertura: P = 15% M = 75% S = 10% Densità: 128 fasci</p> |

| | | |
|--|---|---|
| |  | <p>Q5 Dicembre 2013</p> <p>Copertura: M = 50% S = 50% Densità: /</p> |
| |  | <p>Q5 Luglio 2014</p> <p>Copertura: M = 50% S = 50% Densità: /</p> |
| |  | <p>Q5 Ottobre 2014</p> <p>Copertura: M = 50% S = 50% Densità: /</p> |

| | | |
|--|---|--|
| |  | <p>Q6 Dicembre 2013</p> <p>Copertura: M = 5% S = 95% Densità: /</p> |
| |  | <p>Q6 Luglio 2014</p> <p>Copertura: M = 10% S = 90% Densità: /</p> |
| |  | <p>Q6 Ottobre 2014</p> <p>Copertura: M = 10% S = 90% Densità: /</p> |

| | | |
|--|---|---|
| |  | <p>Q7 Dicembre 2013</p> <p>Copertura: P = + M = 95% S = 5% Densità: 42 fasci</p> |
| |  | <p>Q7 Luglio 2014</p> <p>Copertura: P = 5% M = 90% S = 5% Densità: 50 fasci</p> |
| |  | <p>Q7 Ottobre 2014</p> <p>Copertura: P = 5% M = 90% S = 5% Densità: 55 fasci</p> |

| | | |
|--|---|---|
| |  | <p>Q8 Dicembre 2013</p> <p>Copertura: P = 5% M = 95% S = + Densità: 98 fasci</p> |
| |  | <p>Q8 Luglio 2014</p> <p>Copertura: P = 10% M = 85% S = 5% Densità: 110 fasci</p> |
| |  | <p>Q8 Ottobre 2014</p> <p>Copertura: P = 10% M = 85% S = 5% Densità: 110 fasci</p> |

| | | |
|--|---|--|
| |  | <p>Q9 Dicembre 2013</p> <p>Copertura: P = + M = 90% S = 10% Densità: 50 fasci</p> |
| |  | <p>Q9 Luglio 2014</p> <p>Copertura: P = 10% M = 85% S = 5% Densità: 95 fasci</p> |
| |  | <p>Q9 Ottobre 2014</p> <p>Copertura: P = 10% M = 85% S = 5% Densità: 90 fasci</p> |

Conclusioni

Il confronto dei dati rilevati nelle tre date di campionamento evidenziano come anche la prateria naturale stenti a ripristinare le aree perdute a seguito degli eventi catastrofici dell'ottobre 2012.

Come per le piante trapiantate anche quelle della prateria naturale mostrano una significativa stabilizzazione delle aree occupate, tuttavia, l'incremento della densità è assente o comunque laddove rilevato di entità trascurabile.

L'incremento della copertura di *Posidonia* osservata nei mesi di luglio ed ottobre 2014 rispetto ai valori rilevati a dicembre 2013 non deve ingannare: tale aumento è dovuto alla maggiore lunghezza delle foglie a luglio ed ottobre rispetto a dicembre, cosa che rispecchia il normale andamento stagionale delle praterie di *Posidonia oceanica*. Normalmente, infatti, a partire dalla fine di novembre si rilevano foglie più giovani e corte, mentre quelle più vecchie e lunghe sono presenti nel periodo estivo ed autunnale fino a quando le grosse mareggiate di inizio inverno le strappano per iniziare un nuovo ciclo annuale.

Per concludere, il controllo attraverso il quadrato permanente ad oggi dimostra che gli andamenti dei parametri di copertura ed accrescimento delle foglie riscontrati nella prateria naturale e in quella trapiantata sono analoghi. Infatti, in entrambi i casi, si riscontra una certa difficoltà nel colonizzare nuove aree da parte di piante che comunque dimostrano nei parametri fenologici e di accrescimento fogliare un buona vitalità.

MONITORAGGIO OTTOBRE 2014 RISULTATI DEL MONITORAGGIO DISTRUTTIVO DELLE TALEE TRAPIANTATE

1. Talee trapiantate

Dall'analisi dei campioni prelevati risulta che mediamente ciascuna delle talee trapiantate reca circa 3 fasci fogliari (esattamente 2,6); la percentuale di ramificazione delle talee campionate appare piuttosto elevato e pari a circa il 93%, infatti solo una delle 15 talee campionate era composta da un unico fascio. Inoltre, tutte le talee presentavano radici per una percentuale di radicazione pari al 100% (Foto 1.1 e 1.2; Tab. 1.1).



Foto 1.1. Esempio di talea trapiantata con 3 ramificazioni.



Foto 1.2. Esempio di talea trapiantata con 2 ramificazioni. Sono evidenti anche le radici (freccia).

Tab. 1.1. Ramificazione e radicazione delle talee trapiantate.

| N. fasci e radici per talea | | |
|------------------------------------|-----------------|---------------|
| | FASCI | RADICI |
| Talea 1 | 2 | SI |
| Talea 2 | 4 | SI |
| Talea 3 | 3 | SI |
| Talea 4 | 1 | SI |
| Talea 5 | 2 | SI |
| Talea 6 | 2 | SI |
| Talea 7 | 3 | SI |
| Talea 8 | 4 | SI |
| Talea 9 | 2 | SI |
| Talea 10 | 3 | SI |
| Talea 11 | 2 | SI |
| Talea 12 | 2 | SI |
| Talea 13 | 4 | SI |
| Talea 14 | 2 | SI |
| Talea 15 | 3 | SI |
| Media | 2,6 | |
| D.STD | 0,966092 | |
| Err.STD | 0,249443 | |

Per quanto riguarda **fenologia ed epifitismo delle foglie più lunghe**, le misurazioni effettuate in laboratorio hanno fornito i risultati riportati in Tabella 1.2 e riassumibili come segue:

- Lunghezza media $25,8 \pm 1,71$ (cm \pm Err. Standard per n=15)
- Larghezza media $0,9 \pm 0,02$ (cm \pm Err. Standard per n=15)
- Lunghezza tessuto bruno $9,5 \pm 2$ (cm \pm Err. Standard per n=15) pari al 37% della lunghezza della foglia
- Lunghezza tratto di foglia occupato da epifiti vegetali $19,8 \pm 1,7$ (cm \pm Err. Standard per n=15) pari al 77% della lunghezza della foglia (Indice di Epifitismo per la componente vegetale)
- Lunghezza tratto di foglia occupato da epifiti animali $1,9 \pm 0,6$ (cm \pm Err. Standard per n=15) pari al 7% della lunghezza della foglia (Indice di Epifitismo per la componente animale)
- Apici rotti sono presenti sul 67% delle foglie più lunghe (Coefficiente "a")

I valori ottenuti in laboratorio sono comparabili con le determinazioni effettuate *in situ* (si veda il paragrafo dedicato e la Fig. 1.3 per un confronto).

Tab. 1.2. Risultati dell'analisi fenologica eseguita in laboratorio sulle foglie più lunghe.

| Talee trapiantate | | | | | | | |
|--|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------|-----------------|--|
| Campionamento distruttivo | | | | | | | |
| Foglie più lunghe: | | | | | Epifiti: | | |
| Rango | Lungh | Largh | TB | AR | Alghe | Animali | |
| AD | 22 | 0,8 | 7 | 1 | 17 | 0 | |
| AD | 27 | 0,8 | 9 | 1 | 18 | 2 | |
| AD | 41 | 1 | 22 | 0 | 35 | 0 | |
| AD | 33 | 1 | 30 | 1 | 30 | 3 | |
| AD | 19 | 0,8 | 7 | 0 | 15 | 6 | |
| AD | 27 | 1 | 8 | 1 | 18 | 0 | |
| AD | 27 | 1 | 9 | 0 | 20 | 0 | |
| AD | 36 | 1 | 6 | 1 | 30 | 0 | |
| AD | 25 | 0,8 | 10 | 1 | 19 | 2 | |
| AD | 21 | 1 | 0 | 1 | 16 | 6 | |
| AD | 23 | 1 | 14 | 1 | 17 | 0 | |
| AD | 23 | 0,9 | 7 | 1 | 18 | 5 | |
| AD | 27 | 0,8 | 10 | 1 | 20 | 0 | |
| AD | 19 | 0,8 | 0 | 0 | 12 | 0 | |
| AD | 17 | 0,9 | 3 | 0 | 12 | 4 | |
| Media | 25,8 | 0,906667 | 9,466667 | Somma | 19,8 | 1,866667 | |
| Dev. Std. | 6,635403 | 0,096115 | 7,80903 | 10 | 6,678323 | 2,356349 | |
| Err. Std. | 1,713246 | 0,024817 | 2,016274 | | 1,724328 | 0,608404 | |
| Coeff. A ed Indice di epifitismo: | | | | 67% | 77% | 7% | |

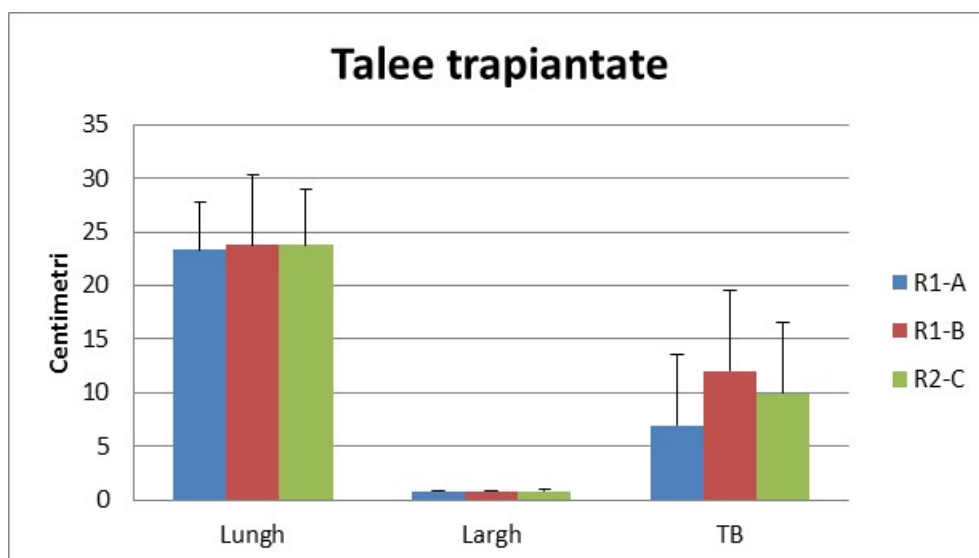


Fig. 1.3. Dati fenologici rilevati *in situ* sulle talee trapiantate nelle 3 aree di monitoraggio.

Lo studio fenologico è stato poi completato sull'intero campione disponibile (15 fasci) rilevando informazioni relative al numero di foglie per fascio, alla lunghezza ed alla larghezza delle foglie suddivise per classi d'età: Adulte (A), Intermedie (I) e Giovanili (G). Dai risultati ottenuti relativi alle variabili precedentemente elencate, è stato possibile ricavare la **Superficie fogliare per fascio** sommando la superficie fogliare calcolata come lunghezza X larghezza X numero di foglie per ciascuna classe di età; per le foglie adulte è stata utilizzata la lunghezza del solo lembo sottraendo cioè la lunghezza della base. Infine, è stata calcolata la **Superficie fotosintetizzante** sottraendo alla superficie fogliare la superficie media di tessuto bruno per fascio e moltiplicato per 2 il risultato. Si moltiplica per due perchè entrambe le facce delle foglie di *Posidonia oceanica* sono in grado di fare fotosintesi.

Nelle successive tabelle (da Tab. 1.3 a 1.6) il dettaglio dei dati rilevati:

Tab. 1.3. Numero medio di foglie per fascio suddivise per classi di età: Adulte (A), Intermedie (I) e Giovanili (G).

| N. Foglie per fascio | | | |
|-----------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| | A | I | G |
| Fascio 1 | 4 | 1 | 3 |
| Fascio 2 | 5 | 2 | 2 |
| Fascio 3 | 5 | 2 | 2 |
| Fascio 4 | 6 | 2 | 3 |
| Fascio 5 | 4 | 1 | 2 |
| Fascio 6 | 5 | 2 | 2 |
| Fascio 7 | 4 | 2 | 3 |
| Fascio 8 | 4 | 3 | 2 |
| Fascio 9 | 4 | 2 | 2 |
| Fascio 10 | 3 | 1 | 2 |
| Fascio 11 | 5 | 2 | 3 |
| Fascio 12 | 6 | 1 | 3 |
| Fascio 13 | 4 | 2 | 3 |
| Fascio 14 | 3 | 2 | 2 |
| Fascio 15 | 4 | 2 | 1 |
| Media | 4,4 | 1,8 | 2,33333333 |
| D.STD | 0,910259 | 0,560612 | 0,6172134 |
| Err.STD | 0,214532 | 0,132126 | 0,14546627 |

Tab. 1.4. Lunghezza media delle foglie per fascio (cm) suddivise per classi di età: Adulte (A), Intermedie (I) e Giovanili (G) e lunghezza media della base delle foglie adulte.

| Lunghezza foglie | | | | Lung base |
|------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| | A | I | G | |
| Fascio 1 | 13 | 7 | 1,66666667 | 2 |
| Fascio 2 | 20,4 | 8,75 | 1,5 | 2,8 |
| Fascio 3 | 24,8 | 7,5 | 2,25 | 2,5 |
| Fascio 4 | 17 | 6,25 | 1,5 | 2,3333333 |
| Fascio 5 | 12,5 | 6 | 1,25 | 1,875 |
| Fascio 6 | 18 | 6,25 | 2 | 2,4 |
| Fascio 7 | 15,5 | 9,5 | 2 | 2,5 |
| Fascio 8 | 17 | 8,666667 | 1,75 | 2 |
| Fascio 9 | 18,75 | 7 | 0,75 | 2,75 |
| Fascio 10 | 12,5 | 7,5 | 2,5 | 2 |
| Fascio 11 | 17,2 | 8 | 2 | 2,5 |
| Fascio 12 | 20,6 | 6 | 3 | 1,8 |
| Fascio 13 | 14.24 | 10 | 1,5 | 2 |
| Fascio 14 | 15 | 7,8 | 1,2 | 3 |
| Fascio 15 | 17,4 | 8 | 1,5 | 2,3 |
| Media | 17,21667 | 7,614444 | 1,75777778 | 2,317222 |
| D.STD | 3,319083 | 1,244765 | 0,55876375 | 0,364475 |
| Err.STD | 0,85698 | 0,321395 | 0,14427156 | 0,094107 |

Tab. 1.5. Larghezza media delle foglie per fascio (cm) suddivise per classi di età: Adulte (A), Intermedie (I) e Giovanili (G).

| Larghezza foglie | | | |
|-------------------------|-----------------|-----------------|-------------------|
| | A | I | G |
| Fascio 1 | 0,8 | 0,8 | 0,66666667 |
| Fascio 2 | 0,8 | 0,8 | 0,65 |
| Fascio 3 | 1 | 1 | 0,85 |
| Fascio 4 | 1 | 0,95 | 0,7 |
| Fascio 5 | 0,8 | 0,8 | 0,6 |
| Fascio 6 | 1 | 0,95 | 0,7 |
| Fascio 7 | 1 | 0,9 | 0,76666667 |
| Fascio 8 | 0,9 | 0,9 | 0,8 |
| Fascio 9 | 0,8 | 0,75 | 0,6 |
| Fascio 10 | 0,833333 | 0,8 | 0,7 |
| Fascio 11 | 0,9 | 0,87 | 0,8 |
| Fascio 12 | 0,866667 | 0,85 | 0,65 |
| Fascio 13 | 0,833333 | 0,8 | 0,65 |
| Fascio 14 | 1,06 | 0,95 | 0,85 |
| Fascio 15 | 0,9 | 0,89 | 0,8 |
| Media | 0,899556 | 0,867333 | 0,71888889 |
| D.STD | 0,090868 | 0,074399 | 0,08565033 |
| Err.STD | 0,023462 | 0,01921 | 0,02211472 |

Tab. 1.6. Superficie fogliare e Superficie fotosintetizzante media per fascio (cm²). Superficie foglie Adulte (A), Intermedie (I) e Giovanili (G).

| Superficie fogliare | Tess Bruno | Sup. fotosintetizzante: |
|----------------------------|-------------------|--------------------------------------|
| A | 58,97 | (Sup fogliare - T. Bruno) X 2 |
| I | 11,89 | |
| Juv | 2,95 | |
| Totale | 73,81 | 17,07 |
| | | 113,48 |

MONITORAGGIO DELLA PRATERIA NATURALE MACROSTRUTTURA E ANALISI DI LABORATORIO DEI FASCI FOGLIARI DI *POSIDONIA OCEANICA* PER L'ELABORAZIONE DELL'INDICE "PREI"

1. Macrostruttura

La prateria di *Posidonia oceanica* naturale che circonda l'area di impianto R1, presso la stazione R1 Ovest è insediata prevalentemente su matte con una distribuzione discontinua: la copertura della pianta che era stata valutata a dicembre 2013 del 50% appare aumentata e pari al 75% mentre il rimanente 25% di fondo è occupato da matte morta. Questo aumento di copertura si può imputare in parte alla maggiore lunghezza delle foglie nonostante il campionamento sia stato effettuato nel medesimo periodo dell'anno (tra ottobre e dicembre), ed in parte alla variazione della densità della pianta che in quest'ultimo campionamento risulta aumentato.

Anche presso l'area R1 Est la pianta è insediata prevalentemente su matte, il 50% del substrato è coperto da *Posidonia* mentre il rimanente 50% da radure sabbiose, in questo caso la copertura è rimasta invariata rispetto al 2013.

Infine, presso la stazione R1 Sud la pianta è insediata su matte e la copertura del 75% è simile a quella osservata presso R1 Ovest anche se talvolta la prateria è interrotta non solo da matte morta che occupa circa il 10% del substrato ma anche da radure sabbiose che coprono il rimanente 15% del fondo marino.

In R2 presso le stazioni di controllo R2 Est ed R2 Sud la copertura di *Posidonia*, insediata sia su matte che su roccia, è simile e risulta pari al 75%. Dove la pianta non è presente si osserva un mosaico di matte morta, roccia e catini sabbiosi.

Presso la stazione R2 QP la copertura è inferiore e pari a circa il 50% con porzioni di matte morta che arrivano a coprire circa il 30% del fondo e la rimanente porzione occupata da roccia e catini sabbiosi.

La prateria naturale nelle vicinanze dell'area di trapianto R1 presenta valori di densità variabili tra 456,94 e 516,67 fasci/m² mentre in R2 la densità varia tra 425 e 463,19 fasci/m². Tutti i dati rilevati sono riportati nelle Tabelle 1.1 e 1.2.

La densità media di *Posidonia oceanica* nella prateria naturale intorno alle aree di trapianto, come già accennato in precedenza, appare nel complesso aumentata rispetto al precedente monitoraggio. Infatti, nel dicembre del 2013 i risultati configuravano una prateria "disturbata" seppure attraverso valori che non erano molto distanti dal valore limite per una prateria "in equilibrio" che, alla profondità di campionamento di -8 m, è di 406 fasci/m²; i risultati dell'ultimo rilevamento, a cui ci riferiamo in queste pagine, dimostrano che la prateria in effetti oggi può dirsi "in equilibrio", infatti, tutti i valori registrati presso le 6 stazioni di monitoraggio risultano compresi tra 406 e 630 fasci/m² (cfr. le Tabelle 1.1 e 1.2 con i valori di riferimento in Tabella 1.3).

Tab. 1.1. Valori di densità rilevati nelle tre stazioni di controllo in R1.

| R1 OTTOBRE 2014 | | | | |
|------------------------|---------------|---------------|---------------|-----------------------|
| Densità | | | | |
| R1 EST | A1 | A2 | A3 | |
| | 58 | 102 | 82 | |
| | 65 | 94 | 96 | |
| | 75 | 91 | 81 | |
| 40X40 | 66,00 | 95,67 | 86,33 | Media Stazione |
| mq | 412,50 | 597,92 | 539,58 | 516,67 |
| Dev.St | 8,54 | 5,69 | 8,39 | |
| Err.St | 4,93 | 3,28 | 4,84 | |
| R1 OVEST | A1 | A2 | A3 | |
| | 70 | 66 | 75 | |
| | 78 | 94 | 51 | |
| | 96 | 69 | 59 | |
| 40X40 | 81,33 | 76,33 | 61,67 | Media Stazione |
| mq | 508,33 | 477,08 | 385,42 | 456,94 |
| Dev.St | 13,32 | 15,37 | 12,22 | |
| Err.St | 7,69 | 8,88 | 7,06 | |
| R1 SUD | A1 | A2 | A3 | |
| | 68 | 96 | 63 | |
| | 83 | 73 | 91 | |
| | 76 | 79 | 78 | |
| 40X40 | 75,67 | 82,67 | 77,33 | Media Stazione |
| mq | 472,92 | 516,67 | 483,33 | 490,97 |
| Dev.St | 7,51 | 11,93 | 14,01 | |
| Err.St | 4,33 | 6,89 | 8,09 | |

Tab. 1.2. Valori di densità rilevati nelle tre stazioni di controllo in R2.

| R2 OTTOBRE 2014 | | | | |
|-----------------|---------------|---------------|---------------|-----------------------|
| Densità | | | | |
| R2 EST | A1 | A2 | A3 | |
| | 60 | 102 | 103 | |
| | 38 | 89 | 78 | |
| | 41 | 77 | 68 | |
| 40X40 | 46,33 | 89,33 | 83,00 | Media Stazione |
| mq | 289,58 | 558,33 | 518,75 | 455,56 |
| Dev.St | 11,93 | 12,50 | 18,03 | |
| Err.St | 6,89 | 7,22 | 10,41 | |
| R2 QP | A1 | A2 | A3 | |
| | 85 | 73 | 68 | |
| | 57 | 81 | 82 | |
| | 63 | 87 | 71 | |
| 40X40 | 68,33 | 80,33 | 73,67 | Media Stazione |
| mq | 427,08 | 502,08 | 460,42 | 463,19 |
| Dev.St | 14,74 | 7,02 | 7,37 | |
| Err.St | 8,51 | 4,06 | 4,26 | |
| R2 SUD | A1 | A2 | A3 | |
| | 88 | 69 | 56 | |
| | 68 | 87 | 48 | |
| | 45 | 72 | 79 | |
| 40X40 | 67,00 | 76,00 | 61,00 | Media Stazione |
| mq | 418,75 | 475,00 | 381,25 | 425,00 |
| Dev.St | 21,52 | 9,64 | 16,09 | |
| Err.St | 12,42 | 5,57 | 9,29 | |

Tab. 1.3. Classificazione delle praterie di *Posidonia oceanica*. Sono riportati i valori di riferimento per le profondità comprese tra i 5 ed i 10 metri. In rosso i valori corrispondenti alla profondità del campionamento effettuato.

| Praterie molto disturbate | | Praterie disturbate | | Praterie in equilibrio | | | |
|---------------------------|------------------|---------------------|--------------------------|------------------------|--------------------|------------|-------------------------|
| Profondità (m) | Densità anormale | | Densità subnormale bassa | | Densità normale | | Densità subnormale alta |
| 5 | ← | 413 | < - > | 525 | < - > | 749 | → |
| 6 | ← | 367 | < - > | 479 | < - > | 703 | → |
| 7 | ← | 327 | < - > | 429 | < - > | 663 | → |
| 8 | ← | 294 | < - > | 406 | < - > | 630 | → |
| 9 | ← | 264 | < - > | 376 | < - > | 600 | → |
| 10 | ← | 237 | < - > | 349 | < - > | 573 | → |

2. Studio fenologico

Sui campioni di *Posidonia oceanica* prelevati presso le 6 diverse stazioni di controllo distribuite sia presso R1 che presso R2, sono state acquisite le misure di lunghezza, larghezza e numero medio delle foglie per fascio ed inoltre sono state misurate la lunghezza media per fascio delle basi delle foglie adulte e la lunghezza media per fascio del tessuto bruno. I risultati di tali misurazioni hanno consentito di ottenere i valori medi per stazione di Superficie fogliare (cm²/fascio), Superficie fotosintetizzante (= Sup. fogliare X 2) e Leaf Area Index (LAI) (Tabb. 2.1 e 2.2).

Infine, in Tabella 2.3 sono riportati i dati relativi alla biomassa in peso secco (mg/fascio) relativi a foglie ed epifiti.

Tab. 2.1. Valori medi di Superficie fogliare (cm²/fascio), Superficie fotosintetizzante e Leaf Area Index (LAI) rilevati in ciascuna stazione di controllo presso l'area di trapianto R1.

| Monitoraggio ottobre 2014 | | | | |
|----------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|---------------|
| Stazioni R1 | | | | |
| R1 EST | | | | |
| Superficie fogliare | Tess Bruno | Sup.Fogl - TB | Sup. fotosintetizzante | |
| A | 178,48 | | | |
| I | 33,38 | | | |
| Juv | 2,56 | | | |
| Totale | 214,42 | 16,14 | 198,28 | 396,56 |
| Densità R1 Est | 516,67 | | | |
| LAI | 10,24 | | | |
| R1 OVEST | | | | |
| Superficie fogliare | Tess Bruno | Sup.Fogl - TB | Sup. fotosintetizzante | |
| A | 199,11 | | | |
| I | 42,59 | | | |
| Juv | 3,28 | | | |
| Totale | 244,98 | 24,42 | 220,56 | 441,12 |
| Densità R1 Ovest | 456,94 | | | |
| LAI | 10,08 | | | |
| R1 SUD | | | | |
| Superficie fogliare | Tess Bruno | Sup.Fogl - TB | Sup. fotosintetizzante | |
| A | 187,28 | | | |
| I | 35,21 | | | |
| Juv | 2,49 | | | |
| Totale | 224,98 | 19,78 | 205,20 | 410,39 |
| Densità R1 Sud | 497,97 | | | |
| LAI | 10,22 | | | |

Tab. 2.1. Valori medi di Superficie fogliare (cm²/fascio), Superficie fotosintetizzante e Leaf Area Index (LAI) rilevati in ciascuna stazione di controllo presso l'area di trapianto R2.

| Monitoraggio ottobre 2014 | | | | |
|----------------------------------|-------------------|----------------------|-------------------------------|---------------|
| Stazioni R2 | | | | |
| R2 EST | | | | |
| Superficie fogliare | Tess Bruno | Sup.Fogl - TB | Sup. fotosintetizzante | |
| A | 194,68 | | | |
| I | 40,08 | | | |
| Juv | 3,37 | | | |
| Totale | 238,13 | 23,45 | 214,68 | 429,36 |
| Densità R2 Est | 455,55 | | | |
| LAI | 9,78 | | | |
| R2 QP | | | | |
| Superficie fogliare | Tess Bruno | Sup.Fogl - TB | Sup. fotosintetizzante | |
| A | 166,94 | | | |
| I | 30,87 | | | |
| Juv | 2,56 | | | |
| Totale | 200,36 | 17,89 | 182,47 | 364,94 |
| Densità R2 QP | 463,19 | | | |
| LAI | 8,45 | | | |
| R2 SUD | | | | |
| Superficie fogliare | Tess Bruno | Sup.Fogl - TB | Sup. fotosintetizzante | |
| A | 182,62 | | | |
| I | 31,79 | | | |
| Juv | 3,07 | | | |
| Totale | 217,48 | 20,20 | 197,28 | 394,55 |
| Densità R2 Sud | 425 | | | |
| LAI | 8,38 | | | |

Tab. 2.3. Valori rilevati di biomassa (peso secco in mg per fascio) di foglie ed epifiti; si tratta di medie calcolate per stazione (18 fasci per ciascuna stazione).

| Peso secco (mg/fascio) | | | |
|-------------------------------|-----------------|-------------------------------|------------------------------|
| Area di monitoraggio | Stazioni | Epifiti Media stazioni | Foglie Media stazioni |
| R1 | R1 Est | 0.19 | 0.92 |
| | R1 Ovest | 0.23 | 0.97 |
| | R1 Sud | 0.21 | 0.95 |
| R2 | R2 Est | 0.22 | 0.86 |
| | R2 QP | 0.16 | 0.69 |
| | R2 Sud | 0.19 | 0.78 |

3. Calcolo dell'Indice PREI

Dai dati precedentemente riportati e considerando che la prateria studiata presenta il limite inferiore alla profondità di circa 18 metri e che esso è prevalentemente di tipo progressivo o erosivo sono stati calcolati i valori dell'indice PREI, corrispondenti al Rapporto di Qualità Ecologica (RQE), per ciascuna delle 6 stazioni indagate.

Presso tutte le stazioni l'indice individua il corpo idrico nel quale giace la prateria in **uno stato ecologico BUONO** (Tab. 3.1).

Tab. 3.1. Calcolo dell'indice PREI.

| Località | STAZ | descrittori | valori | PREI RC BIPO | | | |
|----------|----------|-----------------------------------|--------|-----------------|-------|-------|-----------|
| | | | | N | EQR' | EQR | class EQR |
| R1 | R1 EST | Densità (fascio/m2) | 517 | 0,86 | 0,642 | 0,683 | GOOD |
| | | Superficie fogliare (cm2/fascio) | 198,28 | 0,64 | | | |
| | | Prof limite inf (m) | 18 | 0,35 | | | |
| | | Biomassa epifiti (E) (mg/fascio) | 0,19 | 0,40 | | | |
| | | Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio) | 0,92 | | | | |
| | | Tipo di limite (λ) (*) | 3 | | | | |
| | R1 OVEST | Densità (fascio/m2) | 457 | 0,76 | 0,629 | 0,672 | GOOD |
| | | Superficie fogliare (cm2/fascio) | 220,56 | 0,71 | | | |
| | | Prof limite inf (m) | 18 | 0,35 | | | |
| | | Biomassa epifiti (E) (mg/fascio) | 0,23 | 0,38 | | | |
| | | Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio) | 0,97 | | | | |
| | | Tipo di limite (λ) (*) | 3 | | | | |
| | R1 SUD | Densità (fascio/m2) | 491 | 0,82 | 0,634 | 0,676 | GOOD |
| | | Superficie fogliare (cm2/fascio) | 205,2 | 0,66 | | | |
| | | Prof limite inf (m) | 18 | 0,35 | | | |
| | | Biomassa epifiti (E) (mg/fascio) | 0,21 | 0,39 | | | |
| | | Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio) | 0,95 | | | | |
| | | Tipo di limite (λ) (*) | 3 | | | | |
| R2 | R2 EST | Densità (fascio/m2) | 455 | 0,76 | 0,620 | 0,664 | GOOD |
| | | Superficie fogliare (cm2/fascio) | 214,68 | 0,69 | | | |
| | | Prof limite inf (m) | 18 | 0,35 | | | |
| | | Biomassa epifiti (E) (mg/fascio) | 0,22 | 0,37 | | | |
| | | Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio) | 0,86 | | | | |
| | | Tipo di limite (λ) (*) | 3 | | | | |
| | R2 QP | Densità (fascio/m2) | 463 | 0,77 | 0,598 | 0,643 | GOOD |
| | | Superficie fogliare (cm2/fascio) | 182,47 | 0,59 | | | |
| | | Prof limite inf (m) | 18 | 0,35 | | | |
| | | Biomassa epifiti (E) (mg/fascio) | 0,16 | 0,38 | | | |
| | | Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio) | 0,69 | | | | |
| | | Tipo di limite (λ) (*) | 3 | | | | |
| | R2 SUD | Densità (fascio/m2) | 425 | 0,71 | 0,537 | 0,588 | GOOD |
| | | Superficie fogliare (cm2/fascio) | 197,28 | 0,64 | | | |
| | | Prof limite inf (m) | 18 | 0,15 | | | |
| | | Biomassa epifiti (E) (mg/fascio) | 0,19 | 0,38 | | | |
| | | Biomassa Fogliare (L) (mg/fascio) | 0,78 | | | | |
| | | Tipo di limite (λ) (*) | 3 | | | | |

4. Conclusioni

Dall'indagine svolta è emerso che la copertura di *Posidonia oceanica* nella prateria naturale intorno alle aree di trapianto è aumentata leggermente a scapito di alcune aree di matte morta precedentemente individuate presso R1, lo stesso dicasi per la densità media della pianta che è chiaramente aumentata rispetto al precedente monitoraggio. La prateria valutata attraverso i descrittori macrostrutturali, oggi può dirsi "in equilibrio" essendo i valori registrati presso tutte le 6 stazioni di monitoraggio compresi tra 406 e 630 fasci/m² (valori limite minimo e massimo per una prateria insediata alla profondità di di -8 m come illustrato in Tabella 1.3). Il dato suggerisce che la prateria sta riconquistando, sia pure lentamente e soprattutto presso l'area di trapianto R1, parte delle aree perse a causa degli eventi catastrofici dell'autunno 2012 e che avevano provocato l'eradicazione di intere porzioni di prateria naturale come riferito nel rapporto conseguente ai monitoraggi di dicembre 2013. In R2, non a caso l'area nella quale si erano osservati i maggiori danni sia sulla prateria naturale che su quella trapiantata, il recupero appare realizzarsi solo in parte dal momento che la densità è leggermente aumentata, ma soprattutto in R2 QP sono ancora ampie le "ferite" che si evidenziano in ampie aree di fondo occupate da matte morta e come evidenziato anche dai risultati del monitoraggio del quadrato permanente posizionato proprio presso la stazione R2 QP.

Anche l'indagine fenologica dimostra un'ottima vitalità della pianta e testimoniano che alla data di campionamento ancora la stagione invernale 2014/2015 non era iniziata, la prateria appare infatti caratterizzata da foglie insolitamente lunghe ciò che ha portato ad ottenere valori piuttosto alti relativi alla Superficie fogliare e Leaf Area Index, valori che normalmente si osservano in praterie in buone condizioni nel periodo estivo.

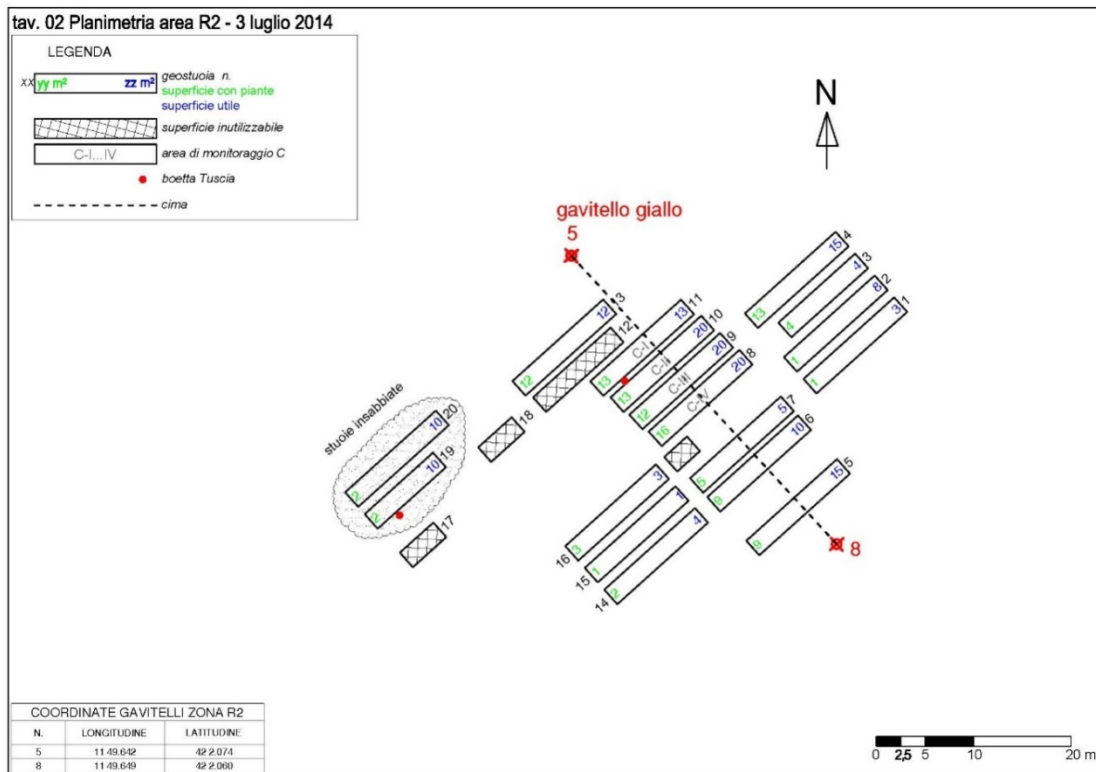
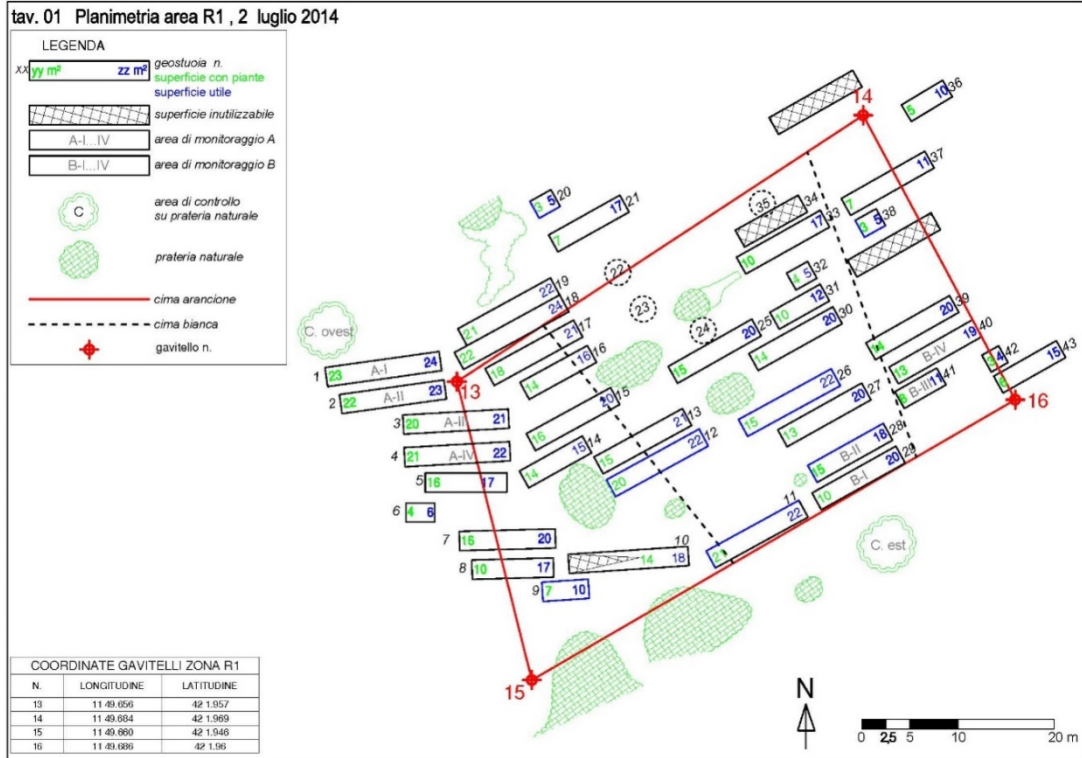
Per ciò che attiene il risultato dell'applicazione dell'indice PREI, lo stato ecologico "BUONO" del corpo idrico in cui giace la prateria inquadra abbastanza bene quelle che sono le caratteristiche ecologiche generali dell'area indagata e confermano ulteriormente le conclusioni a cui si è giunti attraverso l'analisi dei descrittori macrostrutturali della prateria in esame. Va detto che l'indice secondo il protocollo ISPRA, andrebbe calcolato utilizzando campioni prelevati alla profondità standard di 15 m, tuttavia, nel caso specifico, viene considerato adeguato il campionamento alla profondità media di 8 m in quanto c'è la necessità di monitorare la prateria più prossima alle aree di trapianto ed, in ogni caso, campionando nel tempo sempre alla medesima profondità, le eventuali variazioni relative dell'indice sono comunque funzionali allo scopo per cui viene applicato.

Alla luce di quanto fin qui esposto, crediamo di poter affermare che non vi siano segnali di un disturbo sulla prateria di *Posidonia oceanica* direttamente imputabile alle attività svolte e/o alla persistente presenza delle aree di trapianto. Si può inoltre affermare che gli andamenti osservati di tutti i descrittori e degli indici utilizzati nel corso del 2013 (cfr. Relazione Dicembre 2013) e del 2014, rivelano uno stretto parallelismo tra ciò che accade alle piante di *Posidonia oceanica* presso la prateria naturale e ciò che si ipotizza stia accadendo alle piante trapiantate. In entrambi i casi, infatti, si assiste ad una lenta e costante stabilizzazione del sistema *Posidonia* che si sta riadattando alle condizioni ecologiche normali (o prevalenti) dell'area di indagine che sembra si siano ripristinate dopo il forte stress subito nell'autunno 2012.

MONITORAGGIO OTTOBRE 2014

Ricognizione video/fotografica delle aree di monitoraggio talee trapiantate (i filmati sono consegnati in allegato)



PLANIMETRIE AREE DI IMPIANTO









ELENCO DELLE STUOIE INTERESSATE ALL'ATTIVITÀ DI MONITORAGGIO




| Numero Stuoia | Area di monitoraggio | Numero assegnato |
|---------------|----------------------|------------------|
| R1_1 | A | I |
| R1_2 | A | II |
| R1_3 | A | III |
| R1_4 | A </td <td>IV</td> | IV |
| R1_29 | B | I |
| R1_28 | B | II |
| R1_41 | B | III |
| R1_40 | B | IV |
| R2_11 | C | I |
| R2_10 | C | II |
| R2_9 | C | III |
| R2_8 | C | IV |




RASSEGNA FOTOGRAFICA




| Numero Stuoia | Fermo immagine |
|---------------|--|
| R1_1_A-I |  |
| R1_1_A-I |  |

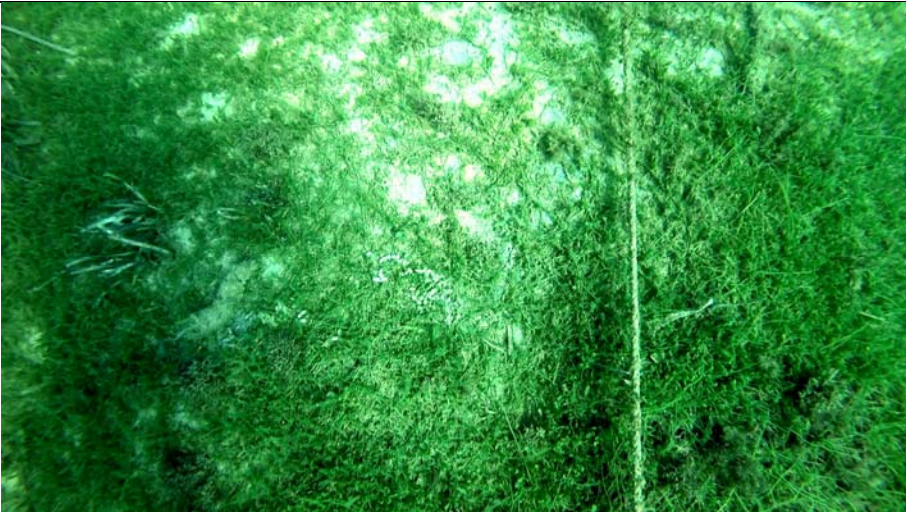
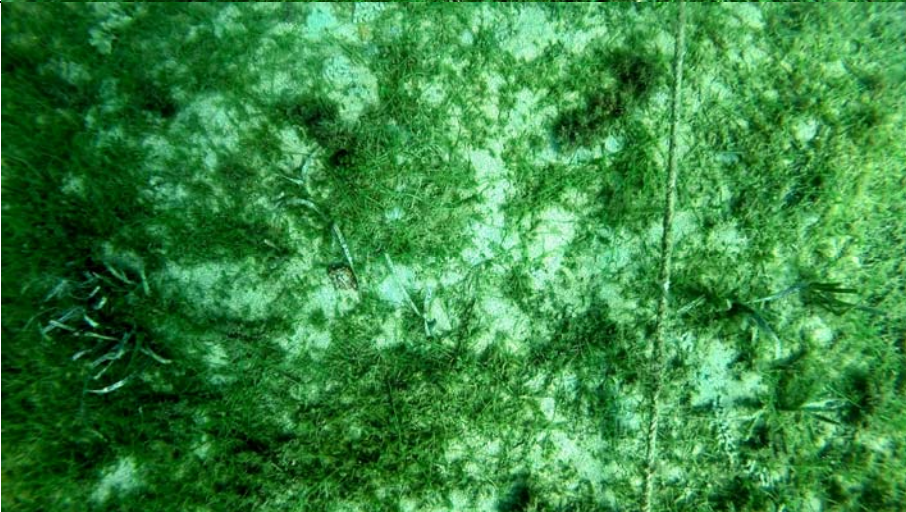

| | |
|---------------|--|
| R1_1_A-I |  |
| R1_1_A-I |  |
| Numero Stuoia | Fermo immagine |
| R1_2_A-II |  |




| | |
|-----------|--|
| R1_2_A-II |  |
| R1_2_A-II |  |
| R1_2_A-II |  |




| Numero Stuoia | Fermo immagine |
|---------------|--|
| R1_3_A-III |  |
| R1_3_A-III |  |
| R1_3_A-III |  |




| | |
|---------------|--|
| R1_3_A-III |  |
| Numero Stuoia | Fermo immagine |
| R1_4_A-IV |  |
| R1_4_A-IV |  |




| | |
|---------------|--|
| R1_4_A-IV |  |
| R1_4_A-IV |  |
| Numero Stuoia | Fermo immagine |
| R1_29_B-I |  |




| | |
|-----------|---|
| R1_29_B-I |  An aerial photograph showing a dense, vibrant green field. A vertical line, possibly a path or a boundary, runs through the center of the field. The vegetation appears thick and uniform in color. |
| R1_29_B-I |  An aerial photograph showing a dense, vibrant green field, similar to the first image. A vertical line runs through the center. The field is very lush and green. |
| R1_29_B-I |  An aerial photograph showing a sparse, dry field. The vegetation is thin and dark, appearing almost black against the light-colored ground. A vertical line runs through the center, similar to the previous images. |




| Numero Stuoia | Fermo immagine |
|---------------|--|
| R1_28_B-II |  |
| R1_28_B-II |  |
| R1_28_B-II |  |




| | |
|---------------|--|
| R1_28_B-II |  |
| Numero Stuoia | Fermo immagine |
| R1_41_B-III |  |
| R1_41_B-III |  |




| | |
|---------------|--|
| R1_41_B-III |  |
| R1_41_B-III |  |
| Numero Stuoia | Fermo immagine |
| R1_40_B-IV |  |




| | |
|------------|--|
| R1_40_B-IV |  |
| R1_40_B-IV |  |
| R1_40_B-IV |  |

| Numero Stuoia | Fermo immagine |
|---------------|--|
| R2_11_C-I |  |
| R2_11_C-I |  |
| R2_11_C-I |  |

| | |
|---------------|--|
| R2_11_C-I |  |
| Numero Stuoia | Fermo immagine |
| R2_10_C-II |  |
| R2_10_C-II |  |

| | |
|---------------|--|
| R2_10_C-II |  |
| R2_10_C-II |  |
| Numero Stuoia | Fermo immagine |
| R2_9_C-III |  |

| | |
|------------|--|
| R2_9_C-III |  |
| R2_9_C-III |  |
| R2_9_C-III |  |

| Numero Stuoia | Fermo immagine |
|---------------|--|
| R2_8_C-IV |  |
| R2_8_C-IV |  |
| R2_8_C-IV |  |

R2_8_C-IV

