



Consorzio per la Gestione del Centro
di Coordinamento delle Attività di Ricerca
inerenti il Sistema Lagunare di Venezia

Palazzo Franchetti S. Marco 2847 30124 Venezia

Tel. +39.041.2402511 Fax +39.041.2402512

Progetto **STUDIO B.6.72 B/7**

**ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL
MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI
DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE
BOCCHIE LAGUNARI**

Contratto n. 102000953

Documento **MACROATTIVITÀ: VEGETAZIONE TERRESTRE
RAPPORTO FINALE**

Versione **1.0**

Emissione **1 Luglio 2012**

Redazione

Verifica

Verifica

Approvazione

Dott. Francesco Scarton
(SELC)

Prof. Giovanni Sburlino

Prof.ssa Patrizia Torricelli Ing. Pierpaolo Campostrini

Indice

1. PREMESSA E FINALITÀ DELL'INDAGINE.....	6
2. AREE DI INDAGINE.....	8
3. ATTIVITÀ SVOLTE.....	9
3.1 Controllo della dinamica vegetazionale.....	12
3.2 Flora.....	12
3.3 Sorveglianza delle infestanti esotiche.....	12
3.4 Carta della vegetazione reale.....	12
3.5 Cartografia floristica delle specie di interesse conservazionistico.....	13
3.6. Indagine popolazionistica di <i>Kosteletzkya pentacarpos</i>	13
3.7. Indagine popolazionistica <i>Salicornia veneta</i> Pign. et Lausi.....	13
3.8. Misura di parametri chimico-fisici in campioni di terreno a Punta Sabbioni.....	13
3.9. Monitoraggio della produttività delle aree orticole a Punta Sabbioni.....	14
3.10. Localizzazione delle attività di monitoraggio	15
3.11 Dati climatici.....	21
3.11.1 <i>Inquadramento climatico e diagramma ombrotermico. Dati meteo del periodo 1962-2010</i>	21
3.11.2 <i>Diagramma ombrotermico 2011 e andamenti climatici</i>	23
3.11.3 <i>Confronto parametri climatici dal 2005 al 2011</i>	25
3.11.4 <i>Indici di Mitrakos</i>	36
4. MATERIALI E METODI.....	40
4.1 Controllo della dinamica vegetazionale.....	40
4.2 Flora.....	44
4.3. Sorveglianza delle infestanti esotiche.....	45
4.4 Cartografia della vegetazione reale.....	45
4.5. Cartografia floristica.....	46
4.6. Indagine popolazionistica di <i>Kosteletzkya pentacarpos</i>	47
4.7. Indagine popolazionistica <i>Salicornia veneta</i> Pign. et Lausi.....	47
5. CONTROLLO DELLA DINAMICA VEGETAZIONALE - TRANSETTI DINAMICI: ANALISI STATISTICA DEI DATI E RISULTATI PER IL PERIODO 2005-2011	50
5.1. Premessa	50
5.2. Materiali e metodi.....	51
5.3. Evoluzione del sistema	53
5.3.1. <i>Distribuzioni di frequenza</i>	53
5.3.2. <i>Ordinamenti diretti</i>	55
5.3.3. <i>Analisi temporale delle specie</i>	57

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

5.4	Tendenze evolutive in atto in ciascun sito	61
5.5.	Evoluzione della composizione vegetazionale a livello di transetti.....	66
5.5.1	<i>Analisi della dinamica vegetazionale per stagioni</i>	66
5.5.2	<i>Analisi della dinamica del numero di specie per Unità di Campionamento.....</i>	72
5.5.3.	<i>Analisi della variazione della composizione specifica nel periodo di indagine.....</i>	81
5.6	Note floristiche	82
5.7	Conclusioni.....	86
6.	CONTROLLO DELLA DINAMICA VEGETAZIONALE - PLOT PERMANENTI: ANALISI STATISTICA DEI DATI E RISULTATI PER IL PERIODO 2008-2011	88
6.1	Premessa.....	88
6.2	Materiali e metodi.....	89
6.3	Analisi della dinamica vegetazionale a livello di plot per stagioni.....	90
6.4	Note floristiche.....	96
6.5	Conclusioni.....	99
7	FLORA, SORVEGLIANZA DELLE INFESTANTI E CARTOGRAFIA TEMATICA: RISULTATI.....	100
7.1	Flora.....	100
7.2.	Sorveglianza delle infestanti esotiche.....	103
7.3	Cartografia della vegetazione reale.....	108
7.4.	Cartografia floristica.....	112
7.5.	Indagini popolazionistiche.....	112
8	MISURA DI PARAMETRI CHIMICO-FISICI IN CAMPIONI DI TERRENO A PUNTA SABBIONI	113
8.1	Premessa	113
8.2	Materiali e metodi.....	113
8.3	Proprietà chimico-fisiche dei suoli.....	123
8.3.1	<i>Transetto vegetazionale PS01.....</i>	123
8.3.2	<i>Transetto vegetazionale PS02.....</i>	125
8.3.3	<i>Transetto vegetazionale PS03.....</i>	127
8.3.4	<i>Transetto vegetazionale PS04.....</i>	129
8.3.5.	<i>Transetto vegetazionale PS05.....</i>	131
8.3.6.	<i>Transetto vegetazionale PS06.....</i>	133
8.3.7.	<i>Transetto vegetazionale PS07.....</i>	135
8.3.8.	<i>Transetto vegetazionale PS08.....</i>	137
8.3.9.	<i>Transetto vegetazionale PS09.....</i>	139
8.3.10.	<i>Transetto vegetazionale PS10.....</i>	141
8.3.11.	<i>Salinità nel suolo del Tortulo-Scabiosetum</i>	143

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

8.3 Conclusioni.....	144
9 MONITORAGGIO DELLA PRODUTTIVITA' DELLE AREE ORTICOLE A PUNTA SABBIONI	146
9.1 Carta dell'uso del suolo	146
9.1.1 Fossati con vegetazione arborea e/o arbustiva	146
9.1.2 Alberature sparse.....	147
9.1.3 Aree urbane e giardini	147
9.1.4 Campeggio	147
9.1.5 Coltivazioni estensive	147
9.1.6 Incolti.....	147
9.1.7 Piccole aree boscate e boscaglia	147
9.1.8 Serre e coltivazioni intensive all'aperto	147
9.2 Misura della conducibilità dell'acque usate per l'irrigazione	153
9.2.1 Aziende di rilevamento e relative colture prevalenti	153
9.2.2 Metodi.....	154
9.2.3 Risultati.....	156
10 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	160
10.1. Punta Sabbioni	160
10.2. S. Nicolò	161
10.3. Alberoni	161
10.4. Ca' Roman	161
BIBLIOGRAFIA.....	163

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Al presente documento hanno contribuito per le attività di monitoraggio/restituzione dati /elaborazione testi:

Dott.ssa Martina Cazzin (SELC)

Dott.ssa Silvia Gaballo (SELC)

Dott. Leonardo Ghirelli

Dott. Daniele Mion (SELC)

Dott. Francesco Scarton (SELC)

Per le elaborazioni statistiche: Dott. Marco Montanari

1. PREMESSA E FINALITÀ DELL'INDAGINE

Nel presente Rapporto Finale si illustrano le attività e si analizzano i risultati relativi al monitoraggio della vegetazione terrestre svolto nel 2011 nell'ambito dell'ampio piano di indagini denominato "Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari".

Il monitoraggio della vegetazione terrestre è iniziato nel 2005 e proseguito negli anni successivi attraverso gli Studi B.6.72 B/1-2-3-4-5-6-7 con lo scopo di verificare le eventuali risposte alle attività di cantiere da parte delle comunità vegetali presenti alle bocche di porto. Da principio sono stati oggetto di indagine i siti di Punta Sabbioni, Alberoni e Ca' Roman. Le aree di indagine rientrano nel SIC-ZPS Penisola del Cavallino: biotopi litoranei (IT3250003) e nel SIC-ZPS Lido di Venezia: biotopi litoranei (IT3250023). In ciascun caso i limiti geografici delle due tipologie di siti Natura 2000 sono del tutto coincidenti.

Il controllo è stato organizzato in modo da fornire un'analisi dettagliata mediante rilievi puntuali (rilievo vegetazionale su transetti fissi e rilievo delle entità infestanti su fasce parallele al margine dei cantieri), non trascurando tuttavia una visione d'insieme più ampia, mediante l'elaborazione della carta della vegetazione per una fascia di ampiezza di 200 m dal limite dei cantieri. Negli anni successivi sono stati inseriti due nuovi siti (S. Nicolò e S. Felice) e le attività di monitoraggio sono state ampliate e calibrate per un controllo più specifico delle evidenze emerse e i fenomeni che ad esse sottendono. In particolare per il 2010 e per il 2011 sono state inserite a Punta Sabbioni una serie di misure e analisi volte ad approfondire alcuni aspetti d'interesse osservati in tale area.

Essendo il monitoraggio al suo settimo anno e avendo accumulato un'ampio dataset, è stata condotta un'approfondita elaborazione statistica sui dati relativi ai rilievi dei transetti dinamici (sette anni) e sui dati relativi ai plot (quattro anni). Tali elaborazioni forniscono un supporto alle osservazioni visive e emerse nelle varie tipologie di rilievo.

Le attività condotte nel corso del 2011 e presentate nel presente Rapporto Finale sono suddivise nelle seguenti tipologie di rilievo:

- controllo della dinamica vegetazionale (rilievo dei transetti dinamici e rilievo dei circular plot vegetazionali - 2 campagne annuali);
- flora (aggiornamento dell'elenco floristico - nel corso delle 2 campagne annuali);
- sorveglianza delle infestanti esotiche (2 campagne annuali);
- cartografia della vegetazione reale (attività di aggiornamento dei documenti cartografici elaborati negli anni precedenti) e cartografia degli habitat derivata;
- cartografia floristica delle specie di interesse conservazionistico (*Epipactis palustris*, *Centaurea tommasinii* e *Kosteletzkya pentacarpos*);
- indagine popolazionistica relativa a *Kosteletzkya pentacarpos* nel solo sito Punta Sabbioni;
- indagine popolazionistica relativa a *Salicornia veneta* a Punta Sabbioni, Alberoni e Ca' Roman;
- monitoraggio della falda superficiale nelle aree a vegetazione spontanea a Punta Sabbioni: in questa attività è prevista la misura di parametri chimico-fisici in campioni di terreno superficiale in 2 campagne (estate e autunno). L'attività di installazione di 3 piezometri superficiali prevista al par. 7.3.2 del Disciplinare Tecnico è stata sostituita da 4 ulteriori campagne di rilevamento delle caratteristiche chimico-fisiche del suolo.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Questa attività nella presente relazione si trova sotto i paragrafi denominati "Misura di parametri chimico-fisici in campioni di terreno".

- Monitoraggio della produttività delle aree orticole a Punta Sabbioni: carta dell'uso del suolo, misura della conducibilità in campioni di acqua usata per l'irrigazione.

2. AREE DI INDAGINE

Le aree d'indagine, previste dal Disciplinare Tecnico ed evidenziate in fig. 2.1, sono:

- Punta Sabbioni,
- S. Nicolò,
- Alberoni,
- Ca' Roman,

I siti Punta Sabbioni, Alberoni, Ca' Roman sono stati oggetto di studio dal 2005, anno in cui sono iniziate le attività di monitoraggio. S. Nicolò è stato inserito nel 2008 (Disciplinare Tecnico, Studio B.6.72 B/4). Il sito S. Felice, situato presso la bocca di Chioggia-lato sud, oggetto di indagine negli anni 2009 e 2010 (Disciplinare Tecnico, Studio B.6.72 B/5-6), è stato in quest'anno escluso dal monitoraggio.

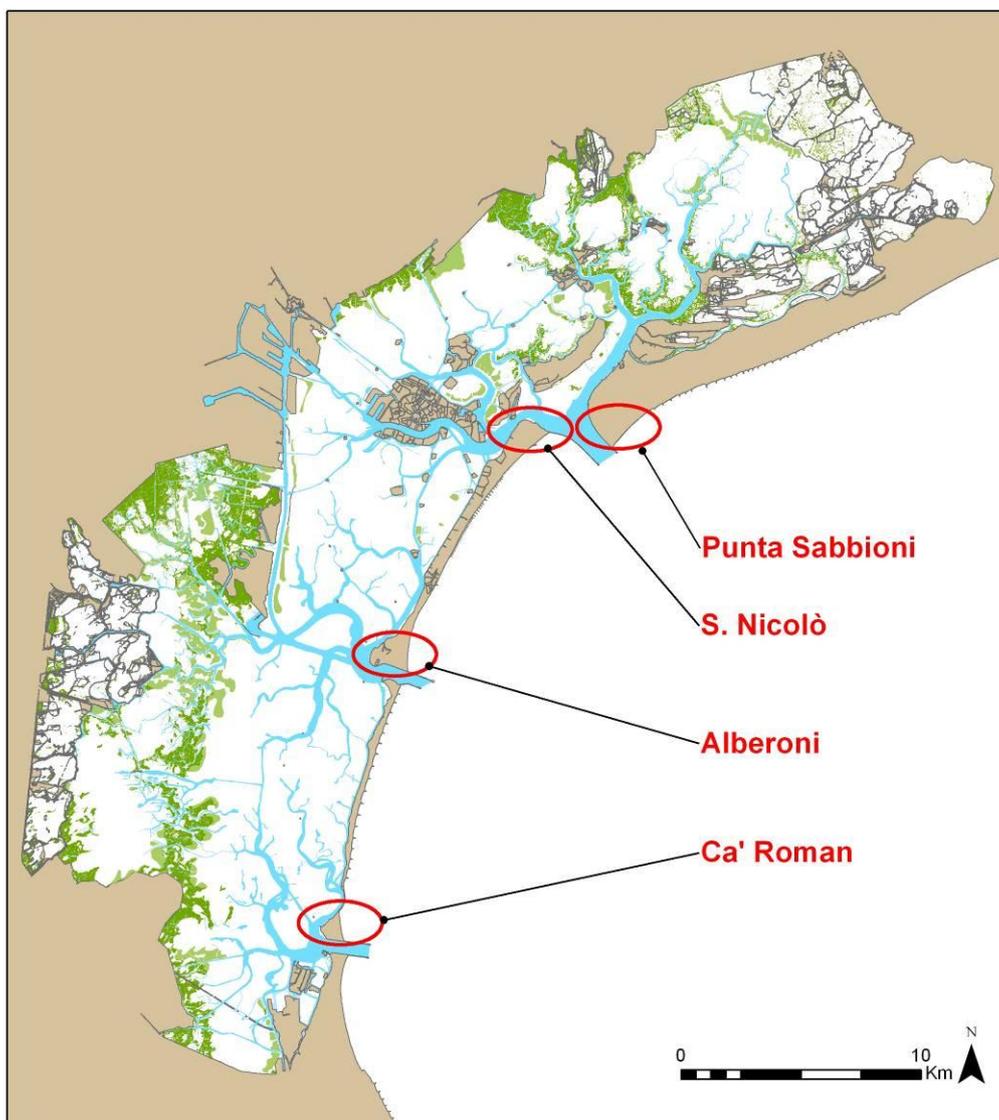


Fig. 2.1 - Ubicazione dei quattro settori di indagine per il 2011.

3. ATTIVITÀ SVOLTE

Nel presente capitolo sono elencate e descritte le attività svolte nell'arco del 2011. Viene inoltre definita la localizzazione dei punti di monitoraggio per ogni sito di indagine. Le attività sono state svolte secondo la tempistica indicata nella seguente tabella. Tutti i risultati non inclusi in questa relazione sono stati inclusi in Allegati che sono stati consegnati al committente contestualmente alla relazione.

Tab. 3.1 - Cronoprogramma delle attività per il monitoraggio della vegetazione emersa nel settimo anno di attività (2011).

	Mag-11	Giu-11	Lug-11	Ago-11	Set-11	Ott-11	Nov-11	Dic-11	Gen-12	Feb-12	Mar-12	Apr-12	Mag-12	Giu-12	Lug-12
Attività di campo															
Controllo della dinamica vegetazionale															
Aggiornamento dell'elenco floristico															
Sorveglianza delle infestanti esotiche															
Aggiornamento della Cartografia della vegetazione reale															
Cartografia floristica delle specie di interesse conservazionistico															
Indagini popolazionistiche															
Misura di parametri chimico-fisici in campioni di terreno															
Misura della conducibilità in campioni di acqua per l'irrigazione; carta dell'uso del suolo															
Attività di desk															
Elaborazione cartografia															
Rapportistica tecnica					IRV				IIRV						RF

IRV1, IIRV = I e II Rapporto Valutazione (rapporti di campagna, con dati e determinazioni)

RF = Rapporto Finale

Nella tabella seguente sono riepilogate, per ogni area di indagine e per ogni anno di monitoraggio, le attività di rilievo condotte nei sette anni nell'ambito degli Studi B.6.72 B/1-2-3-4-5-6-7.

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI
 Tabella 3.2 - Attività di rilievo condotte in ciascun sito oggetto di indagine nei sei anni di monitoraggio.

	Transetti vegetazionali							Plot							Infestanti esotiche							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
Punta Sabbioni																						
S. Nicolò																						
Alberoni																						
Ca' Roman																						
S. Felice ex stazione RG																						
S. Felice Forte																						

	Elenco Floristico							Carta vegetazione reale							Carta floristica delle specie di interesse conservazionistico							
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	
Punta Sabbioni																						
S. Nicolò																						
Alberoni																						
Ca' Roman																						
S. Felice ex stazione RG																						
S. Felice Forte																						

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI
 Tabella 3.2 - *Continua*. Attività di rilievo condotte in ciascun sito oggetto di indagine nei sei anni di monitoraggio.

	Indagine popolazionistica <i>Kosteletzkya pentacarpos</i>							Indagine popolazionistica <i>Salicornia veneta</i>							Misura di parametri chimico- fisici in campioni di terreno							Monitoraggio della produttività delle aree orticole						
	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
Punta Sabbioni																												
S. Nicolò																												
Alberoni																												
Ca' Roman																												
S. Felice ex stazione RG																												
S. Felice Forte																												

3.1 Controllo della dinamica vegetazionale

L'attività di controllo della dinamica vegetazionale ha l'obiettivo di valutare gli eventuali cambiamenti di tipo strutturale e compositivo legati alle interferenze delle attività cantieristiche ed evidenziare il trend direzionale del sistema.

Allo scopo sono adottate due tipologie di rilievo:

- **trasetti dinamici** (in totale 35): superfici lineari della lunghezza di 20 m e larghezza di 1 m, identificate all'interno dei settori più rappresentativi di quattro delle cinque aree indagate. Nei siti Punta Sabbioni (10 trasetti), Alberoni (10 trasetti) e Ca' Roman (10 trasetti) il rilievo ha avuto inizio nel 2005. Nel sito di S. Nicolò non è previsto alcun trasetto;
- **plot vegetazionali** permanenti (in totale 26) nelle fitocenosi di maggior interesse. Questa attività è iniziata nel 2008, anno in cui sono stati identificati e rilevati 6 plot in ciascuno dei siti Punta Sabbioni, Alberoni e Ca' Roman e 4 plot a S. Nicolò.

I risultati, riferiti preliminarmente nel I e II Rapporto di Valutazione, sono presentati in forma revisionata e commentata nei capitoli 5-6 e negli Allegati 1 e 2.

3.2 Flora

L'analisi della flora è stata condotta mediante ripetuti sopralluoghi eseguiti nel corso della stagione vegetativa. L'obbiettivo è stato l'aggiornamento annuale delle liste floristiche che sono state redatte per la prima volta nel 2005 per i siti Punta Sabbioni, Alberoni, Ca' Roman, nel 2008 per S. Nicolò.

Le entità di maggiore rilievo dal punto di vista naturalistico sono state puntualmente segnalate.

Rispetto all'elenco presentato nei Rapporti di Valutazione I e II, la versione inserita nell'Allegato 3 del presente rapporto contiene alcuni aggiornamenti.

3.3 Sorveglianza delle infestanti esotiche

Il controllo della diffusione delle specie infestanti esotiche è stato eseguito nei siti di Punta Sabbioni, Alberoni, Ca' Roman a partire dal 2005. I rilievi, che consistono nell'elencazione delle specie infestanti e nella valutazione della loro copertura, sono stati effettuati in settori lineari omogenei identificati lungo la fascia a contatto con il cantiere.

Lo scopo del rilievo è di segnalare l'ingressione e/o l'espansione di specie infestanti esotiche e/o cambiamenti strutturali della vegetazione ad opera delle stesse.

Sono stati condotti due controlli (giugno-luglio e ottobre 2011), descritti nel I e II Rapporto di Valutazione. La revisione dei dati e le considerazioni finali sono illustrate nel capitolo 7 e nell'Allegato 4.

3.4 Carta della vegetazione reale

L'attività si è concretizzata nell'aggiornamento annuale delle carte della vegetazione dei siti Punta Sabbioni, S. Nicolò, Alberoni e Ca' Roman.

Le uscite in campo sono state eseguite nel mese di agosto 2011; successivamente è avvenuta la fase di restituzione digitale mediante software ArcGis 9.3.

I prodotti cartografici, la cui versione preliminare è inclusa nel II Rapporto di Valutazione, sono presentati nella versione finale nell'Allegato Cartografico (formato A3).

3.5 Cartografia floristica delle specie di interesse conservazionistico

La redazione della cartografia floristica è un'attività inserita nel 2010 in tutti i siti di indagine ed è consistita nel censimento delle specie floristiche di interesse conservazionistico: *Epipactis palustris*, *Centaurea tommasinii* e *Kosteletzkya pentacarpos*. In quest'anno si è provveduto ad effettuare il primo aggiornamento a distanza di un anno.

I prodotti cartografici elaborati in seguito al rilievo sono inseriti nell'Allegato Cartografico.

3.6. Indagine popolazionistica di *Kosteletzkya pentacarpos*

Questa tipologia di rilievo dedicata a *Kosteletzkya pentacarpos*, è stata inserita nel 2010 ed è proseguita nel 2011 a Punta Sabbioni.

Kosteletzkya pentacarpos vive in habitat fortemente minacciati quali paludi subsalse litoranee o presso i margini di bacini lacustri costieri [Conti *et al.*, 1997; Scoppola & Spampinato, 2005; Min.Ambiente, 2010]; è inclusa nella Lista Rossa Nazionale [Conti *et al.*, 1992, 1997] e nell'Allegato II della Direttiva Habitat 92/43/CEE, ed è stata segnalata in pochi e sporadici siti in Italia e in tutta Europa. In particolare in Italia è stata segnalata per Toscana, Lazio, Campania, Puglia e Veneto. A Punta Sabbioni è stata ritrovata nel 1993 [Rizzieri Masin *et al.*, 2009]. Indagini sull'attuale *status* della specie in Italia sono in corso da parte della Società Botanica Italiana.

Il rilievo condotto consiste nella stima della copertura della specie, nel conteggio del numero di individui e dei fiori in 10 quadrati permanenti. I risultati sono presentati nell'Allegato 5.

3.7. Indagine popolazionistica *Salicornia veneta* Pign. et Lausi

Questa nuova attività è stata introdotta per monitorare *Salicornia veneta*, specie endemica del nord Adriatico considerata di interesse prioritario dalla Direttiva Habitat 92/43/CEE.

Nei tre siti Punta Sabbioni, Alberoni e Ca' Roman è stata verificata la reale presenza della specie e, ove effettivamente presente, si è proceduto a posizionare 5 quadrati permanenti rappresentativi in cui sono stati condotti i rilievi. I risultati sono presentati nell'Allegato 5.

3.8. Misura di parametri chimico-fisici in campioni di terreno a Punta Sabbioni

Si tratta di una nuova attività inserita per il 2011 che consiste nell'analisi di campioni di terreno al fine di conoscere le caratteristiche chimico-fisiche del suolo e fornire ulteriori informazioni correlabili alla vegetazione spontanea monitorata. Sono stati considerati i seguenti parametri: pH, ione Na⁺, Ca⁺, Mg⁺⁺, salinità, contenuto d'acqua e tessitura. Sono state effettuate 2 campagne (estate e autunno 2011) e 4 campagne eseguite tra marzo e maggio 2012.

3.9. Monitoraggio della produttività delle aree orticole a Punta Sabbioni

Questa attività, anch'essa introdotta nel 2011, ha lo scopo di controllare le caratteristiche delle acque usate per l'irrigazione delle aree agricole a Punta Sabbioni mediante la misura della conducibilità in 45 campioni prelevati da 5 pozzi da febbraio a giugno 2012.

Il programma ha previsto inoltre l'aggiornamento della carta dell'uso del suolo in scala 1:5.000.

3.10. Localizzazione delle attività di monitoraggio

Le attività di monitoraggio sono state eseguite all'interno della fascia di rispetto di ampiezza di 200 m, individuata sulla base della localizzazione dei cantieri resa nota all'inizio del monitoraggio e delle variazioni avvenute in corso d'opera. Le aree di rilievo relative ad ogni attività sono ubicate come in figg. 3.1., 3.2., 3.3., 3.4., seguendo le indicazioni del Disciplinare Tecnico nel corso del primo anno di monitoraggio per i siti Punta Sabbioni, Ca' Roman e Alberoni e nel 2008 per S. Nicolò.

Controllo della dinamica vegetazionale

- **Transetti dinamici**

La localizzazione dei 30 transetti nei siti Punta Sabbioni, Alberoni e Ca' Roman è stata definita nell'ambito della Fase A del primo anno di attività (2005) e successivamente modificata seguendo i nuovi perimetri di cantiere approvati dal Magistrato alle Acque di Venezia.

I transetti sono stati collocati nella fascia adiacente all'area di cantiere in direzione, nella maggioranza dei casi, perpendicolare al tracciato dell'opera. Nel posizionarli è stata attribuita priorità alle aree caratterizzate dagli habitat più sensibili (ad es. ammoreto, tortuloscabioseto, ecc.) e all'accessibilità al luogo. L'ubicazione attuale è visibile nelle figg. 3.1, 3.3, 3.4.

Nel sito Alberoni, nel corso della campagna primaverile 2007 il transetto A7 è stato sostituito dal A11, in quanto il primo è stato inglobato all'interno del nuovo perimetro dell'area di cantiere approvato dal Magistrato alle Acque. Per analoghi motivi, nella campagna primavera 2008 il transetto A8 è stato sostituito con il transetto A12.

Per quanto riguarda il sito di Ca' Roman, nelle campagne del 2006 è stato inserito un nuovo transetto, denominato CR11, in sostituzione del CR3 che ricadeva all'interno del nuovo perimetro dell'area di cantiere approvata dal Magistrato alle Acque.

- **Plot vegetazionali**

La localizzazione dei plot vegetazionali nei siti Punta Sabbioni, S. Nicolò, Alberoni e Ca' Roman è stata eseguita nel corso della campagna primavera 2008. La scelta delle aree ha seguito criteri di elevato pregio naturalistico e di omogeneità dell'area. L'ubicazione finale è visibile nelle figg. 3.1., 3.2., 3.3., 3.4.

Il plot 4 a S. Nicolò, ubicato su vegetazione di particolare interesse, è posizionato qualche decina di metri oltre il limite del buffer.

Sorveglianza delle infestanti esotiche

I rilievi coincidono con la fascia di ampiezza 5 m parallela ed esterna all'area di cantiere in ciascun sito. Nelle figg. 3.1, 3.3, 3.4 sono evidenziate le aree e la loro numerazione.

Si ricorda che a Ca' Roman i tratti denominati nelle campagne 2005 VEI-CR-01 e VEI-CR-02 nel 2006 sono stati sostituiti con i tratti VEI-CR-11 e VEI-CR-12, in quanto i primi sono stati inglobati all'interno del perimetro della nuova area di cantiere approvata da Magistrato alle Acque di Venezia. Inoltre, nella seconda campagna del 2011 è stato inserito un nuovo tratto VEI-CR-13 a causa della comparsa di un popolamento dominato da *Amorpha fruticosa* a contatto con la barriera fonoassorbente lungo il buffer di controllo.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Si fa inoltre presente che, in seguito alla ripermimetrazione del cantiere situato ad Alberoni, si è provveduto (nelle campagne 2007) a modificare i tratti di infestanti esotiche come mostrato nella fig. 3.3. Tra i settori VEI-AL-03 e VEI-AL-04 è stato inserito un nuovo tratto denominato VEI-AL-12.

Le attività di aggiornamento dell'elenco floristico, aggiornamento/redazione della Carta della vegetazione reale, aggiornamento della Cartografia floristica sono state condotte all'interno delle fasce di interesse aventi 200 m di ampiezza dal margine del cantiere.

Indagine popolazionistica di *K. pentacarpos*

I rilievi sono stati condotti nel solo sito Punta Sabbioni in 10 quadrati permanenti (plot) ubicati dove *K. pentacarpos* è più rappresentativa ed abbondante all'interno della fascia di interesse avente 200 m di ampiezza dal margine del cantiere.

Indagine popolazionistica di *Salicornia veneta*

I rilievi sono stati condotti nei siti Punta Sabbioni, Alberoni e Ca' Roman all'interno delle fasce di rispetto (200 m di ampiezza dal margine del cantiere). Dopo aver verificato che la specie è presente nei soli siti di Alberoni e Ca' Roman, sono stati individuati 5 quadrati permanenti (plot) rappresentativi dei popolamenti.

Misura di parametri chimico-fisici in campioni di terreno a Punta Sabbioni:

I prelievi di terreno sono stati effettuati a Punta Sabbioni vicino alle unità di campionamento dei transetti dinamici.

Monitoraggio della produttività delle aree orticole a Punta Sabbioni

La carta della dell'uso del suolo è stata realizzata su di un'area di rispetto di 1 Km dal litorale Dante Alighieri per un'estensione complessiva di circa 130 ettari.

I pozzi presso cui sono stati fatti i prelievi periodici dei campioni d'acqua sono localizzati presso 5 Aziende Agricole rappresentative ed ubicate lungo il litorale Dante Alighieri.

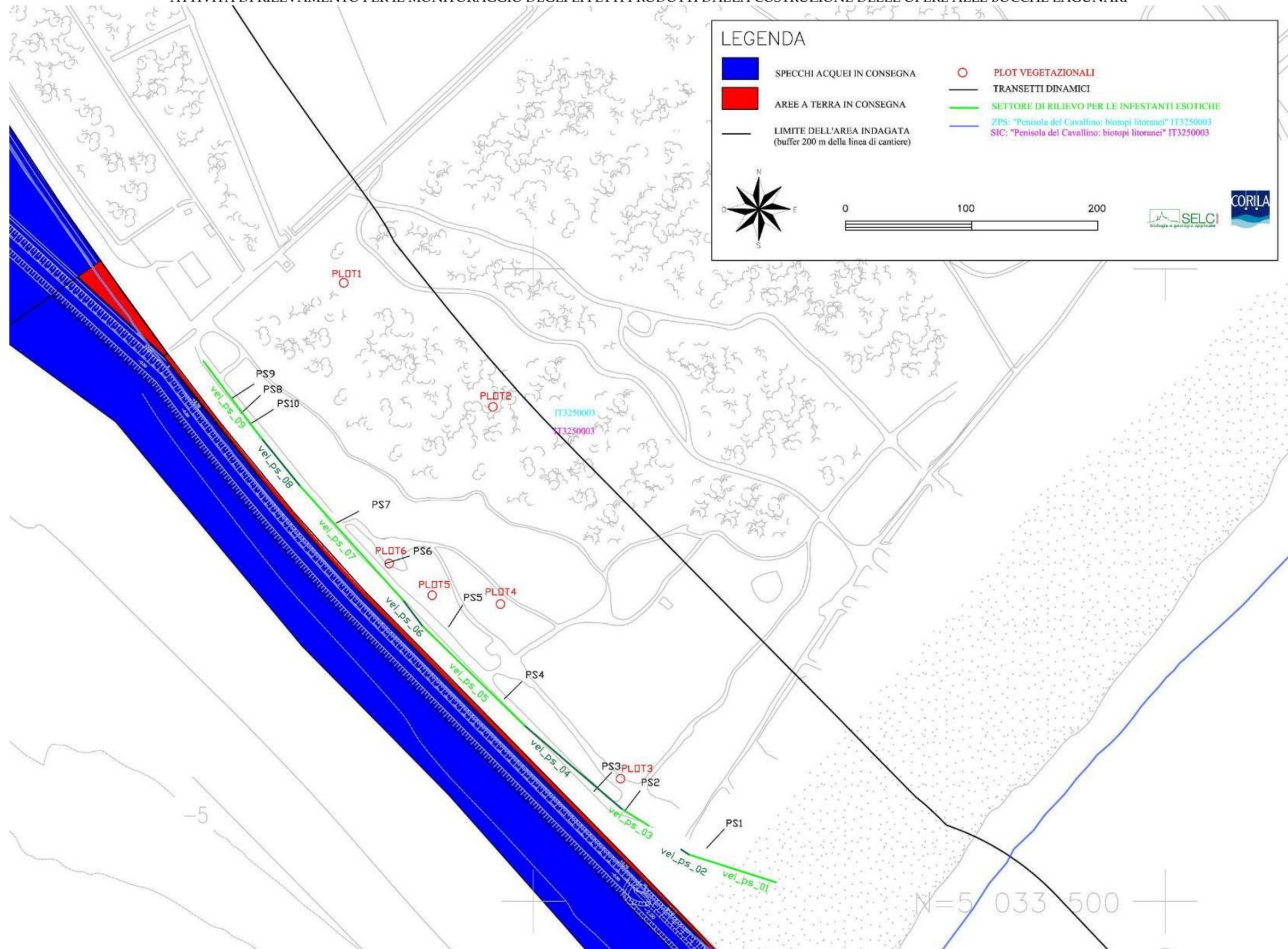


Fig. 3.1. - Punta Sabbioni: localizzazione delle attività di monitoraggio (figura di base: Progetto esecutivo - ottobre 2008, fornito da CVN). I perimetri del SIC IT3250003 e della ZPS IT3250003 sono sovrapposti.

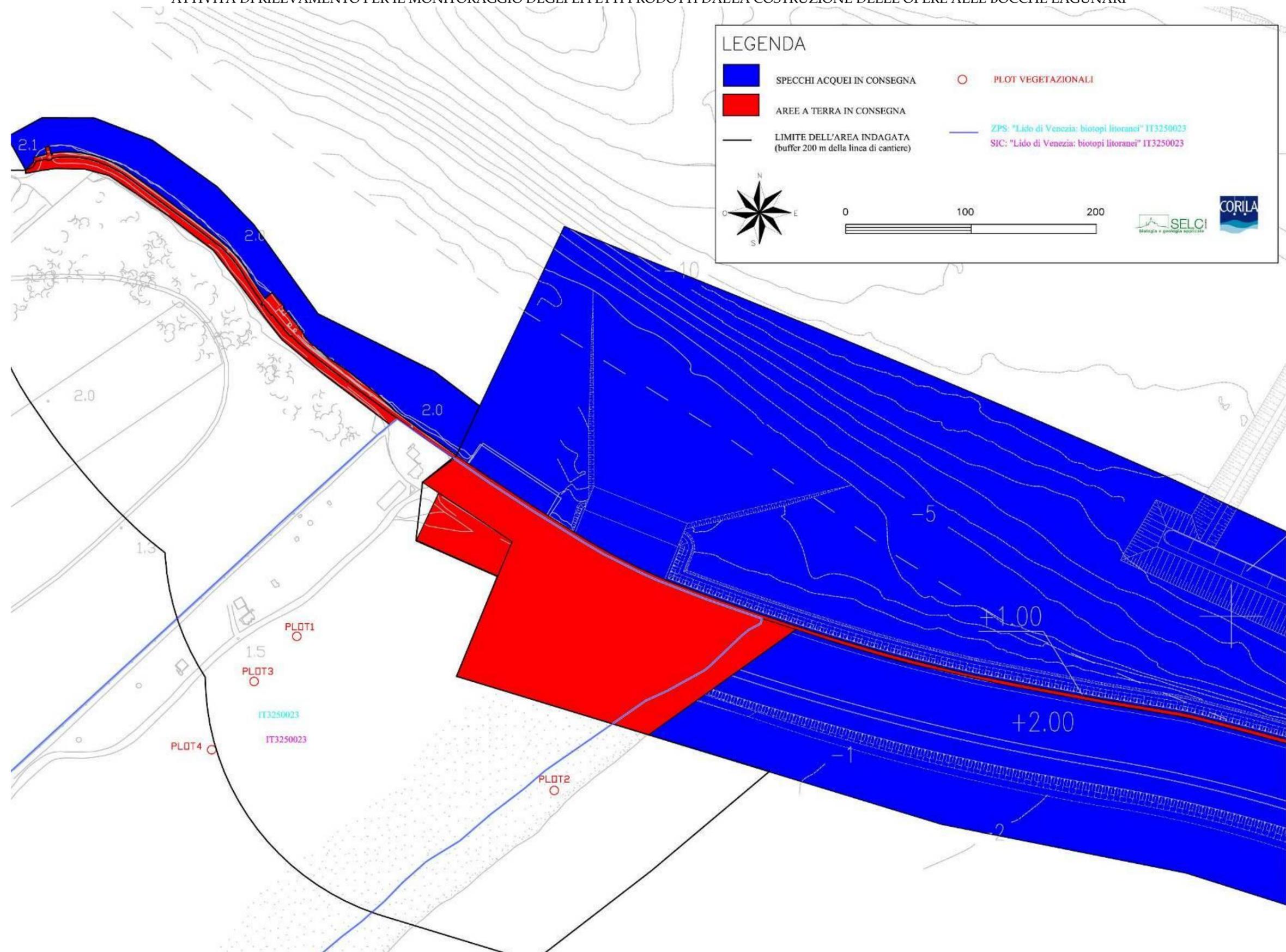


Fig. 3.2. - S. Nicolò: localizzazione delle attività di monitoraggio (figura di base: Progetto esecutivo - ottobre 2008, fornito da CVN). I perimetri del SIC IT3250023 e della ZPS IT3250023 sono sovrapposti.

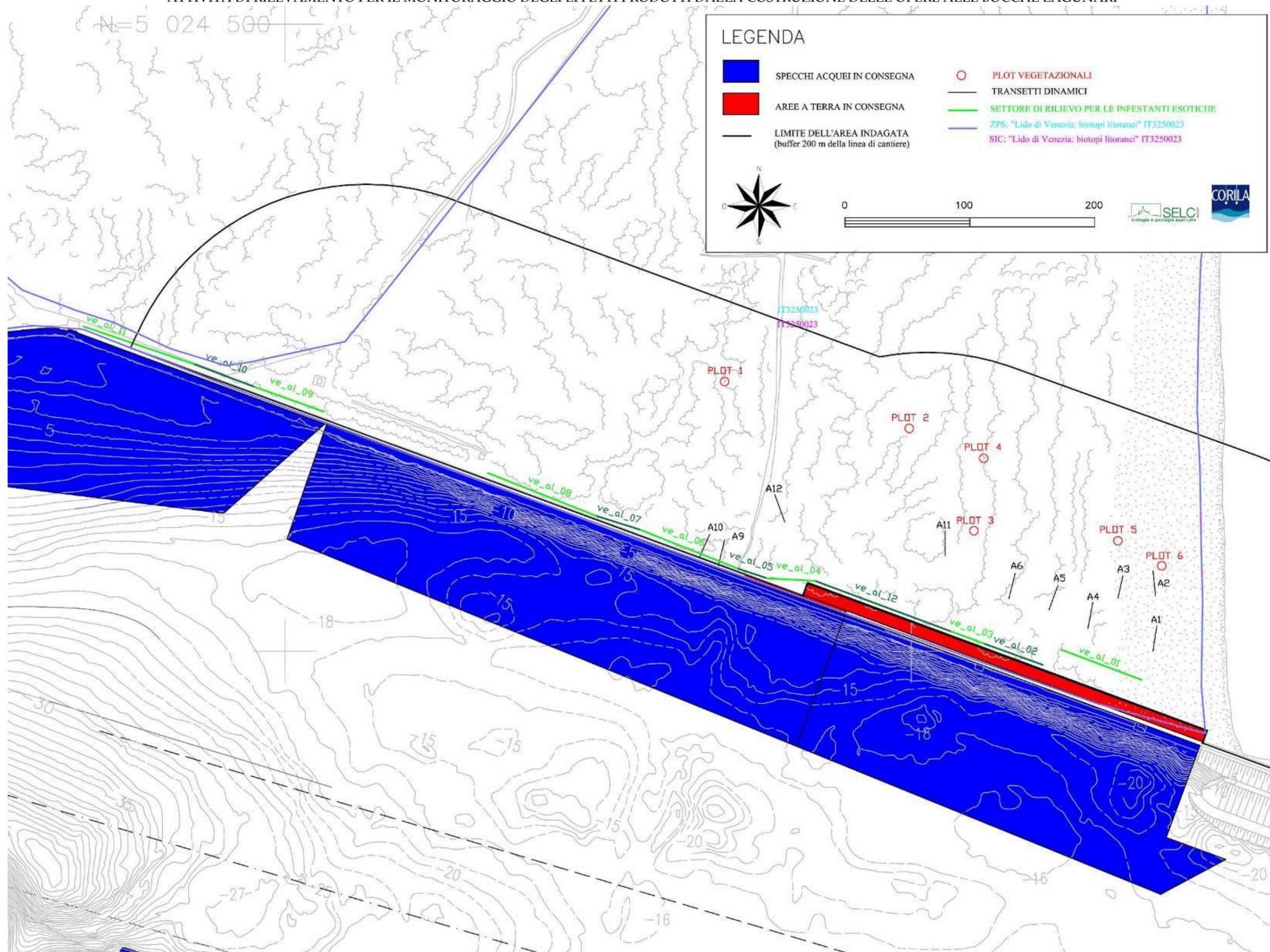


Fig. 3.3. - Alberoni: localizzazione delle attività di monitoraggio (figura di base: Progetto esecutivo - ottobre 2008, fornito da CVN). I perimetri del SIC IT3250023 e della ZPS IT3250023 sono sovrapposti.

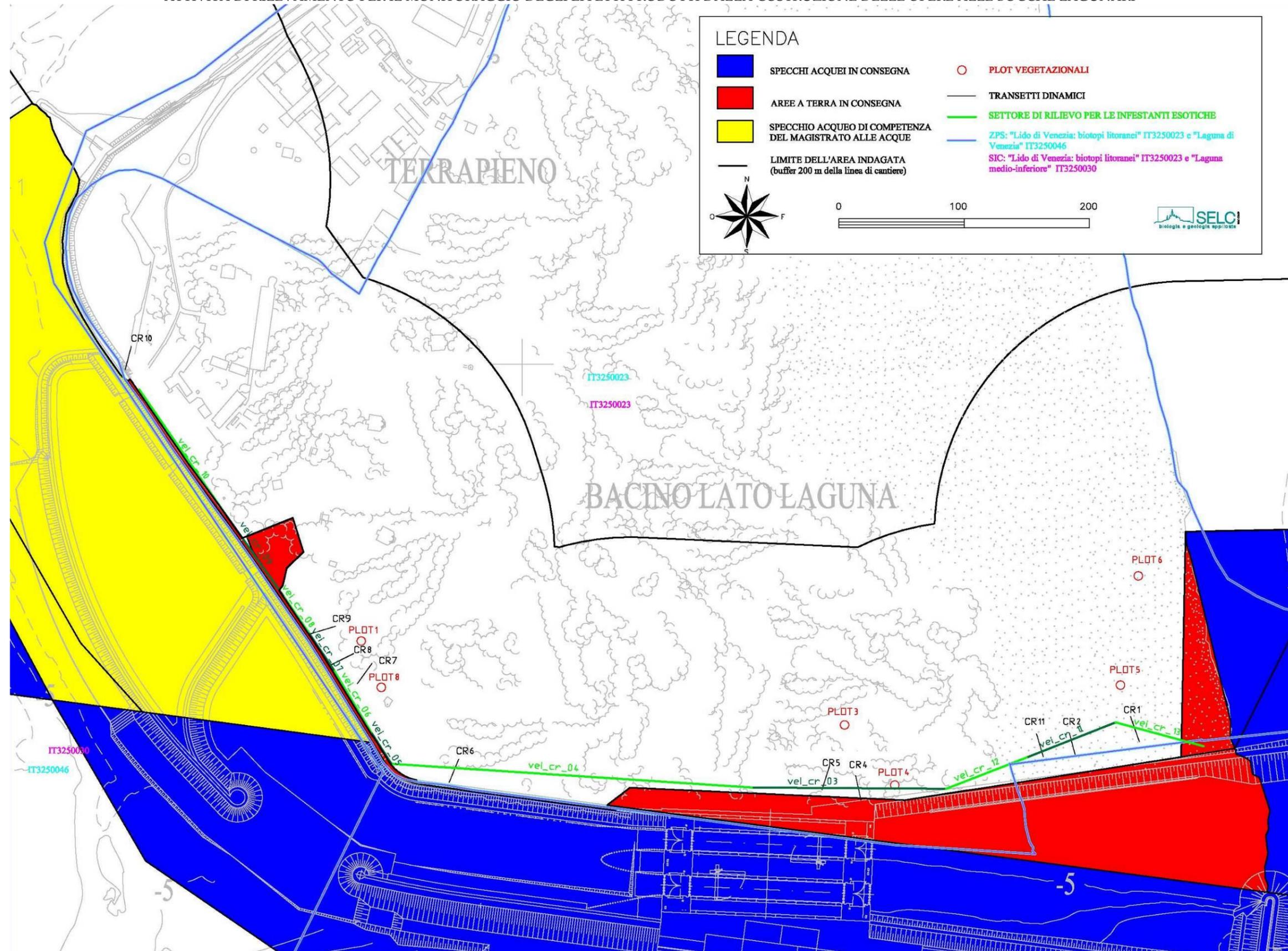


Fig. 3.4. - Ca' Roman: localizzazione delle attività di monitoraggio (figura di base: Progetto esecutivo - ottobre 2008, fornito da CVN).

I perimetri del SIC IT3250023 e della ZPS IT3250023 e quelli del SIC IT3250030 e della ZPS IT3250046 sono sovrapposti.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

3.11 Dati climatici

I parametri termopluviometrici dal 2005 al 2010 provengono principalmente dalla Stazione Agrometeorologica Cavallino (Treporti) gestita dal Servizio Centro Meteorologico di Teolo (ARPAV), ma anche dall'Osservatorio Meteorologico dell'Istituto Cavanis di Venezia, dalla stazione meteorologica Circolo Vela Punta Sabbioni, dalla centralina anemometrica di Molo CEPPE e dall'Ente Zona Industriale di Porto Marghera.

I dati termopluviometrici per il 2011 provengono dalla Stazione Agrometeorologica Cavallino (Treporti) gestita dal Servizio Centro Meteorologico di Teolo (ARPAV) per le precipitazioni e dalla Stazione meteorologica di Forte Sant'Andrea e Isola Tessera per le temperature.

I parametri climatici relativi al 2011 vengono di seguito confrontati con la serie storica 1962-2010, derivante dall'integrazione dei dati della stazione meteorologica di Punta Sabbioni, della stazione dell'Osservatorio Meteorologico dell'Istituto Cavanis di Venezia, della centralina anemometrica di Molo CEPPE e della Stazione Agrometeorologica di Cavallino (Treporti), integrata dai dati relativi ai precedenti anni di monitoraggio (2005-2010).

3.11.1 Inquadramento climatico e diagramma ombrotermico. Dati meteo del periodo 1962-2010

I parametri climatici della serie storica sono di seguito sintetizzati nelle tabb. 3.1. e 3.2..

Tab.3.1. Valori termici mensili (medie delle serie storiche).

T (°C)	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Min	-0.1	1.6	4.5	8.5	13.4	16.6	19.9	19.5	16.0	10.5	4.5	0.5
Media	4.1	5.7	9.3	13.5	18.6	22.3	25.1	24.6	20.6	15.4	9.5	5.2
Max	8.3	9.7	13.7	18.0	23.2	27.0	28.8	28.6	24.1	19.8	14.3	9.4

Tab.3.2. Precipitazioni medie mensili (serie storiche).

P (mm)	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
	51.3	75.1	80.9	60.2	53.7	57.7	68.4	74.0	88.0	59.2	72.0	73.9

In tabella 3.3 è riportata la sintesi climatica della serie storica.

Tab.3.3. Sintesi climatica.

Parametri	Temperature (°C)
Media annua	14,5
Media delle massime	18,7
Media delle minime	9,8
Massima assoluta (1992 - dato medio giornaliero)	31,6
Minima assoluta (1985 - dato medio giornaliero)	-6,0
Media delle max giornaliere del mese più caldo	29,8 (luglio)
Media delle min giornaliere del mese più freddo	-1,3 (gennaio)
Mesi con media delle min < 0°C	gennaio
	Precipitazioni (mm)
Media annua	814,4
Massima assoluta annua (2010)	1186,6
Minima assoluta annua (2003)	544

Il diagramma ombrotermico di fig. 3.5. illustra l'andamento dei due principali parametri climatici (temperatura e precipitazioni) [Bagnouls et Gausson, 1957].

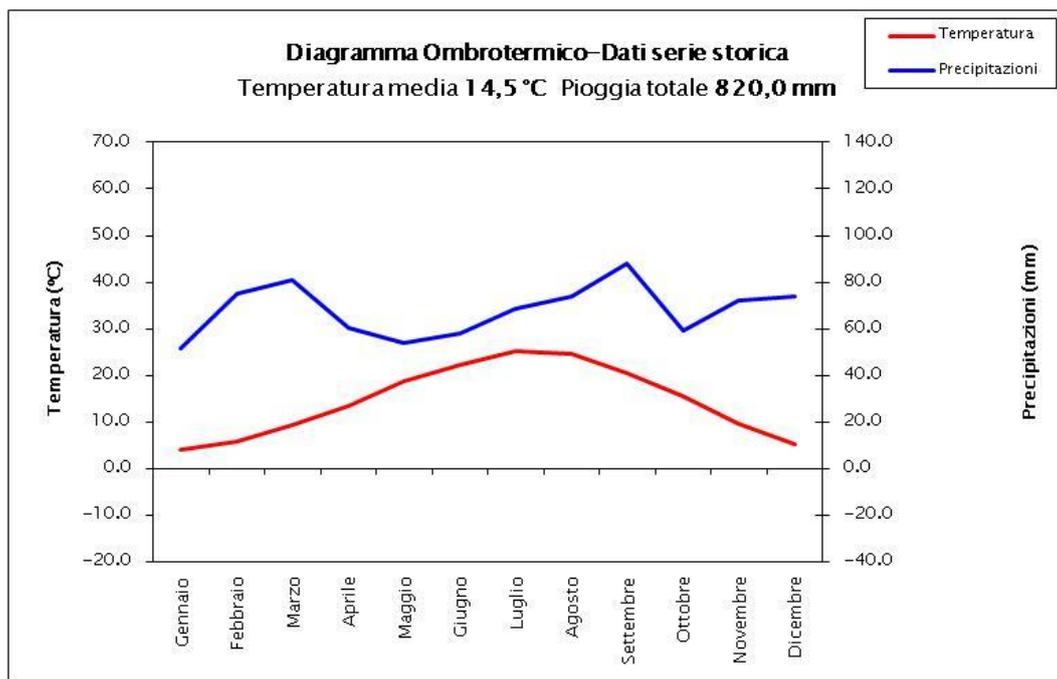


Fig.3.5. Diagramma ombrotermico di Bagnouls-Gausson.

Sulla base dei dati e dell'osservazione del diagramma di Bagnouls-Gausson si può concludere che il clima è di tipo subcontinentale a carattere oceanico ed assenza di periodi di aridità, caratterizzato da precipitazioni annue distribuite lungo tutto l'arco dell'anno. I periodi di massima piovosità si collocano nei mesi invernali di febbraio e marzo e a fine estate, nel mese di settembre. I minimi annuali di precipitazioni si hanno nei mesi di gennaio, maggio-giugno e di ottobre. Le temperature più elevate si registrano in luglio e agosto, mentre i minimi nei mesi di gennaio e dicembre.

In nessun caso la curva delle precipitazioni scende sotto a quella delle temperature, pertanto non esiste un periodo di aridità inteso secondo Bagnouls et Gausson [1957].

Classificazione bioclimatica secondo Rivas-Martinez

Dato l'oggetto del monitoraggio, si è ritenuto utile caratterizzare l'area dal punto di vista bioclimatico. Per bioclimatologia si intende la relazione tra clima e la distribuzione degli esseri viventi, mentre il bioclimate è lo spazio biofisico delimitato da determinati tipi di vegetazione e dai corrispondenti valori climatici [Rivas-Martínez, 1996].

La classificazione bioclimatica messa a punto da RIVAS-MARTÍNEZ [1996] prevede l'utilizzo di diversi parametri descrittivi; tra i più importanti sono:

- **Indice di termicità (It):** si ottiene sommando i valori di T (temperatura media annua), m (media delle minime del mese più freddo) e M (media delle massime del mese più freddo). È un indice che misura l'intensità del freddo, fattore limitante per molte piante e comunità vegetali; evidenzia, quindi, il grado di mitezza del clima.
- **Indice di continentalità (Ic):** esprime la differenza tra la temperatura media del mese più caldo (Tmax) e quella del mese più freddo (Tmin); in base a quest'indice, il grado di continentalità è direttamente proporzionale a tale escursione termica.

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

- **Indice ombrotermico (Io):** è dato dal rapporto tra la somma delle precipitazioni medie (in mm) dei mesi in cui la temperatura media è maggiore di 0°C (Pp) e la somma delle temperature medie mensili superiori a 0°C.

Tali parametri vengono utilizzati per suddividere lo spazio fisico terrestre in unità basiche strutturate in un sistema gerarchico. L'unità superiore del sistema è il "macrobioclima", che comprende cinque tipologie (tropicale, mediterraneo, temperato, boreale e polare). Ognuna di queste regioni è poi ulteriormente suddivisa in diversi "bioclimi" (in totale 27 tipi differenti). Le unità gerarchicamente inferiori sono la "variante bioclimatica" (ove prevista), il "termotipo" e l'"ombrotipo". Questi ultimi esprimono rispettivamente la componente termica del clima e le condizioni di umidità.

Dai dati storici, attraverso l'utilizzo degli indici climatici, si può calcolare il bioclima dell'area monitorata, che risulta essere Temperato Oceanico di tipo Submediterraneo, con termotipo Mesotemperato inferiore e ombrotipo Subumido inferiore.

3.11.2 Diagramma ombrotermico 2011 e andamenti climatici

Nelle tabb. 3.4. e 3.5. si riportano i dati di temperatura e precipitazioni relativi all'anno 2011 e in fig. 3.2. il diagramma ombrotermico derivato.

Tab.3.4. Valori termici mensili - Anno 2011.

T (°C)	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
Min	2.2	3.3	6.8	12.3	16.1	19.6	20.1	21.9	19.6	11.5	7.4	4.6
Media	3.7	5.7	9.2	15.1	19.1	22.0	23.1	24.9	22.8	14.6	9.7	6,5
Max	5.5	8.6	11.5	17.7	22.0	24.4	25.7	27.5	25.5	17.7	12.6	8.6

Tab.3.5. Precipitazioni mensili - Anno 2011.

P (mm)	GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
	15.0	47.4	124.0	8.4	21.8	44.0	71.6	10.4	54.2	84.0	49.2	20.8

Il 2011 è stato caratterizzato da una temperatura media annua di 14,8°C e da una piovosità totale di 550,8 mm.

La massima piovosità è stata registrata nel mese di marzo (124,0 mm), con un secondo massimo nel mese di ottobre (84,0 mm), seguito da un terzo nel mese di luglio (71,6 mm). Il minimo annuale si è raggiunto nel mese di aprile (8,4 mm), con un secondo minimo nel mese di agosto (10,4 mm), seguito da un terzo nel mese di gennaio (15,0 mm).

Per quanto riguarda la temperatura, la media minima si è verificata nel mese di gennaio (3,7°C) e la media massima nel mese di agosto (24,9°C).

Dall'intersezione delle curve di precipitazione e di temperatura (fig. 3.6.) si osserva che il 2011 è stato caratterizzato da due periodi di aridità, uno in aprile e uno in agosto.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

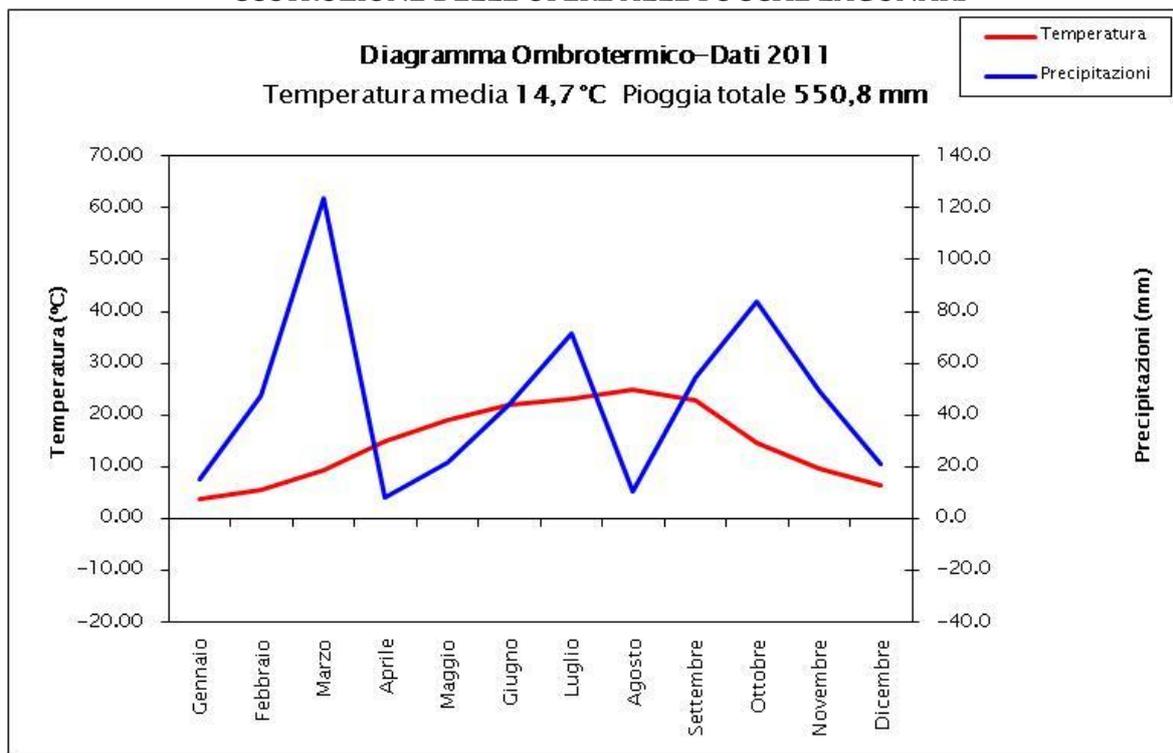


Fig.3.6. Diagramma ombrotermico di Bagnouls e Gausсен - Anno 2011.

La fig. 3.6. illustra gli andamenti termopluviometrici relativi al 2011 confrontati con la serie storica 1962-2009.

Le temperature sono rimaste leggermente sotto a quelle pluriennali nel trimestre gennaio-marzo, in giugno-luglio e in ottobre; in gennaio e giugno sono state registrate temperature inferiori di 0,4°C, in febbraio e marzo di 0,1°C, in luglio di 2°C e in ottobre di 0,8°C. Temperature medie mensili leggermente più alte di rispetto alle medie pluriennali si sono registrate in maggio, superiori di 0,5°C, agosto superiori di 0,3°C e novembre superiori di 0,2°C, mentre sono state registrate temperature significativamente superiori alla media pluriennale nei mesi di aprile con temperatura media mensile superiore di 1,6°C, in settembre con una temperatura superiore di 2,2°C e in dicembre in cui la temperatura media mensile ha superato di 1,4°C la media pluriennale.

La piovosità totale annua è stata intorno ai 550,8 mm, significativamente inferiore alla media pluriennale (820,0 mm). Le precipitazioni mensili sono state inferiori alla media pluriennale in tutto il 2011, ad eccezione dei mesi di: marzo (124,0 mm) in cui si registra il massimo di precipitazioni, luglio (71,6 mm) e ottobre (84,0 mm). Precipitazioni significativamente inferiori alla serie storica si sono verificate nei mesi di: gennaio (15,0 mm), aprile (8,4 mm), agosto (10,4 mm) e nei mesi di maggio e dicembre in cui le precipitazioni mensili sono state di circa 20 mm.

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

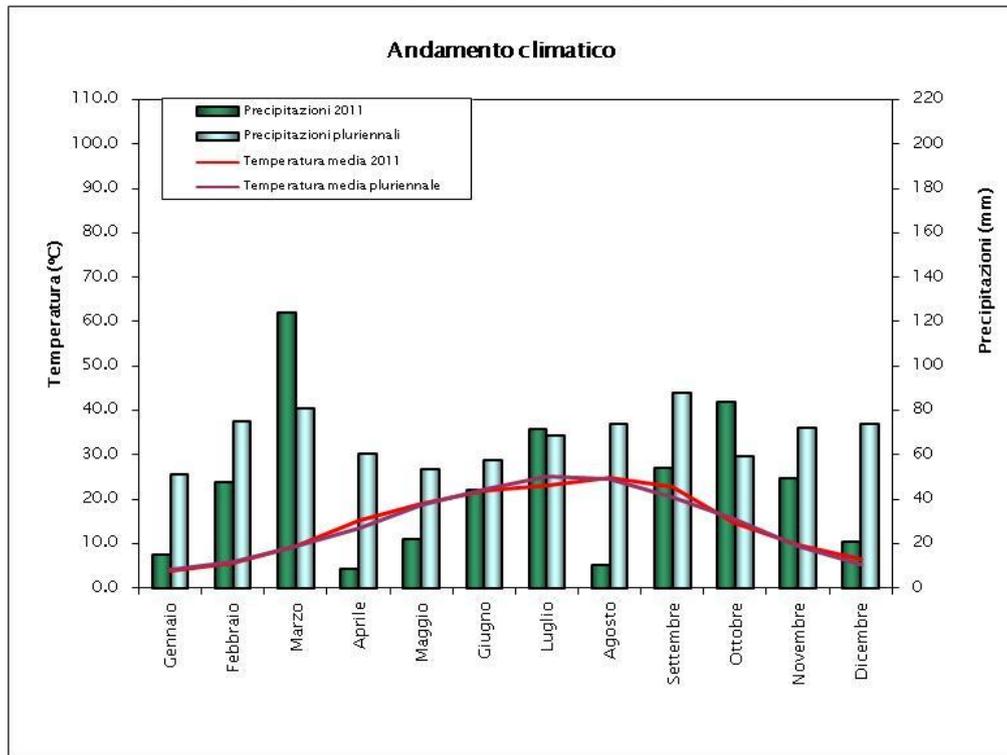


Fig.3.7. Andamento termopluviometrico.

3.11.3 Confronto parametri climatici dal 2005 al 2011

In tab. 3.6. sono riportati i dati termopluviometrici del periodo 2005-2010. La fig. 3.8. rappresenta i diagrammi ombrotermici dal 2005 al 2011, mentre le figg. 3.9. e 3.10. illustrano gli andamenti di precipitazione e temperatura dei singoli anni di monitoraggio.

Attraverso i climatogrammi sono messi in evidenza i periodi "aridi", "semiaridi" e "umidi". Un periodo è considerato "arido" quando, il valore della precipitazione media mensile è uguale o inferiore al doppio del valore della temperatura media mensile ($P \leq 2T$), si considera "semiarido" quando ($2T \leq P \leq 3T$) e "umido" quando si ha un'abbondanza di precipitazioni ($P > 100$ mm).

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tab.3.6. Valori termici e di precipitazione - Anno 2005, 2006, 2007, 2008, 2009 e 2010.

	2005				2006				2007				2008				2009				2010			
Staz	Ist. Cavanis																							
	T (°C)			(mm)	T (°C)			(mm)	T (°C)			P	T (°C)			(mm)	T (°C)			(mm)	T (°C)			(mm)
MESE	Min	Media	Max		Min	Media	Max		Min	Media	Max		Min	Media	Max		Min	Media	Max		Min	Media	Max	
GEN	-1	3.4	6.1	24	-0.4	2.6	5.5	33.4	3.3	6.0	8.7	14.8	3.0	5.7	8.4	78.2	1.0	3.8	6.6	78.2	0.3	3.0	5.8	69
FEB	0.4	3.8	6.9	5.2	0.6	4.1	7.7	16.6	4.0	7.4	10.8	87.8	1.8	5.3	8.8	36.6	1.8	5.4	8.9	77.8	2.2	5.5	8.8	116.6
MAR	-1.2	7.7	14.5	1.4	3.8	7.2	10.5	42.8	6.5	10.5	14.4	84.8	4.9	8.3	11.8	70	5.0	8.8	12.6	120.8	4.5	7.9	11.4	52.6
APR	9.8	12.7	18.1	92.6	9.1	12.7	16.4	81.6	10.7	15.4	20.1	1.2	8.6	12.4	16.2	94.2	10.7	14.6	18.5	98	9.3	13.6	17.8	63.6
MAG	12.8	18.8	25.5	57.6	12.6	16.7	20.9	69.2	14.7	19.1	23.5	135.2	13.8	17.8	21.8	133.4	15.4	19.7	24.0	28.5	13.4	17.3	21.2	107.8
GIU	17.8	22.9	27.7	28	17.4	21.5	25.6	6	18.0	22.0	26.0	41	18.0	21.7	25.4	102.4	17.1	21.3	25.5	80.2	17.6	21.6	25.6	91.8
LUG	20.2	24.7	28.8	72.4	20.8	25.8	30.8	58.2	18.2	23.3	28.4	36.8	19.3	23.5	27.7	113.6	19.6	23.8	28.1	24.3	16.7	25.2	25.6	59.6
AGO	18.4	22.2	26.7	92.2	16.7	20.8	24.9	203	18.2	22.5	26.8	72	19.3	23.8	28.3	116	20.4	24.9	29.4	33.8	18.6	23.2	27.7	74.6
SET	14.4	22.2	25.9	123.8	16.4	20.5	24.5	175.4	13.5	18.0	22.6	250.8	14.3	18.6	22.9	54.8	16.5	21.0	25.5	194.4	14.5	18.7	23.0	126.4
OTT	11.6	14.9	17	162.4	12.3	16.2	20.2	12	10.4	14.4	18.5	16.8	10.9	15.3	19.6	33.6	10.7	15.1	19.6	49.8	9.7	13.7	17.6	67
NOV	1.8	8.9	14.3	46.2	6.2	9.8	13.4	24.2	4.3	8.2	12.0	13.2	6.6	9.7	12.8	177.6	7.9	10.5	13.0	125.4	7.7	10.3	13.0	204
DIC	-0.3	4.6	8.3	48.4	3.5	6.6	9.8	53.2	1.1	4.4	7.8	28.8	3.0	5.5	8.0	147.8	1.6	4.7	7.8	122	0.9	3.8	6.7	153.6
Annua		13.8		754.2		13.7		775.6		14.3		783.2		14.0		1158.2		14.5		1033.2		13.7		1186.6

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

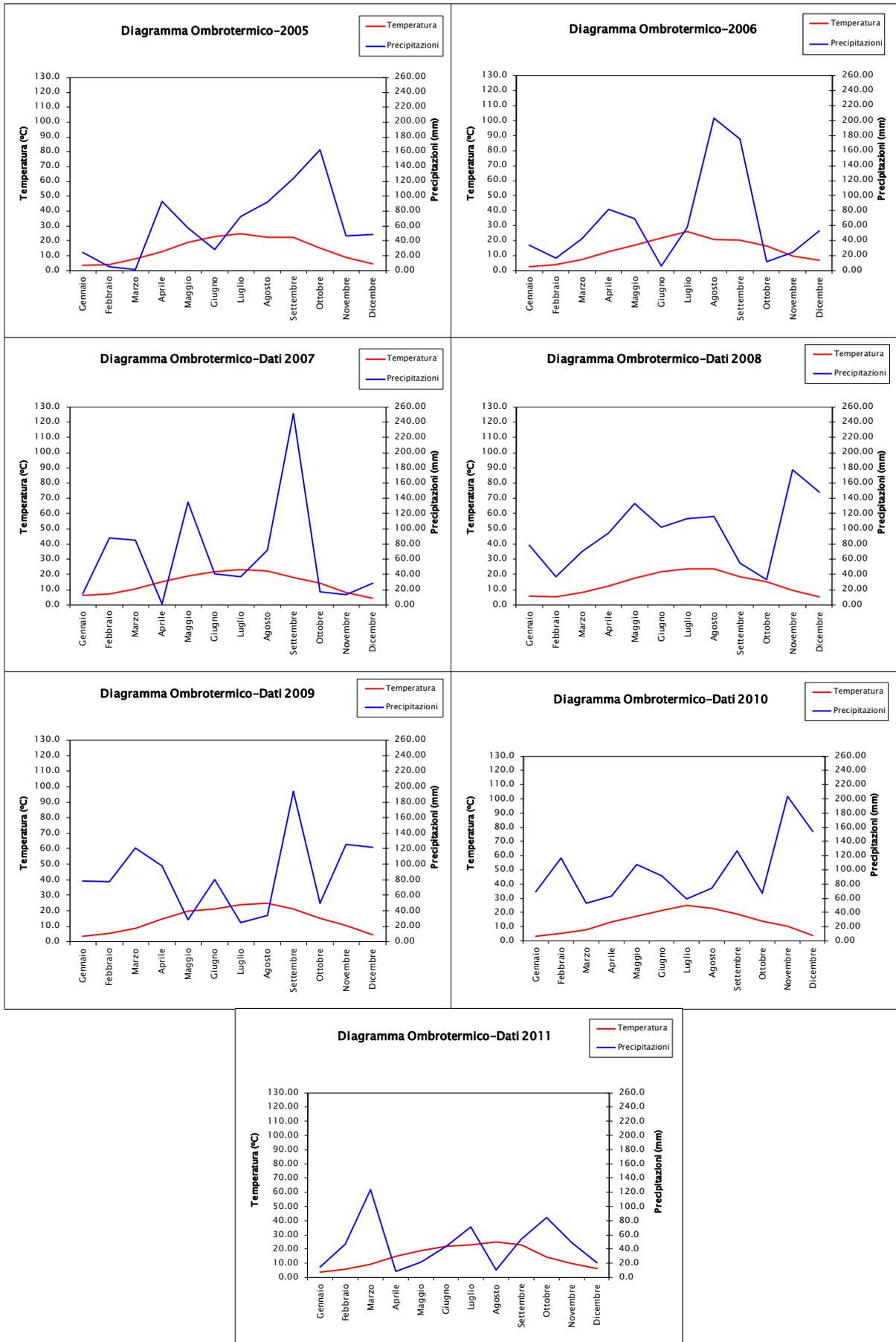


Fig.3.8. Diagrammi ombrotermici di Bagnouls e Gausson - dal 2005 al 2011.

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

In tab. 3.7. si riportano i periodi di aridità ricavati dall'intersezione delle curve di precipitazione e temperatura dei singoli anni di monitoraggio.

Tab.3.7. Periodi di aridità - Anno 2005, 2006, 2007, 2008,2009, 2010 e 2011 ("-"=assenza di periodi di aridità).

Anno	I°periodo	II°periodo	III°periodo
2005	febbraio-marzo	giugno	-
2006	giugno	ottobre	-
2007	aprile	giugno-luglio	ottobre-novembre
2008	-	-	-
2009	maggio	luglio-agosto	-
2010	-	-	-
2011	aprile-maggio	agosto	-

Dall'analisi dei dati non è risultato per nessun anno considerato un periodo semiarido.

In tab. 3.8. si riportano i periodi in cui le precipitazioni medie mensili hanno superato i 100 mm (periodo "umido") nei singoli anni di monitoraggio.

Tab.3.8. Periodi di umidità - Anno 2005, 2006, 2007, 2008,2009, 2010 e 2011 ("-"=assenza di periodi di umidità).

Anno	I°periodo	II°periodo	III°periodo	IV°periodo
2005	settembre-ottobre	-	-	-
2006	agosto-settembre	-	-	-
2007	maggio	settembre	-	-
2008	maggio-agosto	novembre-dicembre	-	-
2009	marzo	settembre	novembre-dicembre	-
2010	febbraio	maggio	settembre	novembre-dicembre
2011	marzo	-	-	-

In fig. 3.9. sono riportati i grafici che illustrano l'andamento delle precipitazioni dal 2005 al 2011, si osserva che:

- nel 2005 la piovosità totale annua è stata di 754,2 mm, i massimi di precipitazione sono stati registrati in settembre (123,8 mm) e ottobre (162,4 mm) e i minimi in febbraio (5,2 mm) e marzo (1,4 mm);
- nel 2006 la piovosità totale annua è stata di 775,6 mm, i massimi di precipitazione sono stati registrati in agosto (203 mm) e settembre (175,4 mm) e minimi in febbraio (16,6 mm) e ottobre (12 mm);
- nel 2007 la piovosità totale annua è stata di 783,2 mm, i massimi di precipitazione sono stati registrati in maggio (135,2 mm) e settembre (250,8 mm) e minimi in aprile (1,2 mm), ottobre (16,8 mm) e novembre (13,2 mm);
- nel 2008 la piovosità totale annua è stata di 1158,2 mm, i massimi di precipitazione sono stati registrati da maggio ad agosto in media 116,3 mm, novembre (177,6 mm) e dicembre (147,8 mm) e minimi in febbraio (36,6 mm) e ottobre (33,6 mm);

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

- nel 2009 la piovosità totale annua è stata di 1033,2 mm, i massimi di precipitazione sono stati registrati in marzo (120,8 mm), settembre (194,4 mm), novembre (125,4 mm) e dicembre (122 mm) e minimi in agosto (33,8 mm);
- nel 2010 la piovosità totale annua è stata di 1186,6 mm, i massimi di precipitazione sono stati registrati in settembre (126,4 mm), novembre (204,0 mm) e dicembre (153,6 mm) e i minimi in marzo (52,6 mm) e luglio (59,6 mm);
- il 2011 è stato caratterizzato da massimi di precipitazione in marzo (124,0 mm), luglio (71,6 mm) e ottobre (84,0 mm) e minimi in gennaio (15,0 mm), aprile (8,4 mm), agosto (10,4 mm) e nei mesi di maggio e dicembre in cui le precipitazioni mensili sono state di circa 20 mm.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

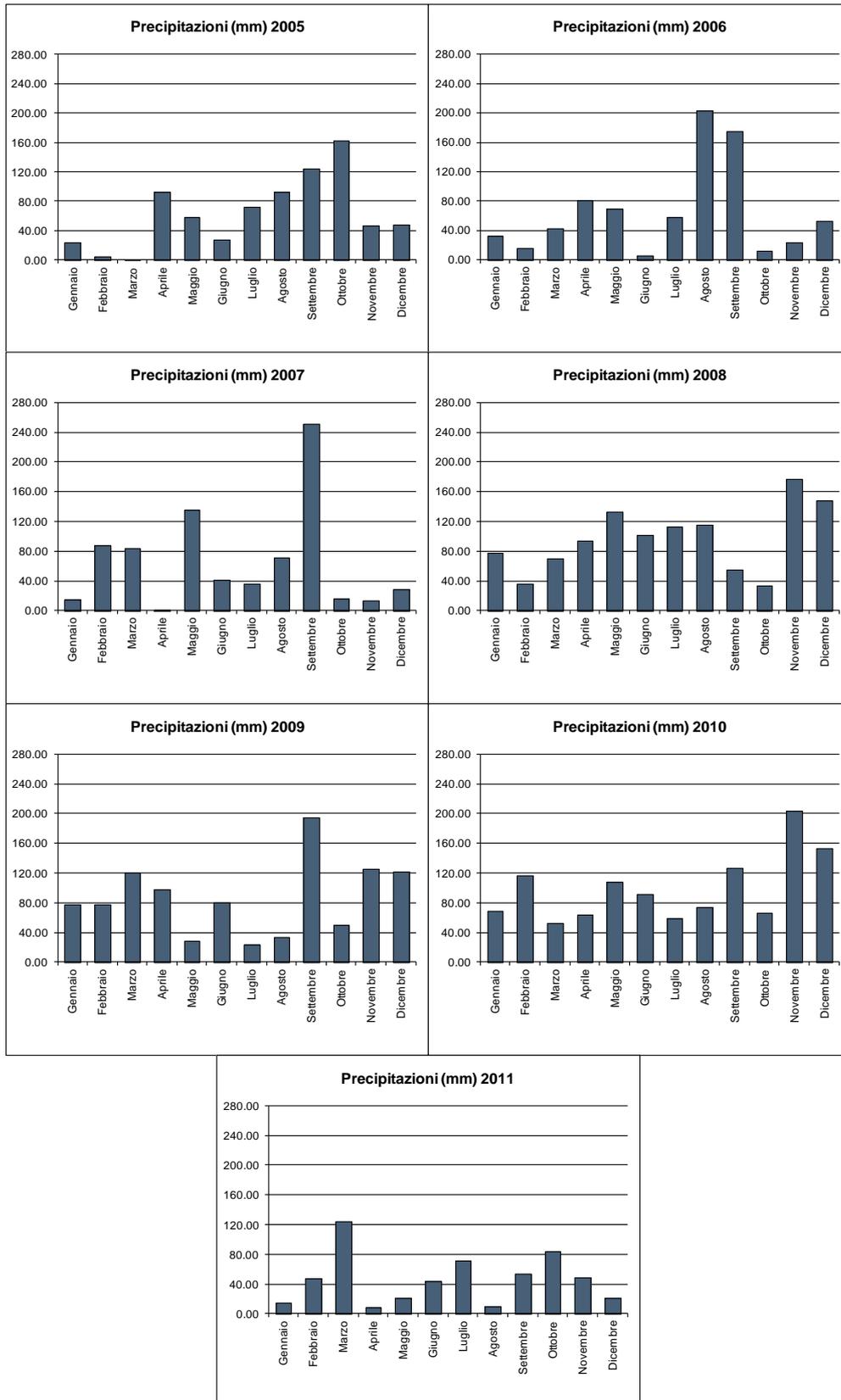


Fig.3.9. Andamento precipitazioni (mm) - dal 2005 al 2011.

In fig. 3.10. sono rappresentati i grafici dell'andamento delle temperature medie mensili dal 2005 al 2011, si osserva che:

- nel 2005 la temperatura media annua è stata di 13,8°C, il massimo di temperatura è stato registrato in luglio (24,7°C) e il minimo in gennaio (3,4°C), la temperatura media dei mesi di agosto e settembre è stata costante (22,2 °C);
- nel 2006 la temperatura media annua è stata di 13,7°C, il massimo di temperatura è stato registrato in luglio (25,8°C) e il minimo in gennaio (2,6°C), la temperatura media dei mesi di agosto e settembre è stata costante (circa 21,0 °C);
- nel 2007 la temperatura media annua è stata di 14,3°C, il massimo di temperatura è stato registrato in luglio (23,3°C) e il minimo in dicembre (4,4°C), la temperatura media del mese di agosto è stata nettamente superiore (22,5°C) a quella del mese di settembre (18,0 °C);
- nel 2008 la temperatura media annua è stata di 14°C, il massimo di temperatura è stato registrato nel periodo luglio-agosto (circa 24°C) e il minimo in febbraio (5,3°C), la temperatura media del mese di agosto è stata nettamente superiore (23,8°C) a quella del mese di settembre (18,6 °C);
- nel 2009 la temperatura media annua è stata di 14,5°C, il massimo di temperatura è stato registrato in agosto (circa 24,9°C) e il minimo in gennaio (3,8°C), la temperatura media del mese di agosto è stata superiore di circa 3°C rispetto a quella del mese di settembre;
- nel 2010 la temperatura media annua è stata di 13,7°C, il massimo di temperatura è stato registrato in luglio (circa 25,2°C) e il minimo in gennaio (3,0°C), la temperatura media del mese di agosto è stata nettamente superiore (23,3°C) a quella del mese di settembre (18,7°C);
- il 2011 è stato caratterizzato da un massimo di temperatura nel mese di agosto (24,9°C) e un minimo nel mese di gennaio (3,7°C), la temperatura media del mese di agosto è stata superiore di circa 2°C rispetto a quella di settembre.

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

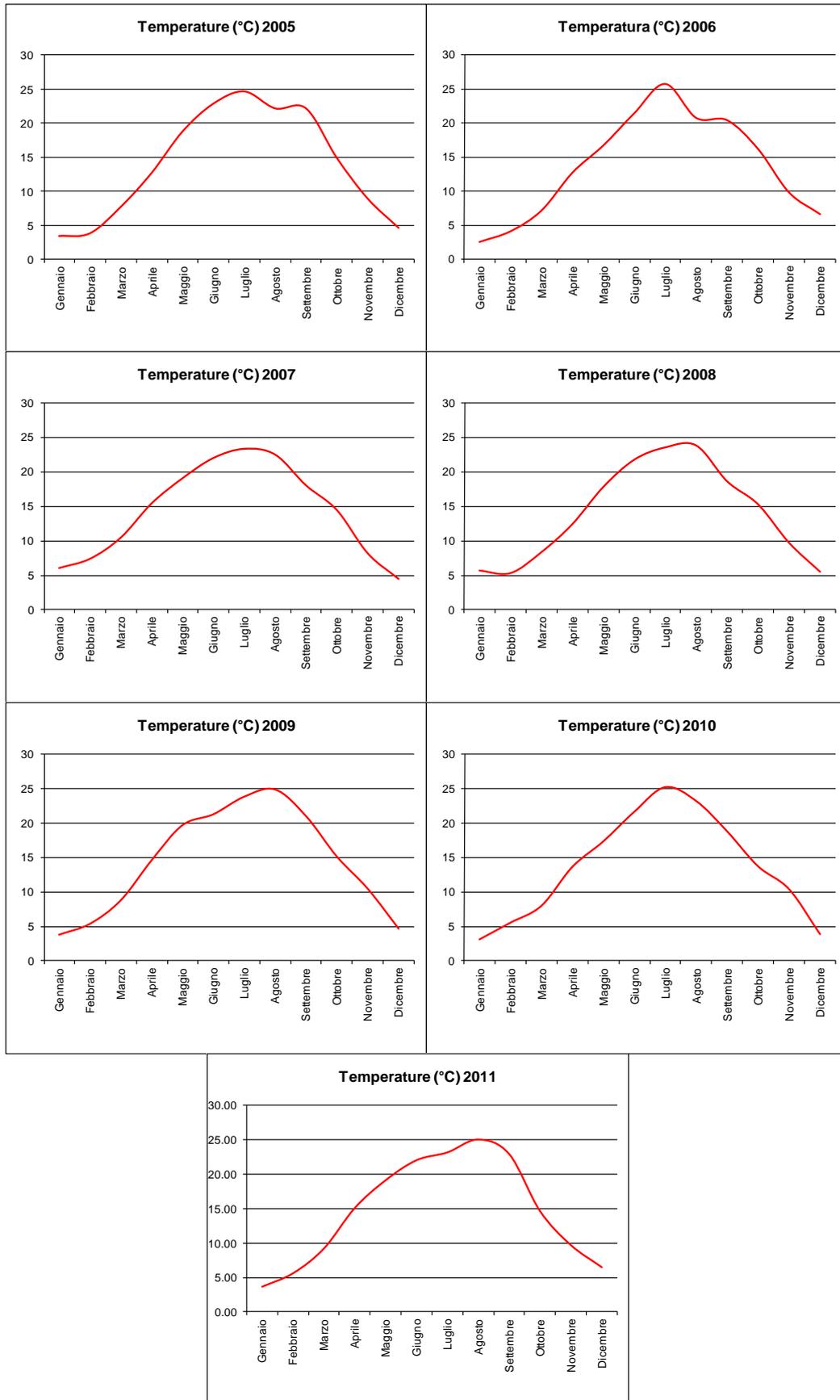


Fig.3.10. Andamento temperature (°C) - dal 2005 al 2011.

In fig. 3.11. vengono confrontati gli andamenti climatici di ogni anno di monitoraggio dal 2005 al 2011 con la media dei parametri termopluviometrici dei due anni precedenti.

Le precipitazioni nel 2005, confrontate con la media dei dati del 2003 e 2004, sono state inferiori in media di circa 49 mm nel periodo gennaio-marzo, di circa 12 mm nel periodo maggio-giugno e di circa 26 mm nel periodo novembre-dicembre. I periodi in cui si sono verificate precipitazioni superiori alla media del 2003-2004 sono stati nel mese di aprile (maggiori di circa 16 mm) e tra luglio-ottobre, in media maggiori di circa 55 mm.

Le temperature nel 2005 sono sempre state inferiori rispetto alla media 2003-2004, fatta eccezione per il mese di settembre in cui si sono riscontrati valori in media più alti di 1,9°C. Temperature significativamente inferiori alla media del biennio precedente sono state registrate in marzo e giugno (più bassa di 1,5°C), in agosto inferiore di 4,9°C, novembre più bassa di 1,9°C e dicembre inferiore di 2,3°C.

Le precipitazioni registrate nei mesi di gennaio, marzo, aprile, luglio e dicembre del 2006 non presentano differenze significative confrontate con la media dei dati del 2004-2005, valori nettamente più alti rispetto alla media biennale si sono verificate in agosto (maggiori di 124 mm) e settembre (maggiori di 78 mm). Nei mesi di febbraio, maggio, giugno, ottobre e novembre le precipitazioni sono state inferiori, in particolare nel mese di novembre sono state registrate precipitazioni inferiori di 129 mm rispetto alla media dei due anni precedenti.

Le temperature nei mesi di gennaio, marzo, aprile, maggio, giugno e settembre del 2006, confrontate con la media del biennio 2004-2005 sono sempre state inferiori di 1°C, il mese di agosto ha registrato temperature inferiori di circa 3°C. La temperatura è stata superiore di 1°C nel mese di luglio e superiore di 0,5°C e 0,7°C rispettivamente nei mesi di ottobre e dicembre.

Le precipitazioni nel 2007 sono state significativamente inferiori nei mesi aprile, agosto e settembre in media di 77 mm rispetto al biennio 2005-2006, mentre significativamente più elevate sono state riscontrate nei mesi di febbraio (maggiori di 77 mm), marzo (maggiori di 63 mm), maggio (maggiori di 72 mm) e settembre (maggiori di 101 mm).

Le temperature nel periodo gennaio-aprile 2007 sono state superiori di circa 3°C rispetto al biennio 2005-2006, in maggio e agosto sono state superiori di circa 1°C, in luglio sono state registrate temperature inferiori di 1,9°C, in settembre inferiori di 3°C e nel periodo ottobre-dicembre la temperatura è stata più bassa di circa 1°C.

Le precipitazioni nel settembre 2008 sono state sostanzialmente inferiori (di circa 158 mm) alla media del biennio 2006-2007, mentre valori di precipitazioni significativamente superiori sono stati registrati nei mesi di novembre (maggiori di circa 159 mm) e dicembre (maggiori di circa 107 mm), nel periodo giugno-luglio le precipitazioni sono state in media superiori di circa 73 mm.

Le temperature del 2008 sono state superiori alla media del biennio 2006-2007 nei mesi di gennaio, agosto e novembre rispettivamente più alte di 1,4°C, di 2,1°C e di 0,7°C. Nel periodo febbraio-maggio, in luglio e tra settembre-ottobre le temperature sono state inferiori in media di 0,6°C, in particolare nel mese di aprile la temperatura è stata inferiore di 1,7°C.

Nei periodi gennaio-aprile e settembre-dicembre 2009 le precipitazioni sono state in media superiori di 34 mm rispetto al biennio 2007-2008, sono state registrate precipitazioni inferiori alla media del biennio nei mesi di maggio (inferiori di 105 mm) e nel periodo luglio-agosto in media inferiori di 56 mm).

Le temperature nel 2009 sono state, rispetto al biennio 2007-2008, significativamente più alte nei mesi di maggio (di circa 1,3°C), agosto (di circa 1,7°C), settembre (di circa 2,7°C) e novembre (di circa 1,5°C). Temperature significativamente più basse sono state riscontrate nei mesi di gennaio (inferiore di 2,1°C) e febbraio (inferiore di 1°C).

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Nel 2010 le precipitazioni, rispetto al biennio 2008-2009, sono state pressoché invariate nei mesi di gennaio, giugno e settembre, sono state riscontrate precipitazioni inferiori in media di 38 mm nei mesi di marzo e aprile, mentre le precipitazioni sono state più abbondanti in febbraio, in maggio e nel periodo ottobre-dicembre, in media di 37 mm, in particolare i mesi di febbraio e novembre le precipitazioni sono state maggiori rispettivamente di 59 mm e 52 mm.

Le temperature nel 2010 sono state, rispetto al biennio 2008-2009, significativamente più alte nel mese di luglio di circa 1,5°C, nei mesi di febbraio, aprile, giugno l'aumento di temperatura è pressoché insignificante (0,1°C) e in novembre è stato di circa 0,3°C. Temperature significativamente più basse sono state riscontrate nei mesi di: gennaio (inferiore di 1,7°C), maggio (inferiore di 1,5°C), agosto, settembre e ottobre (inferiori in media di 1,3°C) e in dicembre (inferiore di 1,3°C). In marzo le temperature sono state inferiori di 0,6°C.

Nel 2011 il totale di precipitazione annuale è stato sostanzialmente inferiore (di circa 559,1 mm) alla media del biennio 2009-2010. Le precipitazioni sono state significativamente più basse nei mesi di settembre (di circa 106,2 mm), novembre (115,5 mm) e dicembre (117,0 mm), mentre nei mesi di gennaio, febbraio, aprile, maggio, giugno e agosto sono state inferiori in media di circa 52 mm. Le precipitazioni sono state leggermente superiori al biennio 2009-2010 nei mesi di marzo, luglio e ottobre, in media di circa 31 mm.

Le temperature nel 2011 sono state, rispetto al biennio 2009-2010, significativamente più elevate nei mesi di settembre di circa 3,0 °C e di dicembre di circa 2,3°C. Nei mesi di marzo, aprile e agosto sono state registrate temperature superiori rispetto alla media del biennio di circa 0,9°C, nei mesi di gennaio, febbraio e ottobre superano le temperature del biennio di circa 0,2°C e nei mesi di maggio e giugno sono superiori di 0,5°C. Temperature più basse, rispetto al biennio 2009-2010, si sono registrate in luglio (inferiori di circa 1,4°C) e in novembre (inferiori di 0,7°C).

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

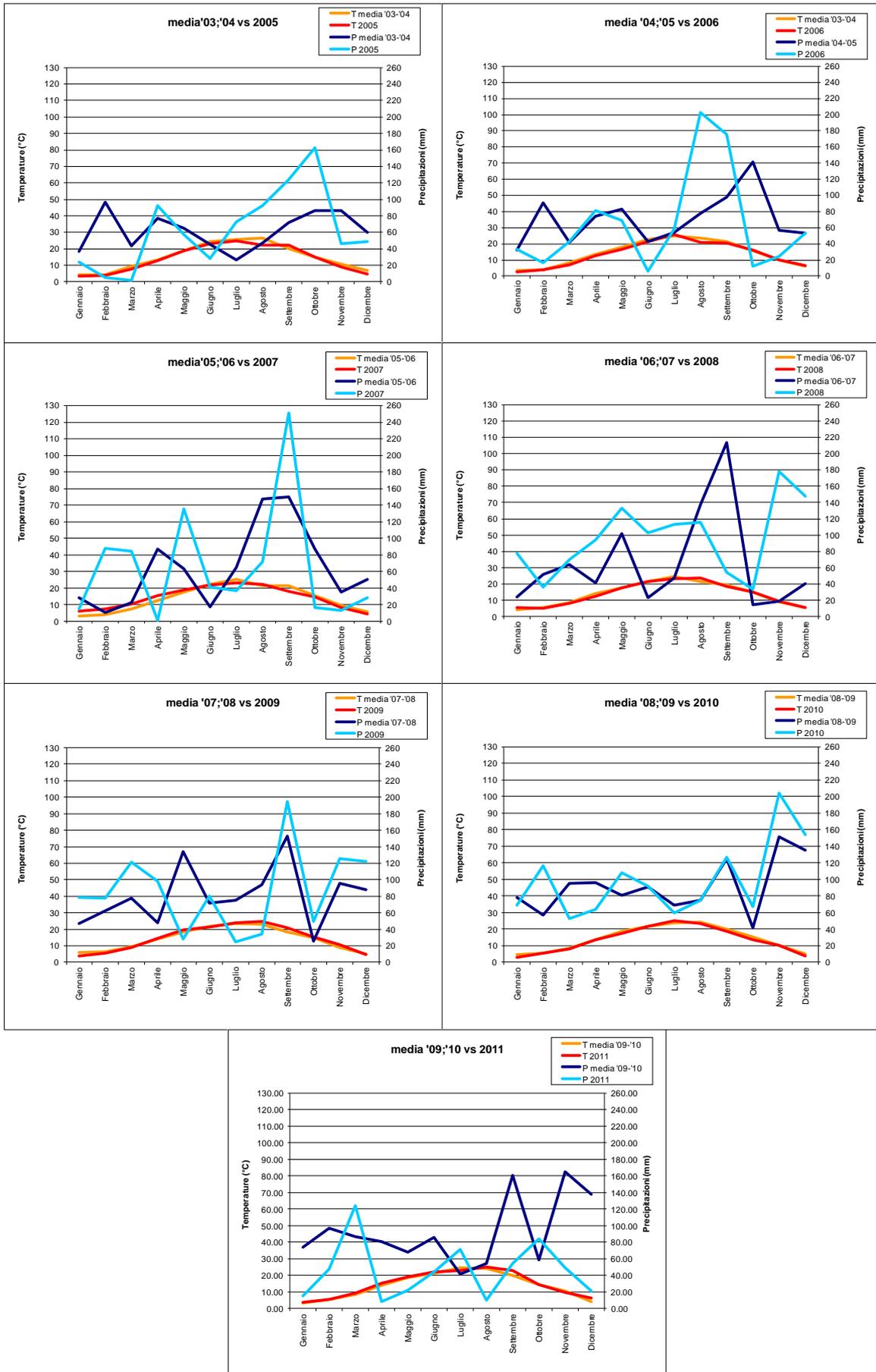


Fig.3.11. Andamenti climatici – dal 2005 al 2011.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

3.11.4 Indici di Mitrakos

Gli Indici di Mitrakos permettono di valutare l'intensità e la durata del freddo e del periodo di aridità, componenti che entrambi determinano la stasi vegetativa delle piante.

Lo stress di aridità (D) è misurato con la formula $D = 2 \times (50 - p)$ e si basa sulle precipitazioni mensili (p): in ambiente mediterraneo, per precipitazioni inferiori a 50 mm, le piante subiscono uno stress dovuto all'aridità. Il valore D sarà pari a 0 per $p \geq 50$, pari a 100 per $p=0$.

Lo stress da freddo (C) è stimato tramite la relazione $C = 8 \times (10 - t)$ e si basa sui valori delle temperature minime mensili e sul valore 10°C inteso come soglia dell'attività vegetativa. Il valore C sarà pari a 0 quando $t \geq 10^\circ\text{C}$ e pari a 100 quando $t \leq -2,5^\circ\text{C}$.

Dal calcolo dello stress da freddo (C) e di aridità (D) si ottengono rispettivamente la misura dello stress mensile da freddo (MCS) e di aridità (MDS).

Le formule inoltre sono utilizzate per la determinazione dei parametri: WCS (stress da freddo nei mesi invernali): sommatoria dei valori di C relativa ai mesi invernali (dicembre, gennaio, febbraio); YCS (stress da freddo annuo): sommatoria dei valori di C relativa ai dodici mesi; SDS (stress di aridità nei mesi estivi): sommatoria dei valori di D relativa ai mesi estivi (giugno, luglio, agosto); YDS (stress di aridità annuo): sommatoria dei valori di C relativa ai dodici mesi.

Questi indici sono stati calcolati per ogni singolo anno di monitoraggio, in tabella 3.9. e in figura 3.12. sono riportati i valori di MCS e di MDS e nella tabella 3.10. e in figura 3.13. i valori ottenuti dal calcolo del WCS, YCS, SDS e YDS.

Tab.3.9. Indici di Mitrakos (dal 2005 al 2011) stress da freddo (MCS) e di aridità (MDS).

Anno		GEN	FEB	MAR	APR	MAG	GIU	LUG	AGO	SET	OTT	NOV	DIC
2005	MCS	88	77	90	2	0	0	0	0	0	0	66	82
	MDS	52	90	97	0	0	44	0	0	0	0	8	3
2006	MCS	83	76	49	7	0	0	0	0	0	0	30	52
	MDS	33	67	14	0	0	88	0	0	0	76	52	0
2007	MCS	53	48	28	0	0	0	0	0	0	0	46	71
	MDS	70	0	0	98	0	18	26	0	0	66	74	42
2008	MCS	56	66	41	11	0	0	0	0	0	0	27	56
	MDS	0	27	0	0	0	0	0	0	0	33	0	0
2009	MCS	72	66	40	0	0	0	0	0	0	0	17	67
	MDS	0	0	0	0	43	0	51	32	0	0	0	0
2010	MCS	77	63	44	5	0	0	0	0	0	3	18	72
	MDS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2011	MCS	62	54	26	0	0	0	0	0	0	0	21	43
	MDS	70	5	0	83	56	12	0	79	0	0	2	58

Tab.3.10. Indici di Mitrakos (dal 2005 al 2011) valori di WCS, YCS, WDS e YDS.

ANNO	WCS	YCS	WDS	YDS
2005	247.2	404	44	293.6
2006	211.0	297.7	88	330
2007	172.9	246.2	44.4	394.8
2008	177.8	257.5	0	59.6
2009	205.1	261.7	83.8	127.2
2010	212.5	282.6	0	0
2011	159.6	206.1	91.2	366

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

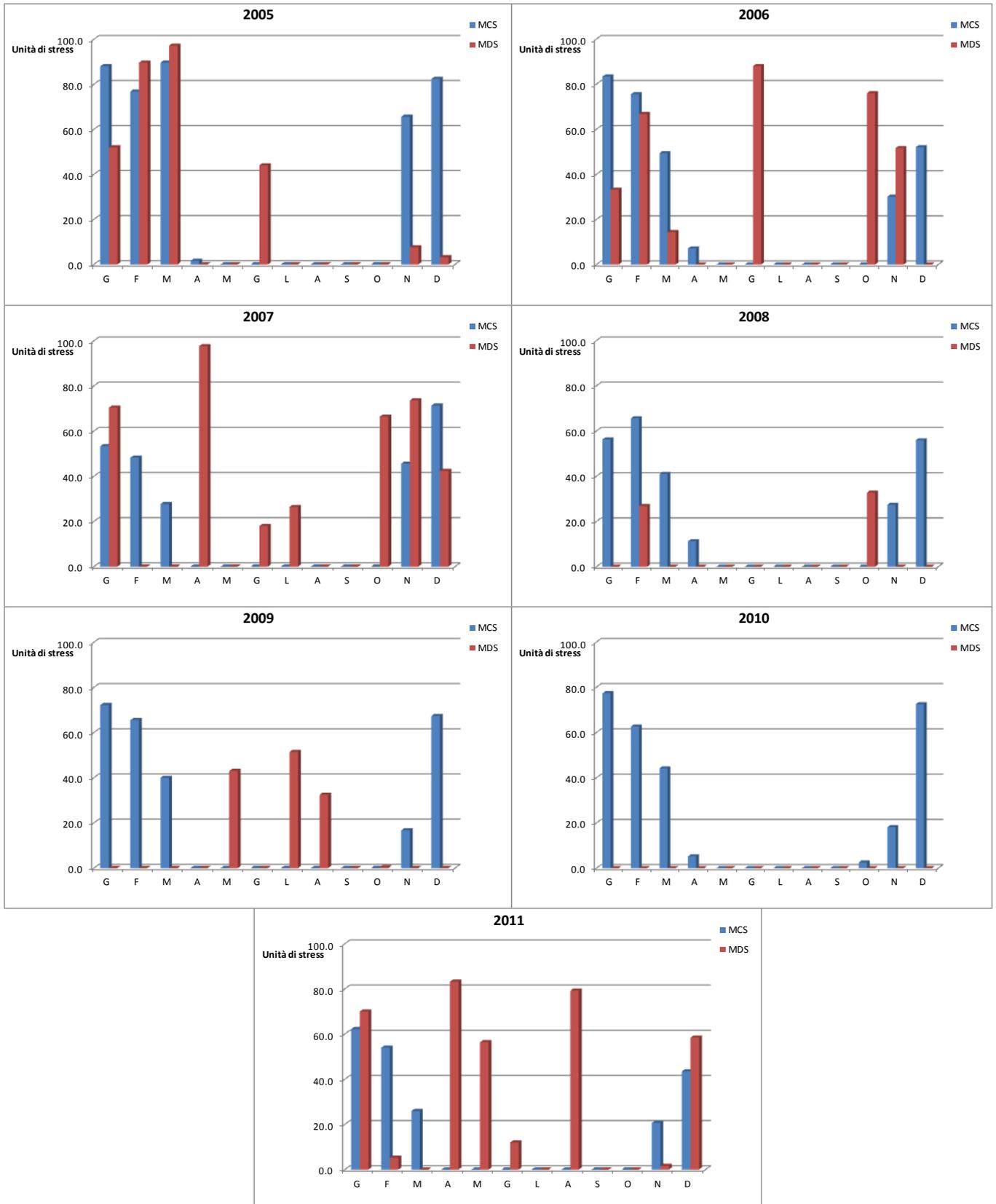


Fig.3.12. Indici di Mitrakos MCS, MDS, applicati al 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010 e 2011

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

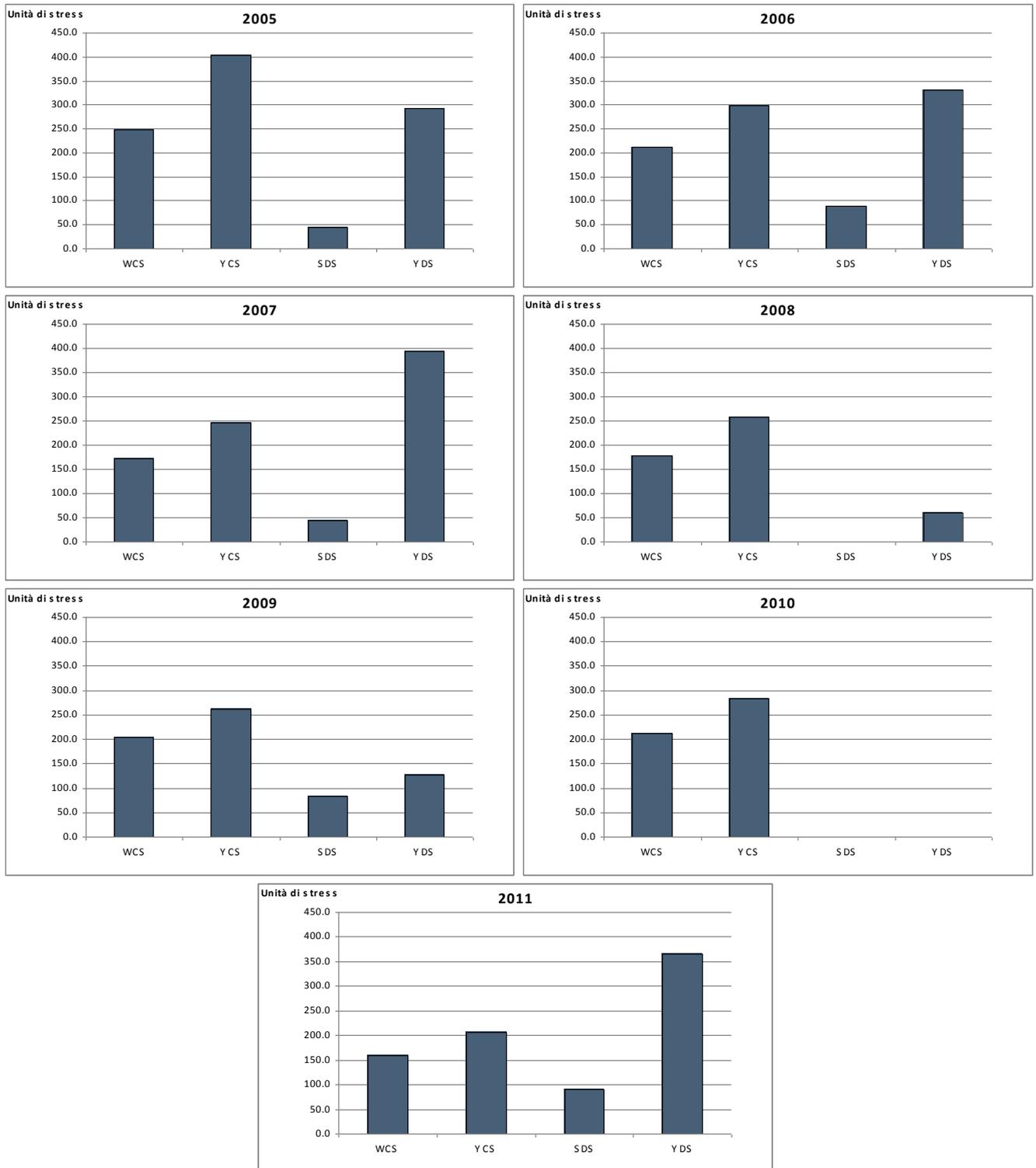


Fig.3.13. Indici di Mitrakos WCS, YCS, WDS e YDS, applicati al 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010 e 2011

Nel 2005, dai valori di MCS e MDS ottenuti, si osserva che giugno è stato caratterizzato da un periodo di stress di aridità. I mesi di gennaio, febbraio, marzo, novembre e dicembre sono caratterizzati da situazione di stress sia da caldo che da freddo; i mesi di gennaio, novembre e dicembre sono influenzati maggiormente dal freddo, mentre in febbraio e marzo domina lo stress da aridità se pur con influenza sostanziale del freddo. Il valore di stress da caldo annuo risulta di molto inferiore allo stress da freddo annuo.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Nel 2006 si osserva che i mesi di giugno e ottobre sono caratterizzati da stress di aridità. I mesi di aprile e dicembre presentano stress da freddo, che in aprile ha intensità piuttosto bassa. Il periodo gennaio-marzo e novembre sono influenzati sia da stress da caldo che da freddo. Il periodo gennaio-marzo è maggiormente influenzato da stress da freddo, se pur con un'influenza da stress di aridità nel mese di febbraio non trascurabile, mentre nel mese di novembre domina lo stress da aridità. Il valore di stress da caldo annuo ha valore superiore allo stress da freddo annuo.

Il 2007 è caratterizzato da quattro periodi di stress da caldo nei mesi di aprile, giugno, luglio e ottobre e da due mesi influenzati dal freddo in febbraio e marzo. I mesi di gennaio, novembre e dicembre sono influenzati sia da stress da aridità che da freddo, in gennaio e novembre domina lo stress da aridità, mentre in dicembre lo stress da freddo è più preponderante. Il valore di stress da caldo annuo ha valore superiore allo stress da freddo annuo.

Il 2008 il periodo maggio-settembre non presenta né periodi legati a stress da caldo, né da freddo. I mesi di gennaio, marzo, aprile, novembre e dicembre sono sottoposti a stress da freddo, mentre in febbraio, anche se con un'intensità più bassa, è presente anche l'influenza da stress da caldo. Il valore di stress da caldo annuo risulta di molto inferiore allo stress da freddo annuo.

Il 2009 è caratterizzato da periodi di stress da aridità nei mesi di maggio, luglio e agosto. I mesi di gennaio, febbraio, marzo, novembre e dicembre invece sono influenzati da stress da freddo. Il valore di stress da caldo annuo risulta inferiore allo stress da freddo annuo.

Il 2010 non presenta nessun periodo legato a stress da caldo. I periodi gennaio-aprile e ottobre-dicembre sono caratterizzati da stress da freddo, si osserva che i mesi di aprile e ottobre lo stress da freddo è molto basso. Il valore di stress da caldo annuo è pari a zero e pertanto si ha un'influenza sulla vegetazione solo da stress da freddo annuo.

Nel 2011 lo stress da aridità interessa i mesi di aprile, maggio, giugno e agosto, mentre il mese di marzo è caratterizzato da stress da freddo. Gennaio, febbraio, novembre e dicembre sono influenzati sia da stress da aridità che da freddo; gennaio e dicembre domina lo stress da aridità, se pur non è trascurabile lo stress da freddo, i mesi di febbraio e novembre sono condizionati da stress da freddo, con un'influenza trascurabile di stress da aridità. Il valore di stress da caldo annuo ha valore superiore allo stress da freddo annuo.

4. MATERIALI E METODI

4.1 Controllo della dinamica vegetazionale

Il controllo della dinamica vegetazionale è stato eseguito utilizzando due tipologie di rilievo: i transetti dinamici e i plot vegetazionali permanenti.

Nei siti Punta Sabbioni, Alberoni, Ca' Roman sono stati eseguiti rilievi vegetazionali in 10 transetti dinamici. Nessun transetto era presente a S. Nicolò.

Gli strumenti adoperati per l'installazione dei transetti dinamici e per il rilevamento delle specie vegetali sono stati i seguenti:

- foto aeree (volo aereo SELC effettuato ad agosto 2010);
- ricevitore GPS palmare GARMIN 12 XL;
- cordella metrica (lunghezza 20 m);
- picchetti in legno di pino trattato, appuntiti ad un'estremità, alti 1 m;
- telaio quadrato di lato 1 m;
- macchina fotografica;
- schede per i rilievi di campo.

Ogni transetto, materializzato sul terreno tramite 3 picchetti (all'inizio - metro 0, al centro - metro 10 e alla fine - metro 20) e localizzato attraverso la registrazione delle coordinate d'inizio e di fine mediante strumentazione GPS, è stato rilevato con scansione di cinque metri considerando i seguenti parametri:

- strati della vegetazione presenti e loro altezza media: l'altezza dello strato erbaceo è definita dalla media delle specie erbacee dominanti e più alte, ed è comprensivo delle specie legnose che si trovano al di sotto di questo limite;
- copertura degli strati espressa in percentuale; al termine del rilievo il valore di copertura attribuito dovrà corrispondere alla media delle coperture stimate per i tratti di 1 m di cui si parla di seguito.

Lungo ogni transetto sono stati rilevati, con scansione di un metro, i seguenti parametri:

- specie presenti raggruppate secondo lo strato di appartenenza; alcune specie si ripetono nei diversi strati in relazione al fatto che esistono entità che possono indifferentemente far parte di più strati con riferimento all'età e al grado di sviluppo;
- copertura percentuale espressa in 10 classi con range del 10% e rappresentata da indici di abbondanza e dominanza (tab. 4.1.). La copertura corrisponde alla proiezione al suolo di tutte le porzioni epigee della specie in questione. Un individuo della stessa specie può sviluppare la sua funzionalità su più strati. Ad esempio un albero può avere una parte dominante che ricade nello strato arboreo e altri rami che invece ricadono negli strati inferiori. Questo vale anche per le rampicanti che possono contribuire alla copertura degli strati che attraversano;

Gli strati di appartenenza della specie identificate si suddividono in:

- A strato arboreo dominante,
- B strato alto arbustivo e arboreo dominato,
- C strato arbustivo,
- D erbaceo e basso arbustivo.

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Il limite tra strato arboreo superiore e inferiore (A e B) è variabile, in quanto le comunità vegetali possono presentare un assetto verticale con elementi arborei dominanti e dominati. Normalmente questo si verifica quando la struttura è determinata da uno strato dominante di fustaia dal ceduo sottostante. In questo caso l'altezza del ceduo corrisponde al limite tra i due comparti. Qualora l'organizzazione preveda solo la fustaia, il limite è posto a 15 m di altezza e le ramificazioni comprese tra questo limite e lo strato arbustivo contribuiscono alla copertura dello strato B. Ciò si spiega in base al fatto che un individuo della stessa specie sviluppa la sua funzionalità su più strati. Un esemplare arboreo contribuisce con la porzione dominante alla copertura dello strato A, e le parti inferiori vanno invece a carico degli strati alto arbustivo (B) ed arbustivo (C) ed erbaceo (D). Questo vale anche per le specie rampicanti che possono contribuire alla copertura degli strati che attraversano.

La stessa procedura viene utilizzata per lo strato arbustivo: se esso si presenta strutturalmente identificabile come comparto indipendente, sia dal punto di vista organizzativo che compositivo, fa fede come altezza l'effettivo sviluppo verticale dello strato; altrimenti si procede come sopra, ed il limite superiore si pone a 5 m, mentre il limite inferiore è in funzione del grado di sviluppo della componente erbacea. Qualora lo strato erbaceo non superi i 50 cm, il limite corrisponde a questo valore. Se invece il soprassuolo erbaceo presenta specie come *Erianthus ravennae*, che hanno uno sviluppo verticale superiore, la misura del passaggio tra strato D e C si connette all'altezza del primo (D).

La procedura seguita per il rilievo si è articolata come segue:

- stesura della cordella metrica lungo la linea di congiunzione dei picchetti che identificano le estremità;
- posizionamento e spostamento del telaio, lungo il lato destro della cordella metrica, avendo le spalle rivolte al cantiere;
- rilievo delle specie vegetazionali nell'area di 1 mq all'interno del telaio.

I dati rilevati sono stati registrati su supporto cartaceo organizzato in tabelle, come illustrato dalle tabb. 4.2. e 4.3.

Nella tab. 4.2. si sono registrate le caratteristiche stazionali ed i dati di copertura ed altezza media degli strati strutturali con scansione di 5 m.

La tab. 4.3. raccoglie i rilievi delle unità di campionamento (scansione di 1 m). Le specie presenti, con relativo grado di ricoprimento, sono state raggruppate secondo lo strato di appartenenza.

Tab. 4.1 - Classi di abbondanza-dominanza e indici.

Range	Indice
1 - 10 %	1
11 - 20 %	2
21 - 30 %	3
31 - 40 %	4
41 - 50 %	5
51 - 60 %	6
61 - 70 %	7
71 - 80 %	8
81 - 90 %	9
91 - 100 %	10

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tab. 4.2 - Dati relativi al rilievo con scansione di 5 m. Tabella utilizzata in campo.

Codice transetto									
Data rilievo									
Coordinate	INIZIO								
	FINE								
Tratto	0-5		5-10		10-15		15-20		
Strato	Cop.	h	Cop.	h	Cop.	h	Cop.	h	
A									
B									
C									
D									

Tab. 4.3 - Dati relativi al rilievo delle unità con scansione di 1 m. Tabella utilizzata in campo.

	Tratto	1					2					3					4				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Strato	Specie																				
A																					
B																					
C																					
D																					

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Il rilievo dei **plot** vegetazionali permanenti (fig. 4.1), come previsto nel Disciplinare Tecnico, è stato eseguito in tutti i siti (6 a Punta Sabbioni, Alberoni, Ca' Roman, 4 a S. Nicolò).

Sono stati adoperati i seguenti strumenti:

- foto aeree (volo aereo SELC effettuato ad agosto 2010);
- ricevitore GPS palmare GARMIN 12 XL;
- macchina fotografica;
- schede per i rilievi di campo.

Le stazioni di rilievo scelte all'interno dei siti hanno un'estensione di circa 25 m² sono state localizzate attraverso la registrazione delle coordinate del loro punto centrale, ma è stato deciso di non effettuare contrassegni di alcun tipo sul luogo.

In ogni stazione è stato effettuato il rilievo fitosociologico: per ogni strato (arboreo, arbustivo, erbaceo) sono state censite le specie presenti e per ognuna è stato attribuito un valore di copertura secondo la scala convenzionale di Braun-Blanquet (1964) di seguito indicata.

I dati rilevati sono stati registrati su una scheda di campo di cui si riporta un esempio in figura 4.1.

Tab. 4.4 - Scala convenzionale di Braun-Blanquet [1964]

Range	Indice
< 1%	+
1 - 5%	1
5 - 25%	2
25 - 50%	3
50 - 75%	4
75 - 100%	5

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

La nomenclatura e l'ordinamento sistematico adottati sono conformi alla "Flora d'Italia" di Pignatti [1982], tranne che per i generi *Elytrigia*, *Oenothera*, *Koeleria* e *Silene*, per i quali sono stati seguiti rispettivamente Conert [1997], Soldano [1993], Wrigley [1986; 1993], Arnou [1994].

Per ciascuna entità sono state annotate la forma, la sottoforma biologica e il tipo corologico secondo le indicazioni riportate in Pignatti [1982].

4.3. Sorveglianza delle infestanti esotiche

Il controllo della diffusione delle specie infestanti esotiche è stato effettuato nei siti Punta Sabbioni, Alberoni, Ca' Roman.

Per questa tipologia di indagine sono stati utilizzati i seguenti strumenti:

- foto aeree (volo aereo SELC agosto 2010);
- ricevitore GPS palmare GARMIN 12 XL;
- macchina fotografica;
- schede per i rilievi di campo.

La procedura utilizzata per i rilievi si è articolata come segue:

- individuazione lungo la fascia confinante con l'area di cantiere di settori omogenei rappresentati nelle figg. 3.1, 3.3, 3.4;
- misura, per ognuno di essi, delle coordinate di inizio e fine;
- elenco delle specie esotiche presenti e attribuzione del valore di copertura secondo le classi di abbondanza individuate dal metodo fitosociologico;
- segnalazione e annotazione, in ogni settore omogeneo, delle caratteristiche e degli aspetti rilevanti.

4.4 Cartografia della vegetazione reale

L'attività relativa alla cartografia reale è consistita nell'aggiornamento dei rilievi in tutti i siti.

La verifica cartografica, di cui si pubblicano nell'Allegato Cartografico gli elaborati, è stata condotta attraverso un'attenta ricognizione delle aree di indagine, supportata dall'esecuzione di rilievi fitosociologici che integrano i dati pregressi.

La cartografia della vegetazione reale è stata redatta per tutti i siti di monitoraggio.

Per la realizzazione della carta sono stati adoperati i seguenti strumenti:

- foto aeree (volo aereo SELC effettuato ad agosto 2010);
- ricevitore GPS palmare GARMIN 12 XL;
- macchina fotografica;
- schede per i rilievi di campo.

L'elaborazione della carta vegetazionale su base fitosociologica si è articolata nelle seguenti fasi:

Fase di fotointerpretazione

La fotointerpretazione ha permesso di pianificare l'attività di verifica in campo. I confini provvisori delle diverse tipologie fisionomiche sono stati delineati mediante analisi delle foto aeree. Per la digitalizzazione si è utilizzato il software ArcGIS 9.3.

Fase di rilievo dati sul campo

I confini e le tipologie fisionomiche individuati nella fase precedente sono stati verificati attraverso ripetute e puntuali esplorazioni del territorio.

In alcuni casi, in particolare in aree dove la vegetazione si presentava strutturalmente e floristicamente omogenea, per la descrizione e la definizione corretta della tipologia vegetazionale rinvenuta in campo, sono stati eseguiti rilievi vegetazionali secondo il metodo fitosociologico sigmatista [Braun-Blanquet, 1964].

L'ubicazione ed i confini delle diverse aree rilevate sono stati georeferenziati mediante un ricevitore GPS palmare GARMIN 12 XL.

Fase di elaborazione dati e produzione cartografica

In questa fase è stata elaborata la carta della vegetazione sulla base dei dati rilevati in campo.

Le comunità rappresentate sono fondate su criteri diagnostici che derivano dall'approccio fitosociologico, la cui nomenclatura fa riferimento al sistema sintassonomico.

Le comunità rilevate che non presentano condizioni sufficienti per l'attribuzione sociologica puntuale sono state inquadrare a livello di semplice aggruppamento. Secondo i casi, gli aggruppamenti sono stati inquadrati a livelli sintassonomici diversi, dipendentemente dalla struttura gerarchica sinsistemica della vegetazione.

Per le comunità legnose e arbustive che, secondo l'analisi compositiva, non presentano gli elementi sufficienti ad inquadrarle puntualmente, si è ricorso a tipologie di carattere fisionomico-strutturale. Si tratta soprattutto delle formazioni a *Pinus pinea* e *Pinus pinaster*, dei resti di vecchi impianti di *Populus* sp.pl. e delle boscaglie di *Eleagnus angustifolia* e/o *Tamarix gallica*, la cui fisionomia è definita da specie arboree od arbustive alloctone.

All'interno delle pinete sono state cartografate aree con presenza di comunità ad alta valenza ambientale, come l'associazione *Eriantho-Schoenetum nigricantis*. Alcuni settori fisionomicamente identificabili con formazioni artificiali a *Pinus* sp. pl. mascherano in realtà comunità di assoluta coerenza con la sequenza naturale del sistema dunale. In altri settori, invece, la pineta riserva un soprassuolo arbustivo ed erbaceo con blande coperture, compositivamente di scarso interesse e valore diagnostico, le cui specie a carattere ruderale non permettono di formalizzare giudizi e interpretazioni di maggior dettaglio.

4.5. Cartografia floristica

L'indagine è stata condotta in tutti i 4 siti di monitoraggio. Nel corso delle perlustrazioni sono state annotate le coordinate geografiche di ogni osservazione delle seguenti specie:

- *Epipactis palustris*;
- *Centaurea tommasinii*;
- *Kosteletzkya pentacarpos*.

La distribuzione delle specie è stata rappresentata mediante un reticolo cartografico definito da una maglia stabilita convenzionalmente (50 m) nelle tavole riportate nell'Allegato Cartografico.

4.6. Indagine popolazionistica di *Kosteletzkya pentacarpos*

L'indagine popolazionistica condotta a Punta Sabbioni è presentata nell'Allegato 5 ed è consistita in:

- individuazione di 10 quadrati permanenti di lato 1m in corrispondenza dei punti maggiormente rappresentativi dei popolamenti della specie *Kosteletzkya pentacarpos*;
- rilievo di ogni quadrato in cui sono stati raccolti i seguenti dati:
 - a. copertura percentuale al suolo della specie;
 - b. conteggio del numero di individui;
 - c. conteggio del numero di fiori.



Fig. 4.2 - Punta Sabbioni: *Kosteletzkya pentacarpos* (foto D. Mion)

4.7. Indagine popolazionistica *Salicornia veneta* Pign. et Lausi

Questa attività, introdotta nel programma di monitoraggio quest'anno (2011), si è esplicitata nella mappatura degli areali di distribuzione di *Salicornia veneta*, specie endemica del nord adriatico considerata di interesse prioritario dalla Direttiva Habitat 92/43/CEE, nei tre siti Punta Sabbioni, Alberoni e Ca' Roman.

Le "salicornie" sono piante annuali che crescono in ambienti estremi, in particolare habitat alofili più o meno umidi; sono infatti diffuse nelle zone costiere, su terreni salsi o subsalsi, in qualche caso anche con salinità superiore a quella marina, spesso inondate.

Le caratteristiche morfologiche del genere sono: foglie apparentemente mancanti o rudimentali, fusti carnosi, fiori ridotti e immersi nella carnosità del segmento fertile in due gruppi opposti, triflori (Pignatti 1982).

Esiste una certa variabilità per quanto riguarda il portamento: coesistono infatti individui con aspetto erbaceo assieme ad individui con tendenze cespugliose.

La distinzione a livello specifico si basa principalmente sui caratteri morfologici correlati con il corredo cromosomico.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

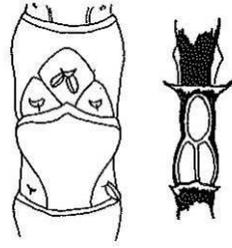


Figura 4.3 Conformazione dei fiori della specie *Salicornia veneta* e dei rami disseccati dopo la fruttificazione. I fiori laterali sono uguali o quasi in grandezza a quello centrale (Pignatti, 1982)

La sistematica del genere *Salicornia* è molto complessa ed è stata oggetto di recenti revisioni e studi che in taluni casi suggeriscono, ad esempio per il golfo di Trieste, una netta prevalenza di solo due specie, vale a dire *S. emerici* e *S. patula* (Kaligarič et al. 2008). In attesa di analoghi studi di dettaglio per la laguna di Venezia, si mantiene in questa sede l'attribuzione specifica sopra descritta.

In ogni sito è stata verificata la reale presenza di *Salicornia veneta* attraverso la raccolta di 10 campioni rappresentativi nel mese di Settembre; si è poi proceduto alla determinazione tassonomica in laboratorio.

La specie è risultata presente solo nei siti di Alberoni e Ca' Roman, a Punta Sabbioni essendo sostituita dalla congenere *Salicornia patula*; sono stati individuati e localizzati 5 quadrati permanenti rappresentativi ove sono stati raccolti i seguenti dati::

- a. copertura percentuale al suolo della specie;
- b. conteggio del numero di individui.

Per praticità e poiché tale specie è presente in aree circoscritte, si è scelto di localizzare i quadrati permanenti uno vicino all'altro formando un transetto di 5 unità di campionamento (U.C.).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI



Fig. 4.4 - Punta Sabbioni: fascia a *Salicornia patula* nell'arenile, ai margine dell'area a Junceto.



Fig. 4.5 - *Salicornia veneta*

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

5. CONTROLLO DELLA DINAMICA VEGETAZIONALE - TRANSETTI DINAMICI: ANALISI STATISTICA DEI DATI E RISULTATI PER IL PERIODO 2005-2011

5.1. Premessa

Come già precisato, i transetti dinamici sono strutture lineari della lunghezza di 20 m, composte da 20 quadrati (Unità di Campionamento, UC) di 1 m² di superficie. Nei transetti la vegetazione è stata rilevata registrando la copertura delle singole specie in ogni quadrato mediante indici da 1 a 10 che esprimono classi corrispettive di abbondanza-dominanza (1 = 1-10%, 2 = 11-20%, ..., 10 = 91-100%). Per le specie presenti a diversi livelli di stratificazione (es. arboreo dominante, alto arbustivo/arboreo, arbustivo, erbaceo) il valore di copertura è stato rilevato ad ogni strato.

Nel periodo 2005-2010 i transetti, per un totale di 38 distribuiti su 4 siti (Alberoni, Ca' Roman, Punta Sabbioni, S.Felice), sono stati campionati complessivamente 380 volte per un totale di 7600 unità di campionamento. I rilevamenti vegetazionali relativi alla primavera e autunno 2011 sono stati condotti sulle stazioni Alberoni, Ca' Roman e Punta Sabbioni, escludendo S. Felice, per un totale di 30 transetti e 1200 unità campionate (tab. 5.1).

Complessivamente, dall'inizio del monitoraggio ad oggi (primavera 2005 - autunno 2011):

- considerando i siti e le ripetizioni annuali e stagionali, i transetti sono stati rilevati 440 volte per un totale di 8800 unità di campionamento e 8800 m² di superficie campionata. Le aree complessivamente campionate risultano 750 (non considerando le ripetizioni temporali).

- le specie osservate nei transetti sono 252, includendo le varie forme di stratificazione per alcune specie, che ai fini dell'analisi numerica sono state considerate come specie singole. Nel periodo 2005-2010 le specie osservate sono risultate 248, per cui nel 2011 sono comparse 4 nuove specie.

Transetti dinamici - periodo 2005 - 2011

Area campionata (considerando le repliche temporali)

8800 m² superficie campionata tramite transetti dinamici

Rilievi stagionali

8800 unità di campionamento rilevate nell'intero periodo di monitoraggio

Specie osservate nelle diverse forme di stratificazione

252 specie osservate nei transetti dinamici

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tab. 5.1. - Distribuzione dei transetti nei siti di indagine e nelle stagioni di rilevamento (celle verdi); P = primavera; A = autunno; 05, ..., 11 = anni di rilevamento (2005-2011).

Sito	Codice	P05	A05	P06	A06	P07	A07	P08	A08	P09	A09	P10	A10	P11	A11	
Alberoni	A1															
	A2															
	A3															
	A4															
	A5															
	A6															
	A7															
	A8															
	A9															
	A10															
	A11															
	A12															
Ca' Roman	CR1															
	CR2															
	CR3															
	CR4															
	CR5															
	CR6															
	CR7															
	CR8															
	CR9															
	CR10															
	CR11															
Punta Sabbioni	PS1															
	PS2															
	PS3															
	PS4															
	PS5															
	PS6															
	PS7															
	PS8															
	PS9															
	PS10															
S. Felice	SF1															
	SF2															
	SF3															
	SF4															
	SF5															

5.2. Materiali e metodi

I dati vegetazionali dei transetti relativi alle campagne di rilevamento 2011 sono stati aggregati alla matrice di base (specie x Unità di Campionamento) precedentemente strutturata per il periodo 2005-2010. La nuova matrice di base dei transetti è quindi composta da 252 specie x 8800 UC. I nuovi dati sono stati trattati e trasformati secondo le stesse modalità applicate per il periodo precedentemente analizzato.

La struttura dei dati è stata analizzata mediante il calcolo delle distribuzioni di frequenza (numero di UC) per classi di copertura vegetazionale e per classi di abbondanza specifica (numero di specie per unità di campionamento). L'analisi delle differenze tra la distribuzione osservata nel periodo 2005-2010 e quella nel periodo 2005-2011 è stata svolta con il test non parametrico di Kolmogorov-Smirnov (Smirnov, 1939, 1948; software PAST 2.12).

La relazione fra copertura e numero di specie è stata analizzata mediante ordinamento diretto delle UC in base alla copertura totale e al numero di specie per UC, sovrapponendo le UC dei due periodi, con applicazione del metodo *Kernel Density* del software *PAST* version 2.12 (Hammer *et al.*, 2001) per l'individuazione delle zone di maggiore densità di rilievi.

La relazione fra numero di specie e omogeneità/frammentazione della vegetazione è stata analizzata mediante ordinamento diretto delle UC in base al numero di specie e all'indice di Gini-Simpson (Gini, 1912; Simpson, 1949) calcolato su ogni UC.

L'analisi temporale delle specie è stata condotta estraendo dalla matrice base dei transetti sull'intero periodo 2005-2011 una matrice **G** (252 specie x 14 stagioni), calcolando per ogni specie il numero di UC in cui la specie è stata osservata per ogni stagione indipendentemente dai siti e dai transetti. Sulla matrice **G** è stata elaborata la mappatura (metodo *Matrix* del software *PAST*) delle specie riordinate secondo l'applicazione della tecnica di seriazione (Brower & Kile, 1988) per la visualizzazione immediata e completa della presenza e dell'evoluzione delle specie nell'arco temporale considerato.

La mappatura è stata successivamente effettuata in maggior dettaglio sulla matrice **H**, in cui il numero di UC per specie è stato considerato per stagione e per sito, relativamente alle stazioni di Alberoni, Punta Sabbioni e Ca' Roman (252 specie x 42 stagioni complessivamente).

L'evoluzione della composizione vegetazionale è stata analizzata come dinamica a livello di transetto, confrontando ogni transetto con se stesso in base alla composizione floristica nelle successive fasi temporali (stagioni) mediante l'indice di similarità di Jaccard (1900, 1901, 1908). Sono stati elaborati in questo modo dei profili degli indici, che sono stati usati per generare mappe mediante l'applicazione del *3D surface model* (software *Visual Data*) ai valori degli indici di Jaccard, uno per sito di indagine (Alberoni, Punta Sabbioni, Ca' Roman). Le mappe consentono la visualizzazione immediata delle variazioni nella composizione vegetazionale di ogni sito a livello di transetto e stagione, e la loro durata nel tempo.

L'analisi della dinamica vegetazionale in termini di ricchezza specifica a livello di singola unità di campionamento è stata effettuata mediante il calcolo della differenza fra numero di specie massimo e minimo (campo di variazione) riscontrata per ogni UC su tutto il periodo considerato per singolo sito di monitoraggio.

Analogamente, si è analizzata la tendenza della ricchezza specifica calcolando la differenza fra numero di specie alla fine e all'inizio del periodo per ogni UC (aumento o decremento di ricchezza specifica). L'analisi della dinamica vegetazionale è stata poi effettuata a livello di sistema calcolando (i) la distribuzione di frequenza dei valori del campo di variazione di ogni UC aggregando i 3 siti, (ii) la distribuzione di frequenza degli aumenti e decrementi di ricchezza specifica in tutto il periodo per ogni sito di indagine.

L'analisi della variazione della composizione specifica nel periodo di indagine è stata effettuata calcolando per ogni sito due vettori definiti dalla somma delle coperture di ogni specie in ogni transetto, rispettivamente all'inizio (2005) e alla fine (2011) del periodo, e confrontandoli mediante test statistico (*Wilcoxon Matched-Pairs Signed Ranks Test*) (Wilcoxon, 1945). L'analisi è stata ripetuta in ogni sito, applicando il test nel confronto primavera 2011-primavera 2005 e autunno 2011-autunno 2005.

I dati dei fattori ambientali (proprietà del suolo) relativi al sito di Punta Sabbioni per il 2011 sono stati strutturati in una matrice di 4 variabili x 40 campioni (rilievi). Le variabili del suolo analizzate sui campioni sono pH, umidità (%), salinità EC_w (mS/cm), SAR (Sodium Adsorption Ratio). L'analisi della relazione fra variabili del suolo e campionamenti (rilievi) è stata effettuata mediante ordinamento tramite applicazione della *Principal Component Analysis* (PCA) con tecnica biplot.

5.3. Evoluzione del sistema

5.3.1. Distribuzioni di frequenza

La distribuzione di frequenza delle Unità di Campionamento (UC) per classi di copertura totale è stata effettuata separatamente sui dati 2011 (1200 UC, equamente ripartite fra primavera e autunno), e confrontata con la distribuzione dei dati 2005-2010 (7600 UC complessive nel periodo). Nel periodo 2005-2010 la distribuzione risultava gaussiana con spiccata asimmetria verso le classi con copertura maggiore, e frequenze più elevate nelle classi fra 6 e 10. La distribuzione indicava in generale una buona copertura vegetazionale, con stratificazione vegetale suggerita dall'alta frequenza delle classi a maggiore copertura. La distribuzione dei dati 2011 (fig. 5.1) risulta analoga al periodo 2005-2010, con maggiore frequenza delle classi di copertura 7-8, e asimmetria verso le classi con copertura maggiore.

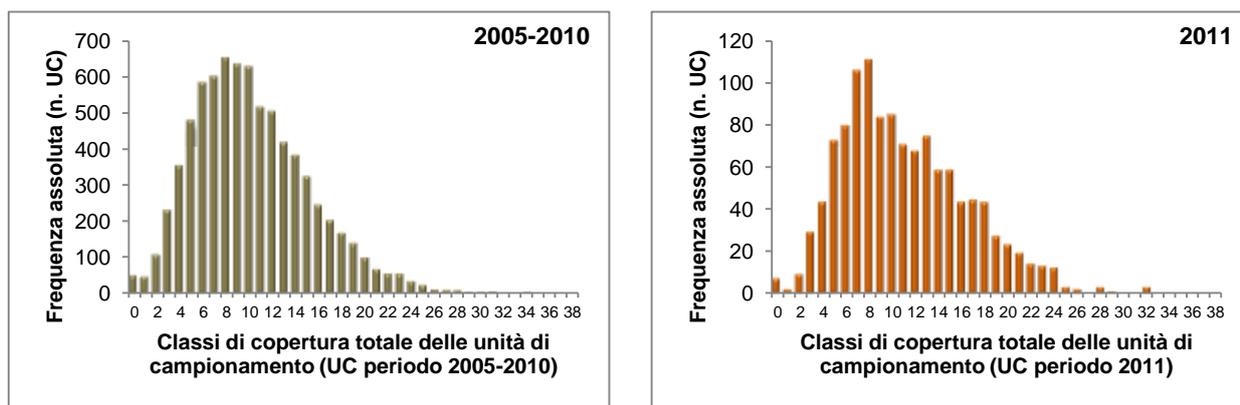


Fig. 5.1. - Distribuzione di frequenza delle unità di campionamento (UC) per classi di copertura totale, per il periodo 2005-2010 e 2011.

La somiglianza dell'andamento è meglio evidenziata dall'istogramma in pila di fig. 5.2, in cui i dati 2011 sono aggregati ai dati 2005-2010.

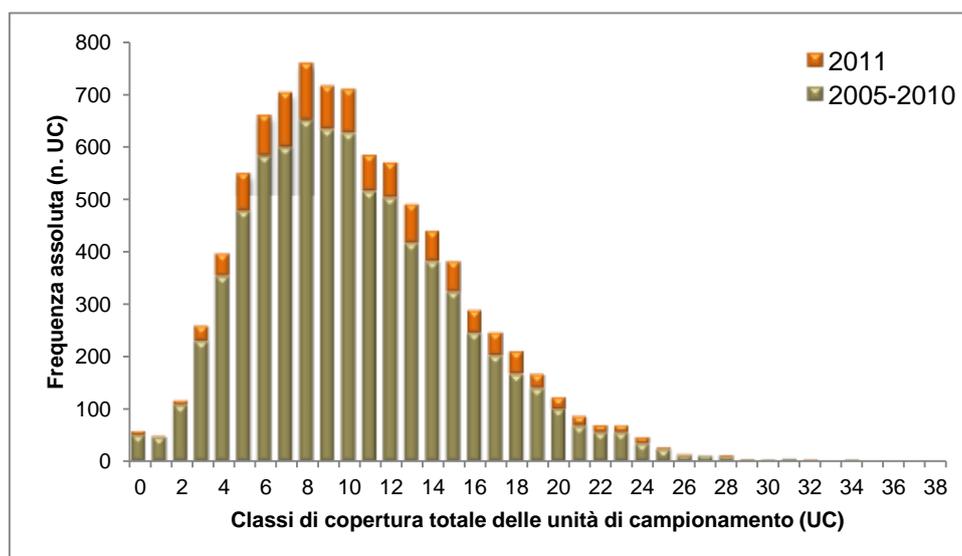


Fig. 5.2. - Distribuzione di frequenza dei dati di copertura totale aggregati su tutto il periodo di studio (2005-2011).

La stabilità della struttura della vegetazione è stata analizzata mediante il test non parametrico di Kolmogorov-Smirnov (Smirnov, 1939, 1948; software *PAST 2.12*), che verifica l'eguaglianza della distribuzione di due popolazioni. La differenza fra la distribuzione nel periodo 2005-2010 e quella

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

nel periodo 2005-2011 è risultata non significativa ($D = 0.12821$, $p = 0.88$) per cui si può asserire che l'aggregazione dei dati dell'ultimo anno non modifica la struttura consolidata nel periodo precedente.

La distribuzione di frequenza per classi di numero di specie per UC aveva evidenziato per il periodo 2005-2010 un andamento simile alla copertura vegetale, con asimmetria molto pronunciata verso le classi con maggior numero di specie, e frequenze più elevate per le classi da 3 a 8 specie per UC. Anche in questo caso (figg. 5.3 e 5.4) la distribuzione per il periodo 2011 è risultata analoga alla distribuzione per il periodo 2005-2010, con frequenze più elevate per le classi da 3 a 9 specie per UC. L'applicazione del test di Kolmogorov-Smirnov ha evidenziato anche in questo caso nessuna differenza statisticamente significativa fra le distribuzioni 2005-2010 e 2005-2011 ($D = 0.15385$, $p = 0.89$), confermando la stabilità della struttura della vegetazione.

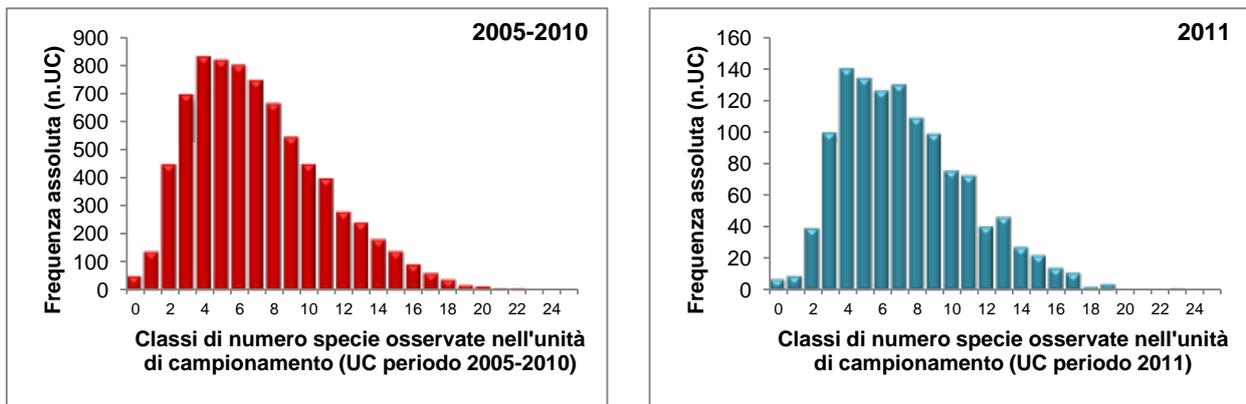


Fig. 5.3. - Distribuzione di frequenza delle unità di campionamento (UC) per classi di numero di specie per UC, per il periodo 2005-2010 e 2011.

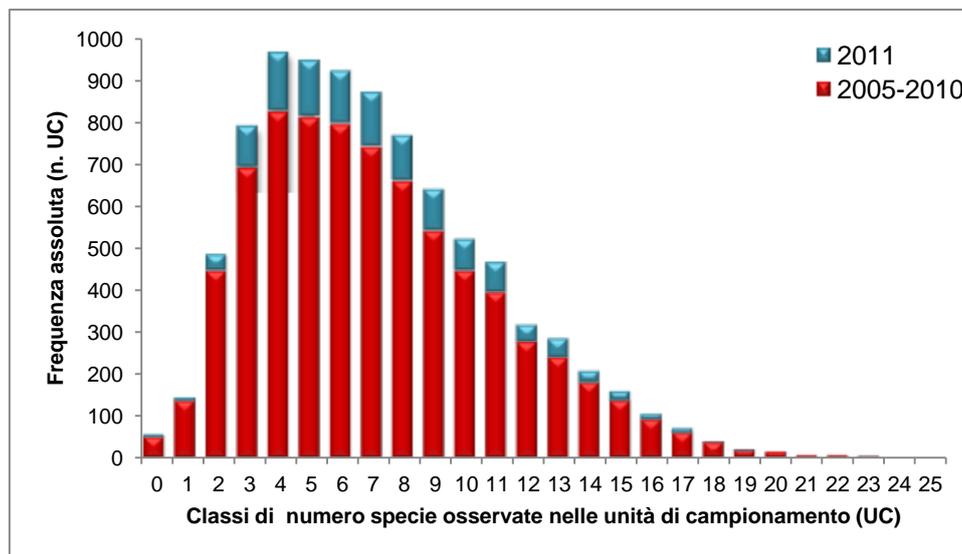


Fig. 5.4. Distribuzione di frequenza del numero di specie per UC aggregati su tutto il periodo di studio (2005-2011).

5.3.2. Ordinamenti direttiOrdinamenti diretti delle unità di campionamento

L'ordinamento diretto delle UC in base alla copertura totale delle specie (asse X) e al numero di specie osservate (Y) consente di individuare le combinazioni più frequenti di copertura-numero di specie, indicate nelle aree più scure a maggiore densità di punti nel grafico (*Kernel Density*). Tale ordinamento (fig. 5.5) aveva evidenziato per il periodo 2005-2010 (7600 UC, punti rossi nel grafico) che l'area di massima densità delle UC ricade fra indici di copertura tra 6 e 10 e numero di specie tra 3 e 8. Sovrapponendo a questo ordinamento le 1200 UC relative al 2011 (punti neri nel grafico), si nota come la sovrapposizione fra i due insiemi sia ampia e coerente, con i limiti delle curve di densità che tendono a rimanere uguali aggregando i dati dell'intero periodo. Si può pertanto asserire che la struttura caratteristica del sistema, in termini di rapporto fra numero di specie e copertura non è mutata nell'ultimo anno di rilevamento.

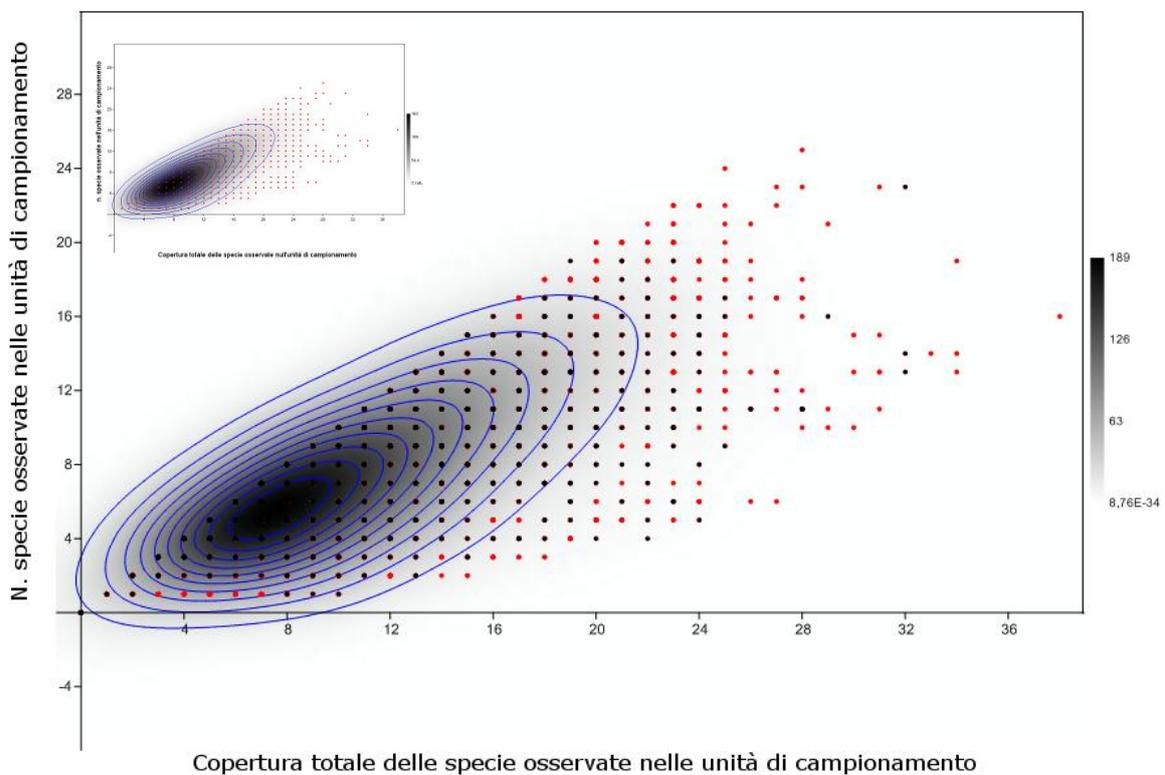


Fig. 5.5. - Ordinamento diretto delle 8800 unità di campionamento (UC) in base alla copertura totale e al numero di specie. Le aree più scure individuano la maggiore densità di UC (*Kernel Density*). Punti rossi = UC del periodo 2005-2010; punti neri = UC del 2011. Nel riquadro in alto a sinistra è riportato l'ordinamento dei soli dati 2005-2010.

L'ordinamento delle UC in base al numero di specie (asse X) e all'indice di Gini-Simpson (asse Y) mette in evidenza la dipendenza fra aumento del numero di specie e disomogeneità/frammentazione della vegetazione (fig. 5.6).

Indice di Gini-Simpson (Gini, 1912; Simpson, 1949)

L'indice di Gini-Simpson è dato da:

$$I_{GS} = 1 - \sum_{i=1,N} (p_i^2)$$

dove

N è il numero di specie per rilievo e

p_i è la proporzione della i -esima specie ($p_i = \text{copertura } i\text{-esima specie} / \text{copertura totale del rilievo}$).

I_{GS} è 0 quando una sola specie è presente in un rilievo (massima omogeneità), e tende a 1 quando tutte le specie presenti in un rilievo sono egualmente distribuite (massima disomogeneità). L'indice esprime pertanto la tendenza alla frammentazione della vegetazione all'aumento delle specie.

L'ordinamento di fig. 5.6 ha indicato per il periodo 2005-2010 una distribuzione dell'indice secondo una curva di tipo cinetico, in cui a bassi valori del numero di specie (da 1 a 3) l'aumento dell'indice è lineare, e ad alti valori l'indice tende ad un asintoto intorno a 0.95, mentre per valori di ricchezza specifica fra 5 e 20 si nota l'esistenza di diversi livelli di dominanza per lo stesso numero di specie, probabile indicatore di diverse strutture nella composizione vegetazionale e nel rapporto di coperture specifiche.

L'ordinamento dei dati aggregati su tutto il periodo di studio conferma tale andamento; analogamente all'ordinamento precedente, la sovrapposizione dei dati 2011 sui dati 2005-2010 (punti neri nell'ordinamento di fig. 5.6) evidenzia l'elevata corrispondenza fra i due insiemi, suggerendo la stabilità del sistema in termini di struttura, nell'ultimo anno di campionamento analizzato.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

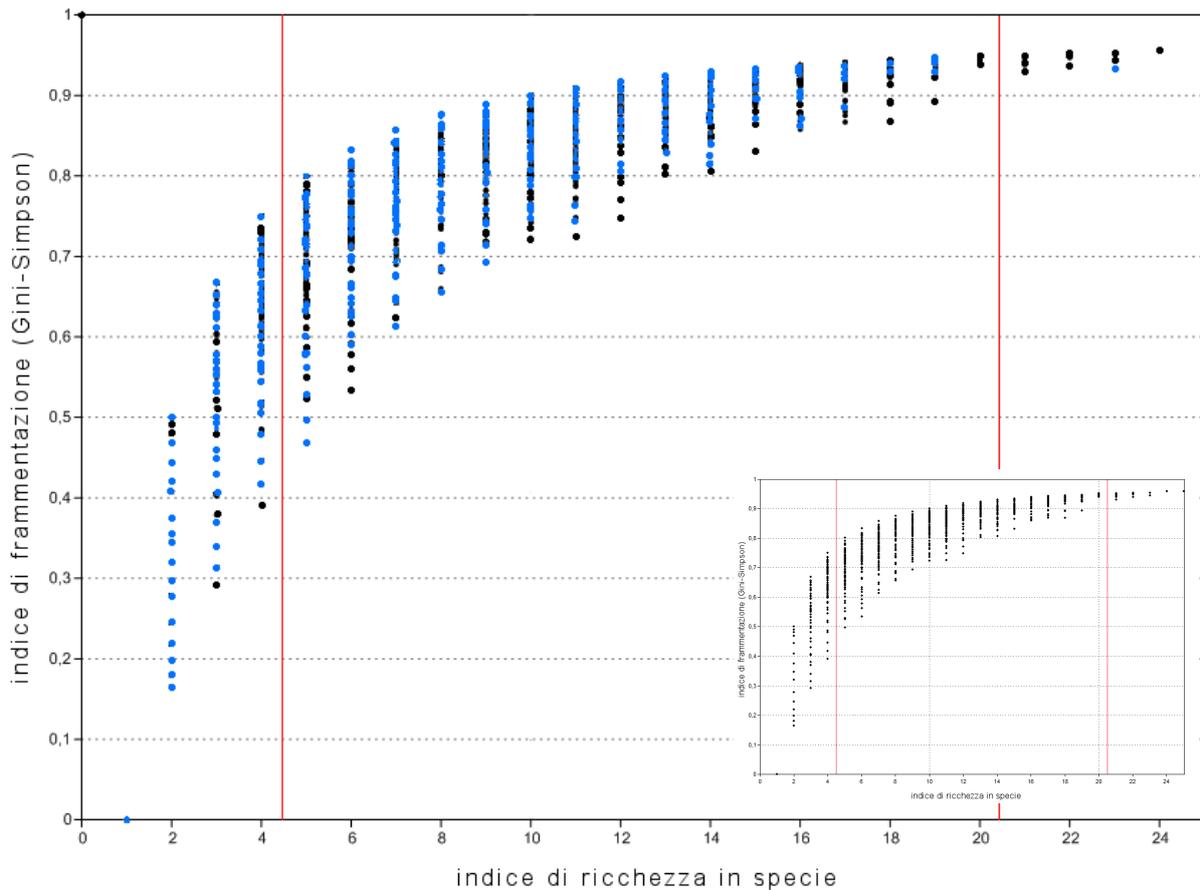


Fig. 5.6. - Ordinamento diretto delle 8800 unità di campionamento in base al numero di specie (asse X) e all'indice di frammentazione di Gini-Simpson (asse Y); punti neri: UC del periodo 2005-2010; punti blu: UC del 2011. Nel riquadro in basso a destra è riportato l'ordinamento dei soli dati 2005-2010.

5.3.3. Analisi temporale delle specie

La mappatura delle specie secondo l'applicazione della tecnica di seriazione (Brower & Kile, 1988) consente di avere una visualizzazione immediata e completa della presenza e dell'evoluzione delle specie nell'arco temporale considerato (fig. 5.7). La mappatura è stata ricavata dalla matrice G (252 specie x 14 stagioni, dal 2005 al 2011), e presenta sull'asse orizzontale la sequenza delle stagioni e sull'asse verticale la seriazione delle specie, evidenziate per numero di rilievi in cui la specie è stata osservata, secondo una scala cromatica (il nero indica l'assenza della specie).

La mappatura eseguita sui dati 2005-2010 aveva consentito l'individuazione di tre gruppi di specie:

- un gruppo che tende a ridursi e a sparire nel corso degli anni, composto da circa una sessantina di specie (parte alta della mappa);
- un gruppo che tende a entrare e consolidarsi nel corso degli anni, composto da circa una novantina di specie (parte bassa della mappa);
- il restante gruppo, composto da specie sempre presenti a differenti livelli di frequenza (parte centrale della mappa, linee continue).

La stagionalità di alcune specie è individuabile nella mappa dalla presenza di linee che alternano colori differenti nelle diverse stagioni, in particolare con alta diffusione in primavera (*Lagurus ovatus*, *Vulpia membranacea*, *Phleum arenarium*, *Cerastium semidecandrum*, *Silene colorata*). Rispetto ai dati 2005-2010, si nota nel 2011 l'ingresso di 2 specie non rilevate negli anni precedenti, ossia *Laurus nobilis* (nella stazione di Alberoni), *Rubia peregrina* (entrambe nella stazione di Ca' Roman).

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

La lista completa delle specie è presentata in tab. 5.2, in cui ogni specie è contrassegnata dal numero che la identifica sull'asse verticale della mappa di fig. 5.7.

L'integrazione dei dati 2011 in questa nuova mappatura conferma l'andamento precedente, in cui l'evoluzione temporale dell'intero sistema si verifica per cambiamenti graduali nella struttura della vegetazione, senza rilevanti discontinuità.

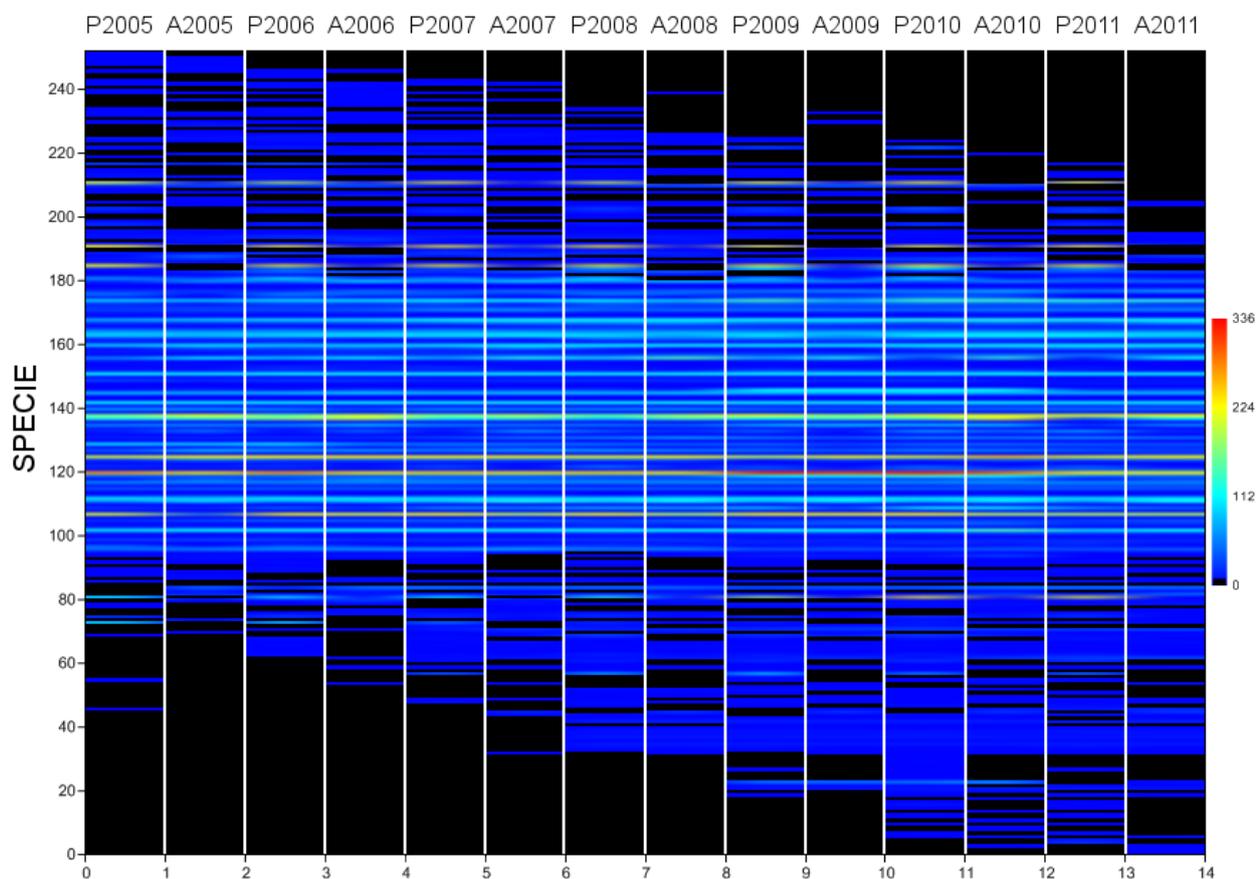


Fig. 5.7. - Mappatura della presenza delle specie nel periodo 2005 - 2011, ricavato dalla matrice **G** riordinata con il metodo *seriation* mediante applicazione del metodo *matrix* (software *PAST*). La scala cromatica rappresenta il numero di osservazioni per ogni specie (asse verticale) nelle UC rilevate ogni stagione, aggregando i transetti di ogni sito (600 per stagione dal 2005 al 2008 e nel 2011; 700 per stagione nel 2009-2010 con l'inserimento del sito di S. Felice). Le aree nere indicano assenza delle specie.

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tab. 5.2. - Lista delle specie presenti nella mappa di fig. 5.7. Ogni specie è contrassegnata dal numero che la identifica lungo la seriazione dell'asse verticale della mappa. Le specie con il suffisso sono riportate nei vari strati (A: arboreo; B: alto-arbustivo/arboreo; C: arbustivo; P: plantula; assenza di suffisso: erbaceo).

252	<i>Verbena officinalis</i>	168	<i>Carex liparocarpus</i>	84	<i>Kosteletzkya pentacarpos</i>
251	<i>Holcus lanatus</i>	167	<i>Rubus ulmifolius_C</i>	83	<i>Setaria glauca</i>
250	<i>Clematis flammula</i>	166	<i>Lonicera japonica_C</i>	82	<i>Linum maritimum</i>
249	<i>Geranium molle</i>	165	<i>Robinia pseudacacia_C</i>	81	<i>Cerastium semidecandrum</i>
248	<i>Pyrus pyrastrer_P</i>	164	<i>Juncus maritimus</i>	80	<i>Odontites rubra</i>
247	<i>Cirsium arvense</i>	163	<i>Sanguisorba minor</i>	79	<i>Pinus sp.</i>
246	<i>Prunus cerasifera_P</i>	162	<i>Hedera helix</i>	78	<i>Agrostis stolonifera</i>
245	<i>Reseda alba</i>	161	<i>Inula crithmoides</i>	77	<i>Salsola soda</i>
244	<i>Convolvulus arvensis</i>	160	<i>Rubus ulmifolius</i>	76	<i>Lythrum salicaria</i>
243	<i>Carex tumidicarpa</i>	159	<i>Allium sphaerocephalon</i>	75	<i>Bromus hordeaceus</i>
242	<i>Artemisia verlotorum</i>	158	<i>Hieracium florentinum</i>	74	<i>Euphorbia maculata</i>
241	<i>Chenopodium album</i>	157	<i>Rubus caesius</i>	73	<i>Silene colorata</i>
240	<i>Elegnys angustifolia_P</i>	156	<i>Cenchrus incertus</i>	72	<i>Parapholis incurva</i>
239	<i>Parietaria officinalis</i>	155	<i>Amorpha fruticosa_P</i>	71	<i>Rubus caesius_C</i>
238	<i>Sporobolus poiretii</i>	154	<i>Robinia pseudacacia_P</i>	70	<i>Vicia cracca</i>
237	<i>Taraxacum officinale</i>	153	<i>Centaureum erythraea</i>	69	<i>Medicago rigidula</i>
236	<i>Pyracantha coccinea_P</i>	152	<i>Holoschoenus romanus</i>	68	<i>Carex distans</i>
235	<i>Erodium cicutarium</i>	151	<i>Spartina juncea</i>	67	<i>Pinus pinea</i>
234	<i>Veronica persica</i>	150	<i>Tamarix gallica</i>	66	<i>Prunus cerasifera</i>
233	<i>Cuscuta cesatiana</i>	149	<i>Suaeda maritima</i>	65	<i>Prunus cerasifera_C</i>
232	<i>Echinophora spinosa</i>	148	<i>Solidago gigantea</i>	64	<i>Pyrus pyrastrer</i>
231	<i>Digitaria sanguinalis</i>	147	<i>Senecio inaequidens</i>	63	<i>Hypochoeris uniflora</i>
230	<i>Populus nigra_P</i>	146	<i>Juncus acutus</i>	62	<i>Pinus sp._C</i>
229	<i>Echinochloa crus-galli</i>	145	<i>Juncus litoralis</i>	61	<i>Erophila verna</i>
228	<i>Sonchus arvensis</i>	144	<i>Pyrus pyrastrer_C</i>	60	<i>Prunus spinosa</i>
227	<i>Lonicera japonica_P</i>	143	<i>Pyracantha coccinea_C</i>	59	<i>Rosa canina</i>
226	<i>Plantago cornuti</i>	142	<i>Schoenus nigricans</i>	58	<i>Hordeum murinum</i>
225	<i>Pinus sp._P</i>	141	<i>Tamarix gallica_C</i>	57	<i>Silene conica</i>
224	<i>Populus alba_P</i>	140	<i>Scabiosa argentea</i>	56	<i>Beta vulgaris/maritima</i>
223	<i>Beta vulgaris</i>	139	<i>Aristolochia clematitis</i>	55	<i>Rubus sp.</i>
222	<i>Arenaria leptoclados</i>	138	<i>Silene vulgaris</i>	54	<i>Salsola kali</i>
221	<i>Typhoides arundinacea</i>	137	<i>Conyza canadensis</i>	53	<i>Artemisia vulgaris</i>
220	<i>Pulicaria dysenterica</i>	136	<i>Teucrium chamaedryx</i>	52	<i>Populus nigra_A</i>
219	<i>Rubus sp._C</i>	135	<i>Sonchus maritimus</i>	51	<i>Fraxinus ornus_A</i>
218	<i>Avena barbata</i>	134	<i>Limonium virgatum</i>	50	<i>Hedera helix_A</i>
217	<i>Cakile maritima</i>	133	<i>Crepis vesicaria</i>	49	<i>Parthenocissus quinquefolia_C</i>
216	<i>Rubus ulmifolius_P</i>	132	<i>Asparagus officinalis</i>	48	<i>Cyperus kalli</i>
215	<i>Blackstonia perfoliata</i>	131	<i>Lonicera japonica</i>	47	<i>Clypeola jonthlasi</i>
214	<i>Tamarix gallica_P</i>	130	<i>Populus alba_C</i>	46	<i>Conyza albida</i>
213	<i>Silene alba</i>	129	<i>Elytrigia juncea</i>	45	<i>Tragus racemosus</i>
212	<i>Vicia sativa</i>	128	<i>Stachys recta</i>	44	<i>Potentilla reptans</i>
211	<i>Lagurus ovatus</i>	127	<i>Daucus carota</i>	43	<i>Ulmus minor_C</i>
210	<i>Scabiosa gramuntia</i>	126	<i>Calystegia soldanella</i>	42	<i>Pinus pinaster_A</i>
209	<i>Hypericum perforatum</i>	125	<i>Oenothera stucchii</i>	41	<i>Festuca fenas</i>
208	<i>Asparagus maritimus</i>	124	<i>Eupatorium cannabinum</i>	40	<i>Fraxinus ornus_C</i>
207	<i>Thymelaea passerina</i>	123	<i>Robinia pseudacacia</i>	39	<i>Carex flacca</i>
206	<i>Suaeda fruticosa</i>	122	<i>Sonchus asper</i>	38	<i>Quercus ilex</i>
205	<i>Crithmum maritimum</i>	121	<i>Amorpha fruticosa</i>	37	<i>Quercus ilex_C</i>
204	<i>Lycopus europaeus</i>	120	<i>Elytrigia atherica</i>	36	<i>Acer campestre_C</i>
203	<i>Avellinia michelii</i>	119	<i>Phragmites australis</i>	35	<i>Pinus pinea_A</i>
202	<i>Poa bulbosa</i>	118	<i>Picris hieracioides</i>	34	<i>Ligustrum vulgare</i>
201	<i>Prunus persica_P</i>	117	<i>Asparagus acutifolius</i>	33	<i>Ligustrum vulgare_C</i>
200	<i>Raphanus raphanistrum</i>	116	<i>Asparagus acutifolius_C</i>	32	<i>Lonicera japonica_B</i>
199	<i>Erigeron annuus</i>	115	<i>Equisetum ramosissimum</i>	31	<i>Melilotus alba</i>

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

198	<i>Papaver rhoeas</i>	114	<i>Pinus pinea_C</i>	30	<i>Oenothera stuechii_P</i>
197	<i>Epipactis palustris</i>	113	<i>Lotus corniculatus</i>	29	<i>Geranium robertianum</i>
196	<i>Pinus pinea_P</i>	112	<i>Ammophila littoralis</i>	28	<i>Quercus ilex_A</i>
195	<i>Bolboschoenus maritimus</i>	111	<i>Calamagrostis epigejos</i>	27	<i>Quercus ilex_P</i>
194	<i>Euphorbia paralias</i>	110	<i>Plantago coronopus</i>	26	<i>Holoschoenus vulgaris</i>
193	<i>Bidens frondosa</i>	109	<i>Calystegia sepium</i>	25	<i>Rubus sp._P</i>
192	<i>Eleagnus angustifolia</i>	108	<i>Plantago crassifolia</i>	24	<i>Ambrosia coronopifolia_P</i>
191	<i>Vulpia membranacea</i>	107	<i>Ambrosia coronopifolia</i>	23	<i>Aster novi-belgii</i>
190	<i>Oenanthe lachenalii</i>	106	<i>Sarcocornia fruticosa</i>	22	<i>Hedera helix_C</i>
189	<i>Poa trivialis</i>	105	<i>Petrorhagia saxifraga</i>	21	<i>Robinia pseudacacia_B</i>
188	<i>Aster squamatus</i>	104	<i>Halimione portulacoides</i>	20	<i>Koeleria pyramidata</i>
187	<i>Atriplex latifolia</i>	103	<i>Plantago lanceolata</i>	19	<i>Rosa canina_C</i>
186	<i>Medicago marina</i>	102	<i>Dactylis glomerata</i>	18	<i>Ostrya carpiniifolia</i>
185	<i>Phleum arenarium</i>	101	<i>Euphorbia cyparissias</i>	17	<i>Ostrya carpiniifolia_C (Impianto)</i>
184	<i>Catapodium rigidum</i>	100	<i>Pinus pinaster_C</i>	16	<i>Buglossoides arvensis</i>
183	<i>Samolus valerandi</i>	99	<i>Eleagnus angustifolia_C</i>	15	<i>Parthenocissus quinquefolia_B</i>
182	<i>Populus nigra</i>	98	<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	14	<i>Calystegia_B</i>
181	<i>Medicago minima</i>	97	<i>Bromus sterilis</i>	13	<i>Calystegia_C</i>
180	<i>Diplotaxis tenuifolia</i>	96	<i>Erianthus ravennae</i>	12	<i>Prunus spinosa_C (impianto)</i>
179	<i>Populus nigra_C</i>	95	<i>Eleagnus angustifolia_B</i>	11	<i>Rhamnus catharticus</i>
178	<i>Populus alba</i>	94	<i>Aster tripolium</i>	10	<i>Rhamnus catharticus_C (impianto)</i>
177	<i>Cynodon dactylon</i>	93	<i>Medicago sativa</i>	9	<i>Inula crithmoides_P</i>
176	<i>Xanthium italicum</i>	92	<i>Tragopogon pratensis</i>	8	<i>Artemisia campestris</i>
175	<i>Carex extensa</i>	91	<i>Veronica arvensis</i>	7	<i>Valerianella locusta</i>
174	<i>Hypochoeris radicata</i>	90	<i>Lysimachia vulgaris</i>	6	<i>Ambrosia maritima</i>
173	<i>Trachomitum venetum</i>	89	<i>Medicago lupulina</i>	3	<i>Solanum nigrum</i>
172	<i>Amorpha fruticosa_C</i>	88	<i>Rumex crispus</i>	2	<i>Rubia peregrina</i>
171	<i>Fumana procumbens</i>	87	<i>Lathyrus pratensis</i>	1	<i>Laurus nobilis</i>
170	<i>Limonium narbonense</i>	86	<i>Achillea millefolium</i>		
169	<i>Pyracantha coccinea</i>	85	<i>Setaria viridis</i>		

L'evoluzione temporale del sistema in termini di numero totale di specie rilevate per stagione è evidenziata dal grafico di fig. 5.8, in cui si nota come, al netto di oscillazioni stagionali con un maggior numero di specie rilevate in primavera, la ricchezza specifica tenda a crescere nella prima fase del periodo di studio (dal 2005 al 2008), per assestarsi successivamente in un numero fra 150 e 170 specie, ad eccezione di un picco nella primavera del 2010 (superiore a 180 specie).

L'andamento di questa curva conferma ulteriormente una generale stabilità del sistema nel corso del tempo, in cui l'integrazione dei dati 2011 si inquadra pienamente con la tendenza del periodo precedente.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

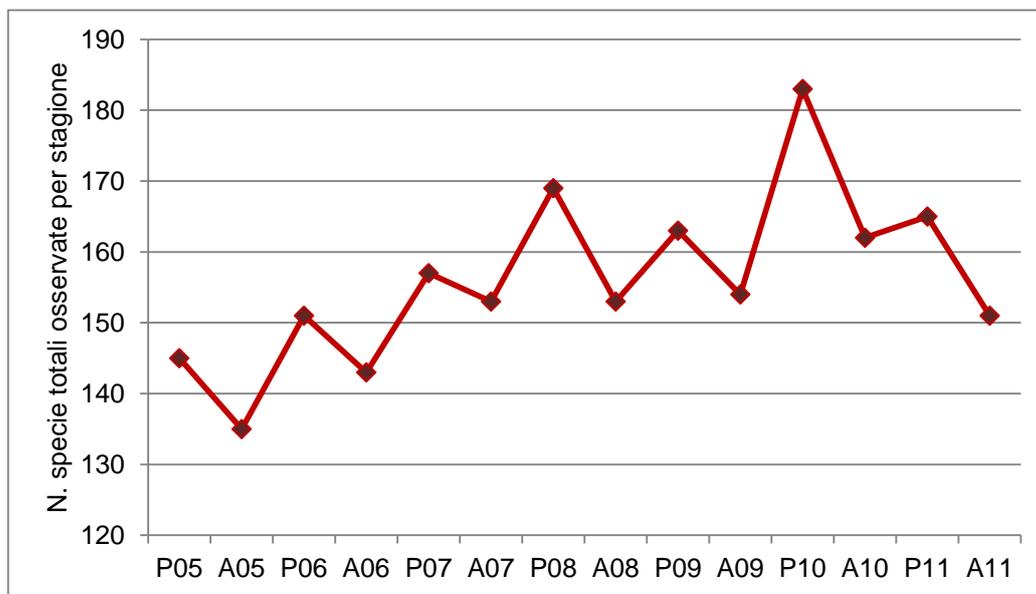


Fig. 5.8. - Andamento temporale della ricchezza specifica in termini di numero totale di specie rilevate per stagione.

5.4 Tendenze evolutive in atto in ciascun sito

Per analizzare in maggiore dettaglio l'evoluzione delle specie fra i siti di indagine, la mappatura è stata applicata alla matrice H, in cui la presenza delle specie è riportata come numero di UC in cui la singola specie è stata osservata per stagione, separatamente per i siti di Punta Sabbioni, Alberoni e Ca' Roman. La matrice H è quindi composta da 252 specie x 42 rilievi (14 stagioni x 3 siti).

Nell'analisi relativa al periodo 2005-2010 la mappatura ha consentito di distinguere nettamente i tre siti, in base alla presenza selettiva di alcune specie (uno o due siti) e alla loro diversa distribuzione stagionale (fig. 5.9 a, b). L'integrazione della mappa con i dati 2011 rivela una generale invarianza della struttura rispetto al periodo precedente, confermando una stabilità di fondo del sistema.

In particolare, le specie che fortemente o esclusivamente caratterizzano i siti lungo l'intero periodo considerato (2005-2011) sono le seguenti:

Punta Sabbioni - *Amorpha fruticosa*, *Bromus hordeaceus*, *Bromus sterilis*, *Calistegia sepium*, *Dactylis glomerata*, *Daucus carota*, *Eupatorium cannabinum*, *Euphorbia cyparissias*, *Juncus litoralis*, *Juncus maritimus*, *Kosteletzkya pentacarpos*, *Phragmites australis*, *Picris hieracioides*, *Plantago crassifolia*, *Robinia pseudacacia*, *Rubus caesius*, *Samolus valerandi*, *Schoenus nigricans*, *Sonchus maritimus*, *Trachomitum venetum*.

Alberoni - *Allium sphaerocephalon*, *Cenchrus incertus*, *Diplotaxis tenuifolia*, *Equisetum ramosissimum*, *Hedera helix*.

Ca' Roman - *Asparagus acutifolius* (sia in forma erbacea sia in forma arbustiva), *Cerastium semidecandrum*, *Spartina juncea*.

Alcune specie sono fortemente caratteristiche di due siti, in particolare ad Alberoni e Ca' Roman si riscontrano *Ammophila littoralis*, *Catapodium rigidum*, *Conyza canadensis*, *Hypochoeris radicata*, *Lagurus ovatus*, *Medicago minima*, *Oenothera stucchii*, *Phleum arenarium*, *Sanguisorba minor*, *Sarcocornia*

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

fruticosa, *Silene vulgaris*, *Vulpia membranacea*; a Punta Sabbioni e Ca' Roman *Ambrosia coronopifolia*; a Punta Sabbioni ed Alberoni *Calamagrostis epigejos* e *Rubus ulmifolius* (forma erbacea e forma arbustiva). Poche specie sono ampiamente diffuse in tutti i siti, come *Carex liparocarpos* ed *Elytrigia atherica*.

Diverse specie denotano una forte oscillazione stagionale come *Cenchrus incertus*, *Catapodium rigidum*, *Cerastium semidecandrum*, *Lagurus ovatus*, *Medicago minima*, *Phleum arenarium*, *Silene vulgaris*, *Vulpia membranacea*. Quasi tutte queste specie sono localizzate ad Alberoni e Ca' Roman e tendono, oltre alle oscillazioni stagionali, ad un aumento negli anni dal 2005 al 2010; solo per alcune di queste si rileva nel 2011 una lieve tendenza al decremento, come *Ambrosia coronopifolia*, *Catapodium rigidum*, *Cerastium semidecandrum* (Ca' Roman). Come esposto in precedenza, 2 specie sono comparse nel 2011, ossia *Laurus nobilis* (ad Alberoni) e *Rubia peregrina* (a Ca' Roman).

L'alto numero di specie che caratterizzano in particolare il sito di Punta Sabbioni indica una differenza maggiore fra questo e i siti di Alberoni e Ca' Roman.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

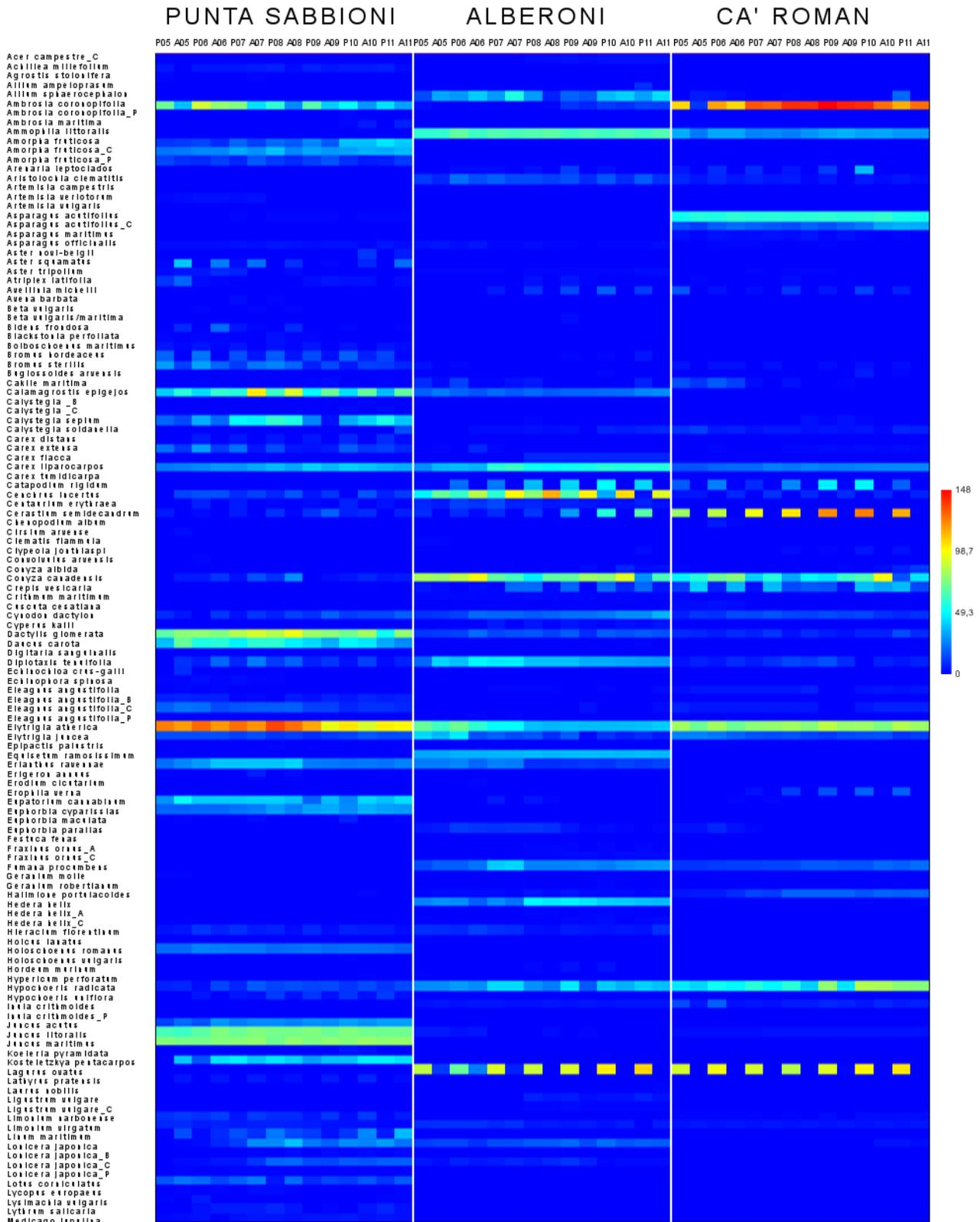


Fig. 5.9.(a) - Mappatura delle specie per sito mediante il metodo *matrix* sulla matrice **H** (252 specie × 42 rilievi) (software *PAST*). La mappa è divisa in due parti per comodità di lettura.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

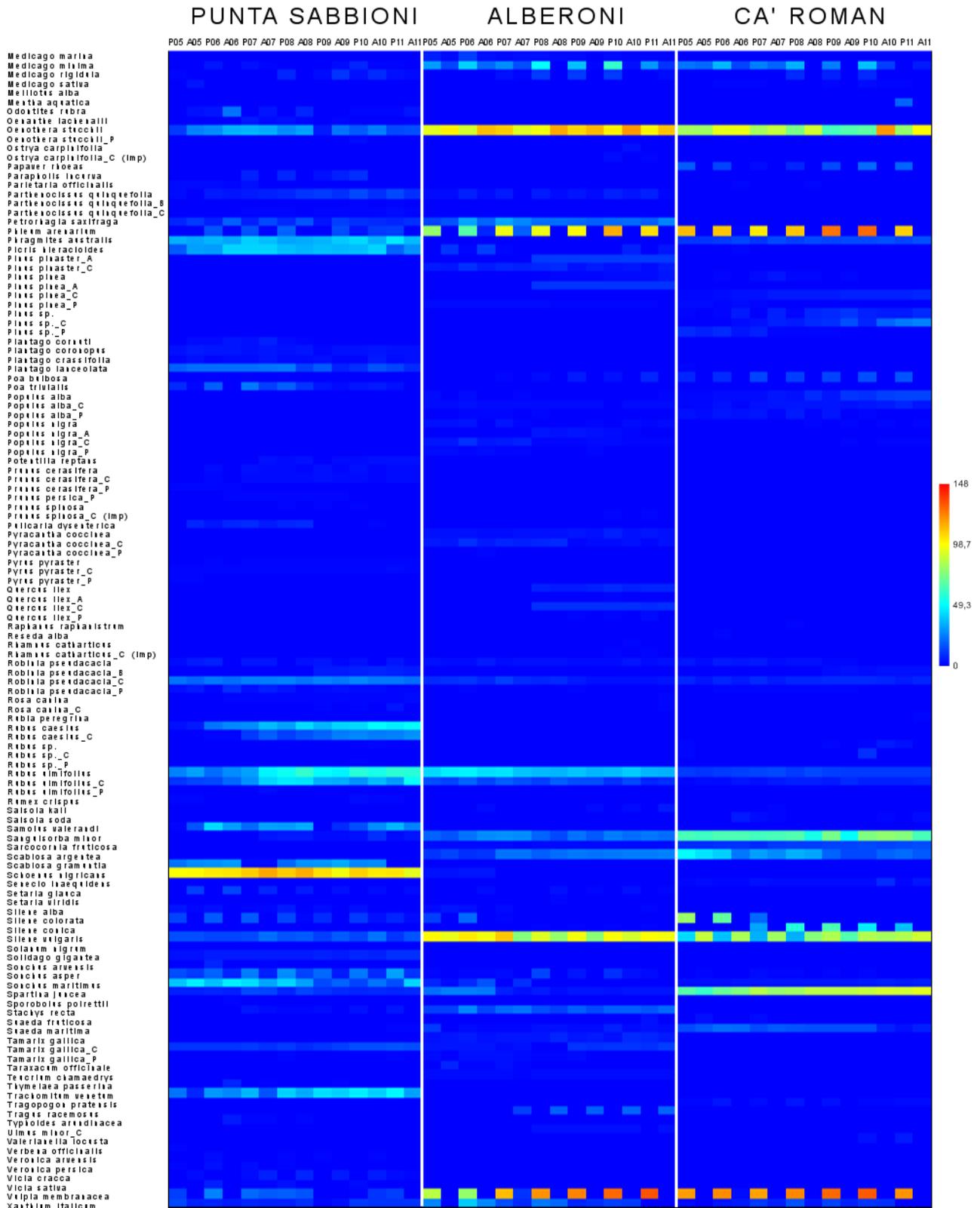


Fig. 5.9.(b) - Mappatura delle specie per sito mediante il metodo *matrix* sulla matrice **H** (252 specie × 42 rilievi) (software *PAST*). La mappa è divisa in due parti per comodità di lettura.

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

L'evoluzione temporale, in termini di numero totale di specie rilevate per sito e per stagione, è sintetizzata nel grafico di fig. 5.10, in cui meglio si rileva la differenziazione fra i tre siti. In generale, Punta Sabbioni si distingue dagli altri due siti per una minore o assente stagionalità nelle oscillazioni del numero di specie, all'opposto ben presente e marcata ad Alberoni e a Ca' Roman, soprattutto a partire dal 2008. Riguardo Alberoni, la variazione dell'andamento del numero di specie in corrispondenza del le stagioni P07-A08 trova chiarimento nella sostituzione di due transetti di rilievo, caratterizzati maggiormente da specie stagionali.

L'andamento temporale, dopo una crescita generale, tende a stabilizzarsi dal 2008, evidenziando la diversa ricchezza specifica di ogni sito. Punta Sabbioni è la stazione con maggiore ricchezza di specie (intorno a 100), Alberoni presenta valori oscillanti fra 80 e 90, Ca' Roman fra 50 e 70. Inoltre, l'oscillazione stagionale sembra tendere a un certo smorzamento nelle ultime stagioni.

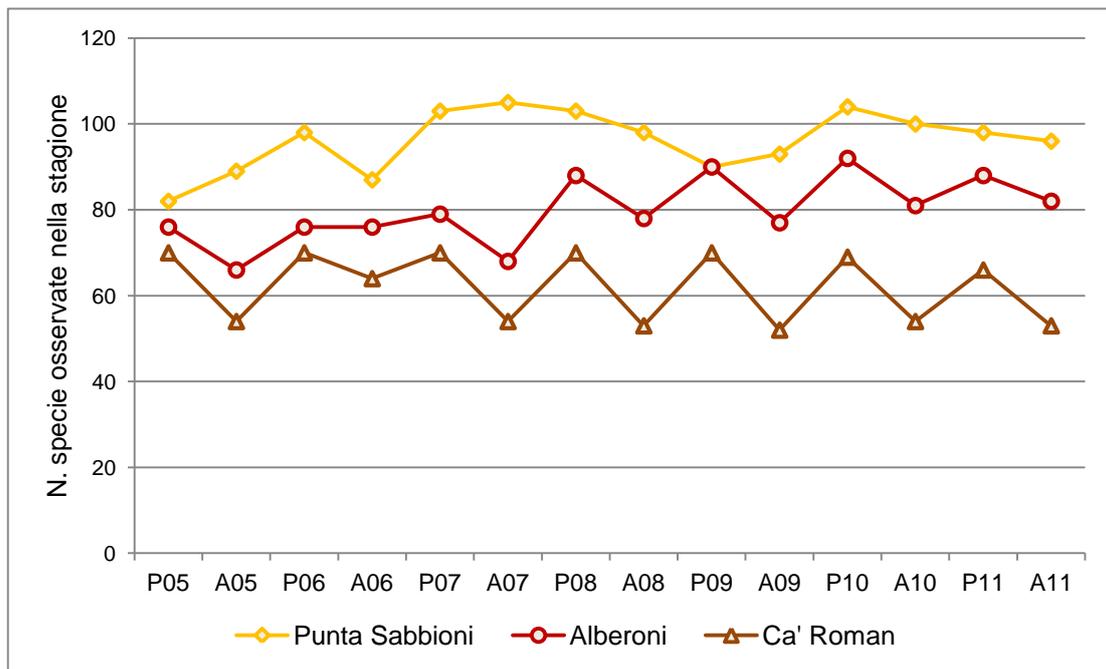
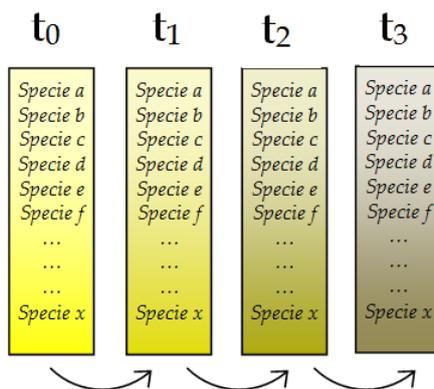


Fig. 5.10. - Andamento temporale della ricchezza specifica in termini di numero totale di specie rilevate per stagione e per sito.

5.5. Evoluzione della composizione vegetazionale a livello di transetti

5.5.1 Analisi della dinamica vegetazionale per stagioni

L'analisi dell'evoluzione temporale del sistema vegetazionale osservato si basa sulla valutazione della somiglianza tra la composizione floristica espressa dai transetti nelle diverse campagne di rilevazione. Considerata la presenza di un fattore stagionalità, emerso dalle analisi precedenti, questa analisi è stata effettuata sulla composizione vegetazionale osservata sempre nella medesima stagione, confrontando separatamente la successione delle primavere e la successione degli autunni. L'analisi della dinamica vegetazionale nel tempo è data quindi dal confronto di un transetto con se stesso nel tempo sui dati della stessa stagione.



Il transetto in esame al tempo t_0 viene confrontato con se stesso al tempo t_1 (nella stessa stagione dell'anno seguente), e con una successione a catena continua il transetto al tempo t_1 con se stesso al tempo t_2 , e così via (es. primavera 2005-primavera 2006, primavera 2006-primavera 2007, ecc.).

Il grado di somiglianza tra due transetti a confronto è stato quantificato mediante l'indice di Jaccard.

Indice di Jaccard (Jaccard similarity coefficient)

L'indice di Jaccard (Jaccard, 1901, 1904, 1908) è dato dalla formula:

$$J = c / (a + b - c)$$

dove

a è il numero di specie presenti nel rilievo 1,

b è il numero di specie presenti nel rilievo 2,

c è il numero di specie comuni ad entrambi i rilievi.

L'indice varia da 0 (nessuna similarità tra i due elementi a confronto, data dall'assenza di specie in comune) a +1 (massima similarità tra i due elementi a confronto, tutte le specie in comune).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

La variazione degli indici di Jaccard lungo la successione temporale descrive un profilo di cambiamento nella presenza di specie in un transetto, e una evoluzione più o meno marcata del transetto nel tempo.

Nel caso in cui il transetto non vari sostanzialmente tra una stagione e l'altra i valori di Jaccard rimangono elevati, mentre se al passaggio dal tempo t_i al tempo t_{i+1} la composizione floristica del transetto cambia considerevolmente l'indice di Jaccard diminuisce e tende a zero.

L'analisi quindi verifica se la composizione specifica di un transetto si mantiene stabile o meno nella stessa stagione dell'anno successivo.

I dati si riferiscono al periodo analizzato (2005-2011). I transetti sono stati suddivisi per siti di appartenenza: Punta Sabbioni, Alberoni e Ca' Roman. Sono stati analizzati i transetti per i quali si disponeva della serie completa o quasi completa dei rilievi stagionali lungo tutto il periodo 2005-2011; sono stati pertanto esclusi i transetti di Alberoni A7 e A8, rilevati solo nei primi 2-3 anni di campionamento, mentre sono stati inclusi dalla stessa stazione i transetti A11 (per cui sono disponibili i dati dal 2007) e A12 (dati dal 2008). Nel sito di Ca' Roman non è stato analizzato il transetto CR3, osservato solo in parte per due stagioni e poi sostituito dal transetto CR11, per il quale si dispone della serie completa a partire dal 2006.

Le mappe, due per ogni area presa in considerazione, sono state ottenute dall'applicazione del *3D surface model* (software *Visual Data*) ai valori degli indici di Jaccard (fig. 5.11, 5.12, 5.13). Le mappe rappresentano uno spazio ridotto nel quale sono sintetizzate la dimensione temporale (Stagioni), la dimensione spaziale (Transetti) e l'evoluzione della vegetazione intesa come variazione nella successione temporale della composizione in specie del transetto.

Nelle mappe le campagne stagionali di campionamento sono riordinate lungo l'asse delle stagioni (da sinistra verso destra), separatamente per i confronti fra le primavere (2005-2011) e fra gli autunni (2005-2011), mentre sull'asse opposto sono riordinati i transetti. Nelle figure ogni mappa corrisponde all'insieme di osservazioni sviluppate in un'area e al suo interno, ogni poligono rappresenta un transetto. Le mappe orientate da sinistra verso destra permettono di selezionare un transetto sull'asse spaziale (transetti) e di osservare la sua evoluzione nel tempo sull'asse delle stagioni.

I valori dell'indice di somiglianza di Jaccard sono stati ottenuti dal confronto dei transetti presi a coppie. Lungo l'asse delle stagioni sono indicate le coppie di stagioni a cui sono riferiti i confronti (es. per il confronto del transetto PS10 in primavera 2005 con se stesso in primavera 2006 viene riportata l'etichetta P05-P06 sull'asse stagioni).

I risultati dei confronti (indici di somiglianza di Jaccard) sono espressi in una scala cromatica dai valori alti dell'indice (giallo) corrispondenti a una maggiore somiglianza del transetto con se stesso nella stessa stagione dell'anno successivo, a valori inferiori degli indici (marrone), che rappresentano un sostanziale cambiamento del transetto da un anno all'altro. La variazione della composizione in specie del transetto è evidenziata dalla diminuzione dell'indice di Jaccard che nella mappa genera un avvallamento di colore più scuro (valori dell'indice < 0.5).

Queste aree di cambiamento sono evidenziate nelle mappe di ogni stazione con zone cerchiata e codificate da una lettera.

Punta Sabbioni

I risultati per il sito di Punta Sabbioni sono riportati in fig. 5.11 con i confronti fra (a) primavere in anni successivi e (b) autunni in anni successivi.

Sui 60 confronti primaverili, 10 presentano valori dell'indice $J \leq 0.5$, relativamente ai transetti PS1, PS4, PS5, PS6 e PS7, mentre sui 60 confronti autunnali 6 riportano valori $J \leq 0.5$, specificamente sui transetti PS1, PS5 e PS6. In generale, circa la metà dei confronti presenta valori $J > 0.7$, precisamente il 51.7% dei confronti primaverili (31 su 60) e il 41.7% dei confronti autunnali (25 su 60).

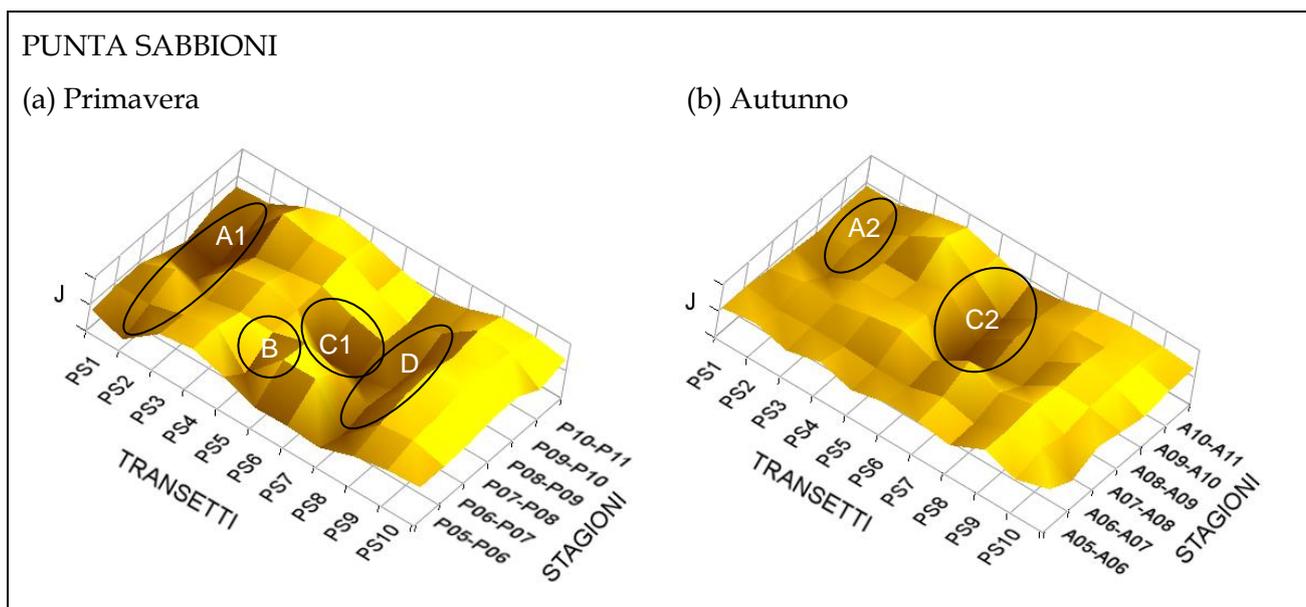


Fig. 5.11. - 3D surface model dei valori degli indici di Jaccard per l'area di indagine Punta Sabbioni: (a) confronti fra stagioni primaverili di anni successivi, (b) confronti fra stagioni autunnali di anni successivi. Gli indici di Jaccard sono riportati in un gradiente cromatico dai valori più alti (giallo) agli indici tendenti a zero (marrone, area scure con avvallamenti). I confronti a coppie sono tra il transetto e se stesso nella stessa stagione di anni successivi. I poligoni riportano il risultato del confronto e sull'asse "stagioni" sono indicate le coppie di stagioni messe a confronto in una scala di somiglianza. I punti di maggiore variazione sono evidenziati da aree cerchiare in nero.

Nel **transetto PS1** si evidenziano i punti di maggiore variabilità nei confronti primaverili identificati nel gruppo A1 (fig. 1.1 (a)), precisamente nel confronto P05-P06 e negli ultimi tre confronti (P08-P09, P09-P10 e P10-P11), con valori di J compresi tra 0.4 e 0.5, eccetto per il confronto P09-P10 con indice $J = 0.375$.

La variabilità dell'indice evidenzia una certa dinamicità dell'evoluzione vegetazionale in questo transetto, con specie che scompaiono e ricompaiono nelle stagioni successive. Dalle 13 specie rilevate nella prima primavera (2005), si passa al minimo nella primavera 2009 (9 specie), caratterizzata dalla scomparsa di specie come *Echinophora spinosa*, *Phleum arenarium*, *Vulpia membranacea* e *Xanthium italicum*, che tuttavia ricompaiono nel 2010 o 2011. Dopo il minimo del 2009 si riscontra un aumento graduale del numero di specie fino a 16 specie osservate nell'ultima primavera (2011).

Nei confronti autunnali per questo transetto si notano punti di variazione con valori di J fra 0.4 e 0.5 limitatamente ai confronti A08-A09 e A10-A11 (gruppo A2). Anche in questo caso si riscontra un certo dinamismo nell'evoluzione vegetazionale con specie che alternativamente scompaiono e ricompaiono, il che determina l'oscillazione dell'indice.

Il transetto PS1 è posizionato sull'arenile per cui è soggetto a forte variabilità e al disturbo antropico; negli ultimi tre anni il Servizio Forestale ha ampliato l'area dunale protetta pertanto il transito dei bagnanti nelle vicinanze del transetto è fortemente diminuito.

Nel **transetto PS4** si evidenzia un punto di variazione solo nel confronto primaverile P06-P07 (gruppo B), con Jaccard = 0.5, mentre in tutti gli altri confronti, sia primaverili che autunnali, J è sempre ≥ 0.7 .

Nel **transetto PS5** si riscontra un'area di maggiore variazione nel confronto primaverile P08-P09 con J = 0.412 (gruppo C1).

In questo transetto nella primavera 2005 sono state rilevate 11 specie, aumentate a 17 nella primavera 2008. Nella primavera 2009 si osserva una decisa diminuzione del numero di specie (7 specie totali), che gradualmente risale fino a 14 nella primavera 2011.

Dal 2009 sono scomparse e non sono più state osservate nelle successive primavere: *Elytrigia atherica*, *Erianthus ravennae*, *Pulicaria dysenterica* e *Sonchus maritimus*, mentre altre specie scomparse nella primavera 2009 sono successivamente ricomparse, come *Carex extensa*, *Samolus valerandi*; altre specie compaiono a partire dal 2010 (*Eupatorium cannabinum*) o dal 2011 in singole unità di campionamento. Dopo la diminuzione osservata nel 2009, sembra che il transetto si stia gradualmente arricchendo di specie nella stagione primaverile.

Nei confronti autunnali A08-A09 (J = 0.190), A09-A10 e A10-A11 (entrambi J = 0.333) (gruppo C2), si registrano valori particolarmente bassi, soprattutto nel confronto A08-A09. Questo punto di variazione è probabilmente legato alla sensibile diminuzione del numero di specie dall'autunno 2008 all'autunno 2009 (da 20 a 5 specie). Negli ultimi due anni il numero di specie è nuovamente aumentato (21 specie osservate nel 2011). Nel 2009 sono scomparse per ricomparire dal 2010 o 2011: *Calystegia sepium*, *Samolus valerandi*, *Schoenus nigricans*, *Sonchus maritimus*. Le specie *Elytrigia atherica*, *Erianthus ravennae* e *Limonium narbonense* osservate fino all'autunno 2008, sono scomparse nel 2009 e non sono state più osservate in questo transetto.

Nel **transetto PS6** si notano punti di maggiore variazione in generale dal 2008 al 2009, espressi sia nel confronto primaverile P08-P09 (J = 0.417) (gruppo C1) che nel confronto autunnale A08-A09 (J = 0.478) (gruppo C2).

Analogamente al transetto PS5, si verifica un decremento nel numero di specie osservate nel 2009, che passano da 22 a 12 sia nel confronto tra primavere che tra autunni.

Nella primavera 2009 scompare e non viene più rilevata *Erianthus ravennae*, mentre altre specie scomparse nel 2009 ricompaiono nel 2010 o 2011 (*Calamagrostis epigejos*, *Lythrum salicaria*, *Samolus valerandi*).

Nell'autunno 2009 scompaiono e non vengono riscontrate successivamente le specie *Elytrigia atherica*, *Erianthus ravennae*, mentre nel 2010 o 2011 ricompaiono *Calystegia sepium*, *Linum maritimum*, *Lotus corniculatus*, *Sonchus maritimus*.

In questo transetto, il numero di specie sta gradualmente aumentando dal minimo rilevato nel 2009, sia nei confronti primaverili che nei confronti autunnali.

Nel **transetto PS7** si registrano punti di variazione solo nei confronti primaverili, precisamente P06-P07 (J = 0.459), P08-P09 (J = 0.500) e P09-P10 (J = 0.483) (gruppo D).

Come per i transetti PS5 e PS6, si osserva una diminuzione del numero di specie dalla primavera 2008 alla primavera 2009 (da 29 a 19 specie). Nelle primavere successive il numero risale fino a 30 specie nel 2011, che rappresenta il massimo osservato fra tutte le stagioni primaverili in questo transetto. Nella primavera 2009 scompaiono, per ricomparire nella primavera successiva: *Amorpha fruticosa* (strato erbaceo), *Dactylis glomerata*, *Oenothera stucchii*, *Plantago coronopus*.

Alberoni

La stazione di Alberoni si dimostra decisamente più stabile rispetto a Punta Sabbioni in termini di evoluzione della vegetazione fra stagioni successive, come evidenziato dal minor numero di aree di variazione (aree scure) nelle mappe di fig. 5.12 (a, b). Infatti, nei confronti primaverili 46 su 55 (83.6%) presentano valori di $J > 0.7$, e nei confronti autunnali 38 su 55 (69.1%) risultano con valori di $J > 0.7$.

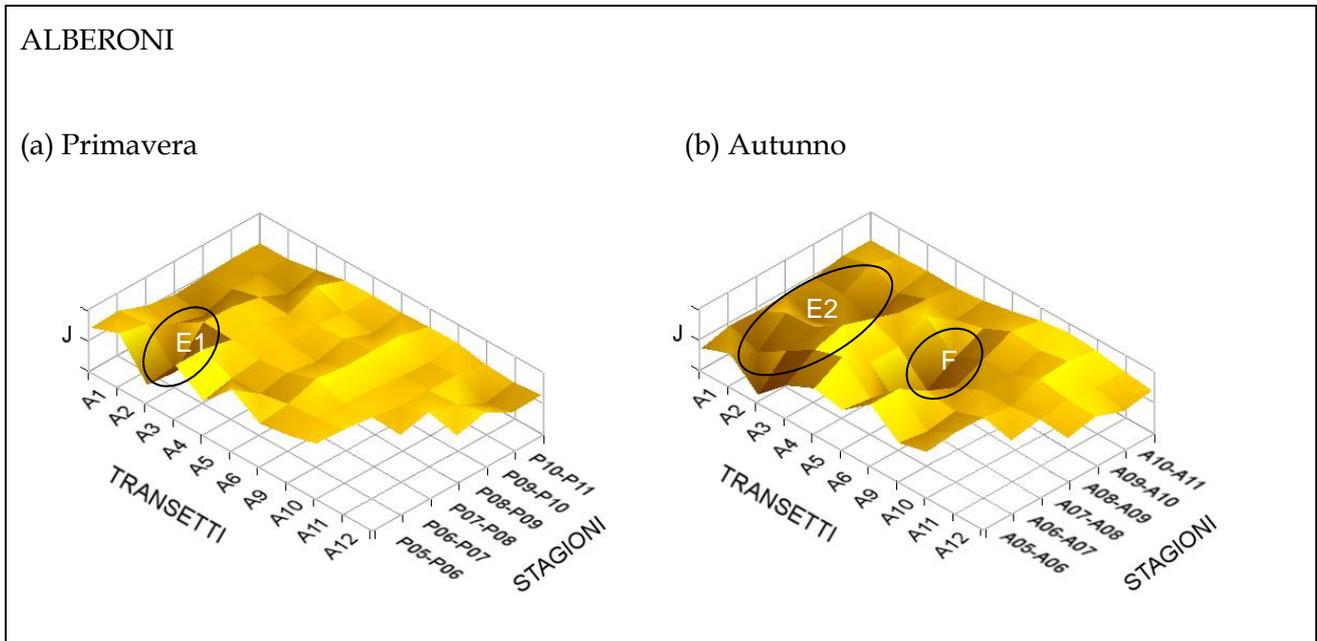


Fig. 5.12. - 3D surface model dei valori degli indici di Jaccard per il sito di Alberoni: (a) confronti fra stagioni primaverili di anni successivi, (b) confronti fra stagioni autunnali di anni successivi. Gli indici di Jaccard sono riportati in un gradiente cromatico dai valori più alti (giallo) agli indici tendenti a zero (marrone, area scure con avvallamenti). I confronti a coppie sono tra il transetto e se stesso nella stessa stagione di anni successivi. I poligoni riportano il risultato del confronto e sull'asse "stagioni" sono indicate le coppie di stagioni messe a confronto in una scala di somiglianza. I punti di maggiore variazione sono evidenziati da aree cerchiare in nero. Sono stati analizzati i transetti per i quali si disponeva della serie completa o quasi completa dei rilievi stagionali lungo tutto il periodo 2005-2011; sono stati pertanto esclusi i transetti di Alberoni A7 e A8, rilevati solo nei primi 2-3 anni di campionamento, mentre sono stati inclusi dalla stessa stazione i transetti A11 (per cui sono disponibili i dati dal 2007) e A12 (dati dal 2008).

Nelle stagioni primaverili solo nel **transetto A2** si evidenziano punti di variazione nel confronto P05-P06 ($J = 0.500$) e nel confronto P06-P07 ($J = 0.467$) (gruppo E1). La variazione della composizione vegetazionale in quest'ultimo confronto può essere attribuita all'ingresso di nuove specie osservate tra la primavera 2006 e la successiva primavera (da 7 a 15 specie).

Nelle stagioni autunnali si registrano i seguenti punti di maggior variazione:

- per il **transetto A1** nei confronti A06-A07 e A08-A09, entrambi con $J = 0.500$ (gruppo E2), attribuibili alla comparsa/scomparsa di alcune specie che si presentano sporadicamente in alcune unità di campionamento;
- per il **transetto A2** nei confronti A05-A06 ($J = 0.375$) e A09-A10 ($J = 0.500$) (gruppo E2), anche in questo caso imputabili ad alcune specie sporadiche, che incidono sensibilmente sul valore dell'indice di Jaccard, dato il numero non elevato di specie totali osservate nel transetto (massimo 10 specie);

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

- per il **transetto A5** nei confronti A07-A08 ($J = 0.400$) e A08-A09 ($J = 0.429$) (gruppo F), per cui anche in questo caso si possono sostenere le ipotesi precedenti (massimo 10 specie osservate nell'autunno 2007).

I transetti che hanno evidenziano variazioni sono quelli più vicini alla costa, quindi quelli più soggetti a disturbo antropico.

Ca' Roman

Nel sito di Ca' Roman (fig. 5.13 a, b) tutti i confronti primaverili risultano con valori di J superiori a 0.5. Nel complesso si denota forte stabilità della composizione vegetazionale nei confronti fra stagioni successive in questo sito: 48 su 59 confronti primaverili (81.3%) presentano valori di $J > 0.7$, mentre 47 su 59 confronti autunnali (79.7%) superano questo valore.

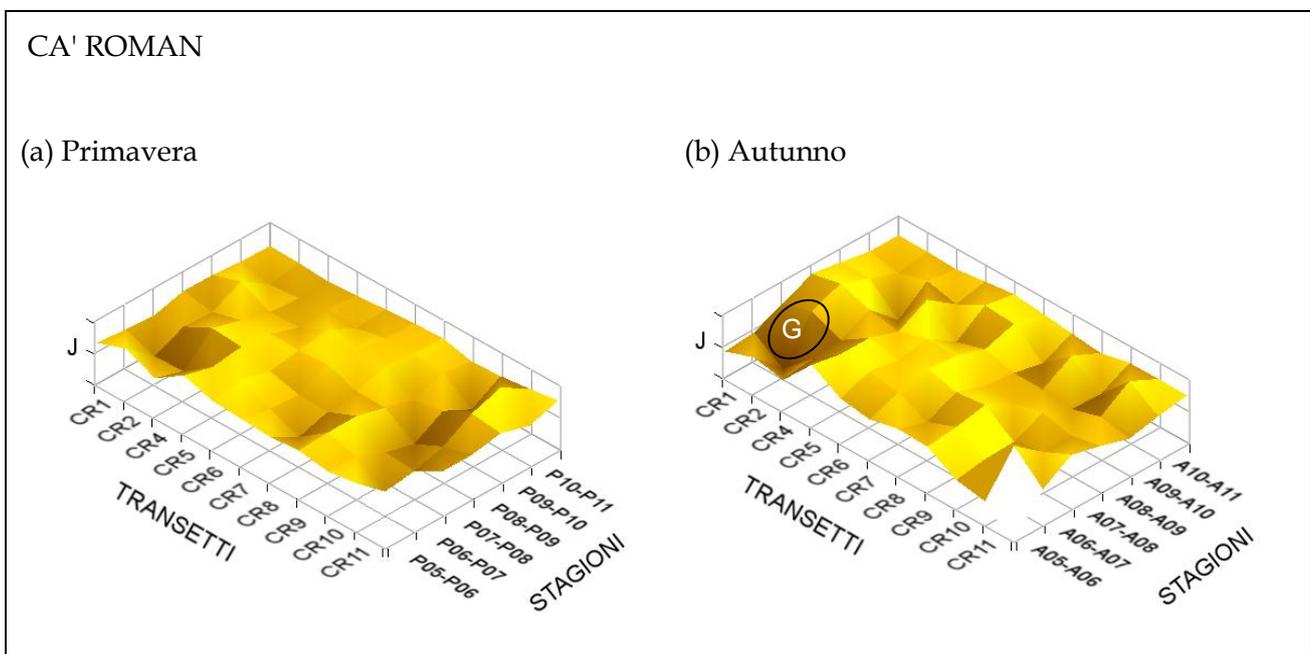


Fig. 5.13. - 3D surface model dei valori degli indici di Jaccard per il sito di Ca' Roman: (a) confronti fra stagioni primaverili di anni successivi, (b) confronti fra stagioni autunnali di anni successivi. Gli indici di Jaccard sono riportati in un gradiente cromatico dai valori più alti (giallo) agli indici tendenti a zero (marrone, area scure con avvallamenti). I confronti a coppie sono tra il transetto e se stesso nella stessa stagione di anni successivi. I poligoni riportano il risultato del confronto e sull'asse "stagioni" sono indicate le coppie di stagioni messe a confronto in una scala di somiglianza. I punti di maggiore variazione sono evidenziati da aree cerchiato in nero. Non è stato analizzato il transetto CR3, osservato solo in parte per due stagioni e poi sostituito dal transetto CR11, per il quale si dispone della serie completa a partire dal 2006.

Nei confronti autunnali solo per il **transetto CR1** si rileva un valore dell'indice di Jaccard inferiore a 0.5, nel confronto A06-A07 (gruppo G). Questo transetto presenta nelle osservazioni autunnali sempre un numero pressoché costante di specie, che varia da 6 a 8. Dal 2007 scompaiono e non si rilevano successivamente *Cakile maritima* ed *Euphorbia paralias*, mentre compaiono stabilmente *Conyza candensis*, *Hypochoeris radicata* e *Spartina juncea*.

Conclusioni

Nel complesso, i siti di Alberoni e Ca' Roman sono i più stabili in termini di composizione vegetazionale (in particolare Ca' Roman), mentre Punta Sabbioni è il sito con maggiori aree di variazione.

Alberoni risulta piuttosto stabile in termini di composizione vegetazionale, soprattutto nel confronto fra primavere successive. Nei confronti autunnali si rilevano variazioni composizionali in pochi transetti, tutti localizzati nella parte più prossima al mare, attribuibili a specie per lo più sporadiche, e come tali in grado di incidere sensibilmente sull'indice di Jaccard, dato il numero totale non elevato di specie osservate in questi transetti. Ca' Roman risulta invece il sito con i transetti generalmente più stabili dal punto di vista della composizione vegetazionale fra stagioni successive.

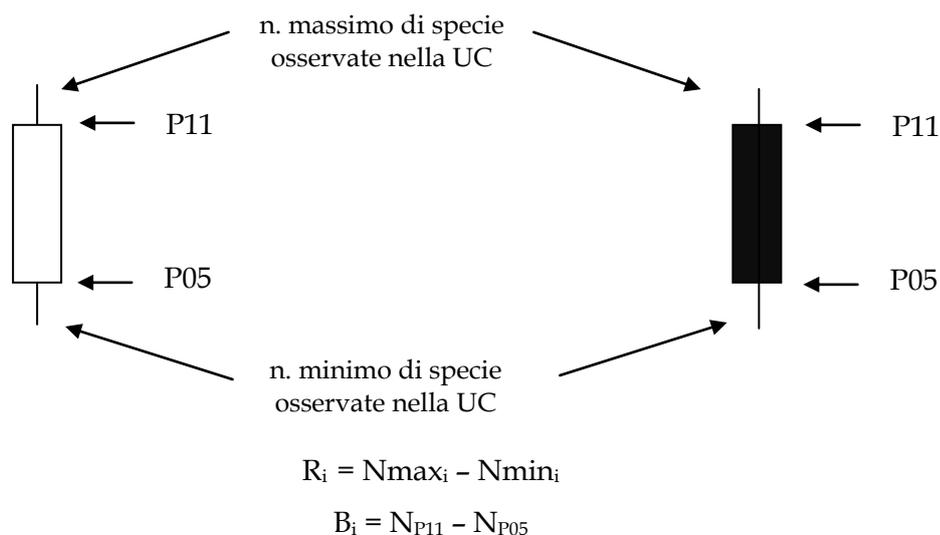
Considerando i punti di maggiore variazione dell'indice di Jaccard nel sito di Punta Sabbioni, i più notevoli sono associati ai confronti tra 2008 e 2009, sia per la primavera che per l'autunno, dove si osserva una diminuzione spesso importante del numero di specie nei transetti segnalati. Negli anni successivi si osserva un graduale recupero del numero di specie.

5.5.2 Analisi della dinamica del numero di specie per Unità di Campionamento

Analisi per singolo sito

L'analisi dell'evoluzione temporale della vegetazione in termini di variazione nel numero di specie per singolo sito, è stata effettuata elaborando un grafico per ciascun sito, in cui sull'asse X è stata posta la sequenza dei transetti del sito con le 20 UC per transetto, e sull'asse Y il numero di specie per UC.

Il numero di specie è stato rappresentato per ogni UC mediante un sistema a **barre** e **box** secondo lo schema seguente. Ogni barra associata a una UC rappresenta nella sua lunghezza la variazione fra il numero di specie massimo e il numero di specie minimo riscontrati nell'intero periodo 2005-2011, mentre il colore e la lunghezza del box indicano l'aumento o il decremento nel numero di specie fra l'inizio e la fine del periodo, e la relativa consistenza numerica.



dove:

R_i = lunghezza dell' i -esima barra, campo (range) di variazione (numero di specie per UC);

N_{max_i} , N_{min_i} = numero di specie massimo e minimo rilevati nella UC in tutto il periodo di monitoraggio (2005-2011);

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

B_i = lunghezza del box associato all' i -esima barra (numero di specie pe UC);

N_{P11} , N_{P05} = numero di specie rilevato nella UC rispettivamente alla fine e all'inizio del periodo di monitoraggio ($P05$ = n. di specie rilevate nella prima stagione di campionamento (primavera 2005), eccetto per le UC del transetto A11 (primavera 2007), A12 (primavera 2008) e CR11 (primavera 2006); $P11$ = n. di specie rilevate nell'ultima stagione di campionamento (primavera 2011)).

Se $B_i > 0$ il colore del box è **bianco**; se $B_i < 0$ il colore del box è **nero**.

I concetti associati alle barre e ai box sono i seguenti:

- le *barre lunghe* indicano ampia variazione tra valore massimo e valore minimo di specie rilevati nell'arco della campagna di rilevamento nella singola UC, condizione che potrebbe verificarsi ad esempio se l'UC è caratterizzata da diverse specie stagionali, oppure per cambiamento nel numero di specie in risposta a specifici fattori o condizioni ambientali;
- le *barre corte* indicano poca variabilità nel numero di specie osservate per UC, il range tra massimo e minimo numero di specie osservate è piccolo, la ricchezza in specie è pressoché costante nell'arco del tempo di indagine;
- i *box bianchi* indicano un aumento di ricchezza specifica per UC alla fine del periodo di monitoraggio, i *box neri* indicano un decremento di ricchezza specifica lungo tale periodo;
- i *box lunghi* indicano che l'aumento (o il decremento) di ricchezza specifica è stato consistente nel periodo in esame, i *box corti* indicano che l'aumento (o il decremento) di ricchezza specifica è stato poco rilevante.

Nelle figg. 5.14, 5.15, 5.16 sono riportati i grafici relativi all'andamento della variazione della ricchezza specifica per stazione e transetto.

PUNTA SABBIONI

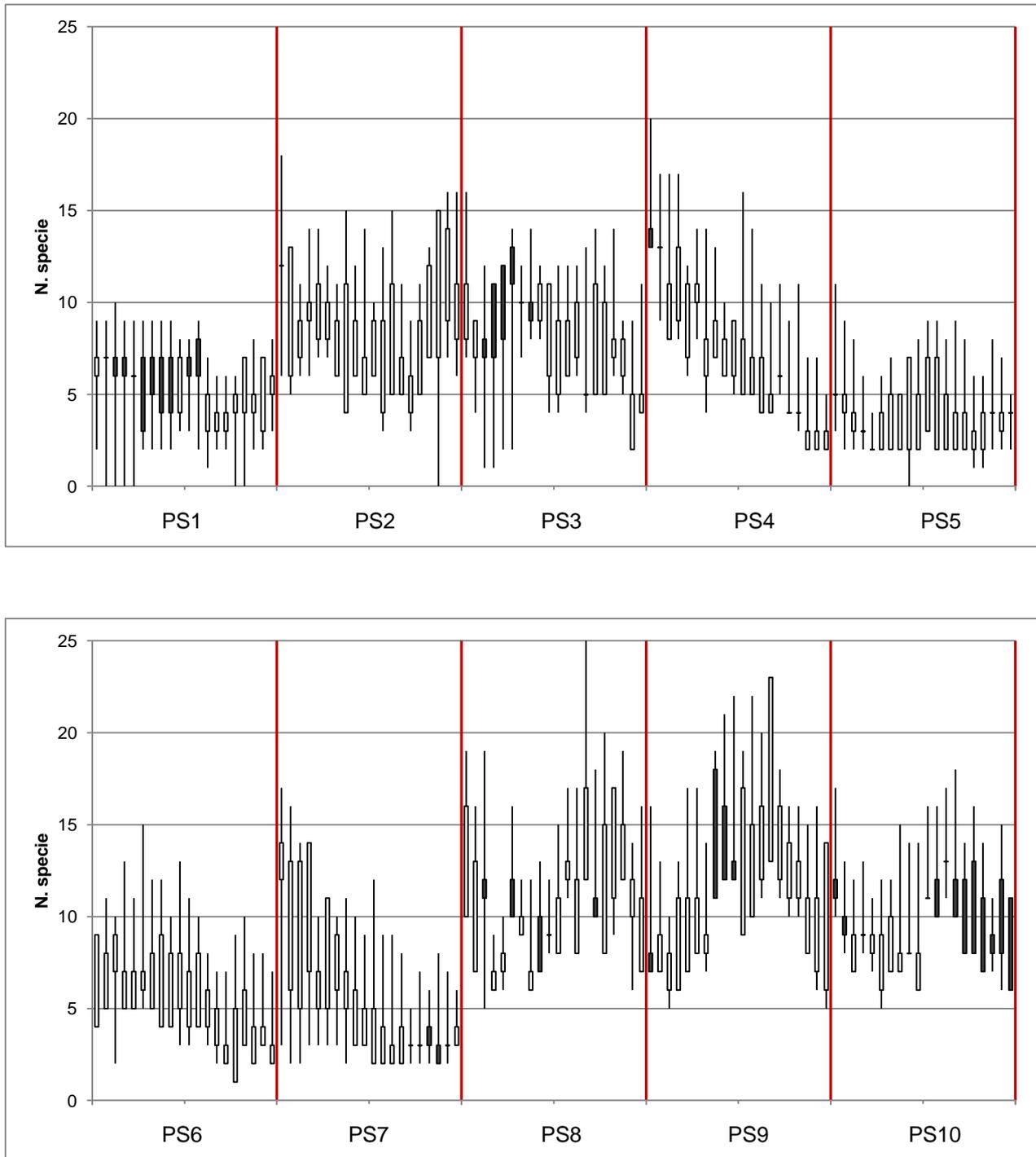


Fig. 5.14. - Punta Sabbioni - andamento della ricchezza specifica per transetto e UC. La lunghezza delle barre è pari alla differenza fra il numero massimo e minimo di specie riscontrati nel periodo 2005-2011 (campo di variazione). La lunghezza dei box è pari alla differenza fra il numero di specie alla fine e all'inizio del periodo; se la differenza è negativa (decremento di ricchezza specifica) il box è nero, se è positiva (aumento di ricchezza specifica) il box è bianco. Ogni barra è associata alla rispettiva UC lungo il transetto (da 1 a 20).

Punta Sabbioni

L'andamento dei grafici di fig. 5.14 indica che i transetti PS1 e PS5 sono i meno ricchi in specie, in quanto quasi tutte le UC (eccetto una) presentano al massimo 10 specie in tutto il periodo, mentre gli altri transetti risultano nel complesso più ricchi in numero di specie.

I transetti PS4, PS6 e PS7 presentano un decremento graduale tendenzialmente lineare della ricchezza specifica lungo le unità del transetto (dalla UC1 alla UC20), e questo si evidenzia sui valori massimi più che sui minimi (specialmente nel PS7).

Su tutte le UC, solo 8 sono risultate prive di specie almeno in una stagione nell'arco del periodo di campionamento, quasi tutte nei transetti con minor ricchezza specifica (6 in PS1 che è posizionato sull'arenile, 1 in PS 5) e solo una in un transetto con maggiore ricchezza (PS2). Tali eventi si sono riscontrati nel periodo fra primavera 2008 e primavera 2009.

Campo di variazione specifica (max-min). Il campo di variazione fra massimo e minimo riscontrato nel periodo (lunghezza delle barre) è in genere abbastanza ampio per tutte le UC, oscillando fra 2 e 15 specie; il sistema presenta nel complesso una certa variabilità, considerando che il n. massimo di specie registrate per una UC è 25 (vedi capitolo 3). Il 48% delle UC ha un range di variazione compreso fra 6 e 8 specie, il 93% delle UC ha un campo di variazione osservato nel corso dell'intera campagna di rilevamento compreso entro 10 specie. I transetti che presentano almeno due UC con un campo di variazione maggiore a 10 specie sono PS2, PS3, PS7 e PS8.

Tendenza della ricchezza specifica. Sulle 200 UC del sito, 166 (pari al 83%) presentano un numero di specie nella primavera 2011 (ultimo anno) superiore al numero di specie osservate nella primavera 2005 (primo anno), evidenziate dai box bianchi nel grafico di fig. 5.14. 34 unità di campionamento, pari al rimanente 17%, hanno invece diminuito il numero di specie nella primavera 2011 rispetto alla primavera 2005.

Questi casi, evidenziati dai box neri del grafico di fig. 5.14, sono concentrati nei transetti PS1 (prima metà del transetto), PS3 (prima metà del transetto), PS8, PS9 e PS10 (prime due UC e seconda metà del transetto). Le differenze osservate tra l'ultimo e il primo campionamento non sono mai superiori a 5 specie, eccetto in un solo caso (PS9_8) con una diminuzione di 7 specie passando dalle 18 della primavera 2005 alle 11 della primavera 2011.

Quasi tutte le UC che presentano diminuzione della ricchezza specifica nella seconda metà del transetto PS10 registrano il valore minimo del numero di specie associato all'ultimo rilevamento primaverile. Ulteriori rilevamenti potrebbero indicare se questo evento sia casuale o se implichi una tendenza strutturale in atto.

In ogni caso, non si osservano differenze particolarmente rilevanti nei casi di decremento in ricchezza specifica (lunghezza dei box neri), che potrebbero essere segno di una considerevole variazione negativa del numero di specie a livello di unità di campionamento.

ALBERONI

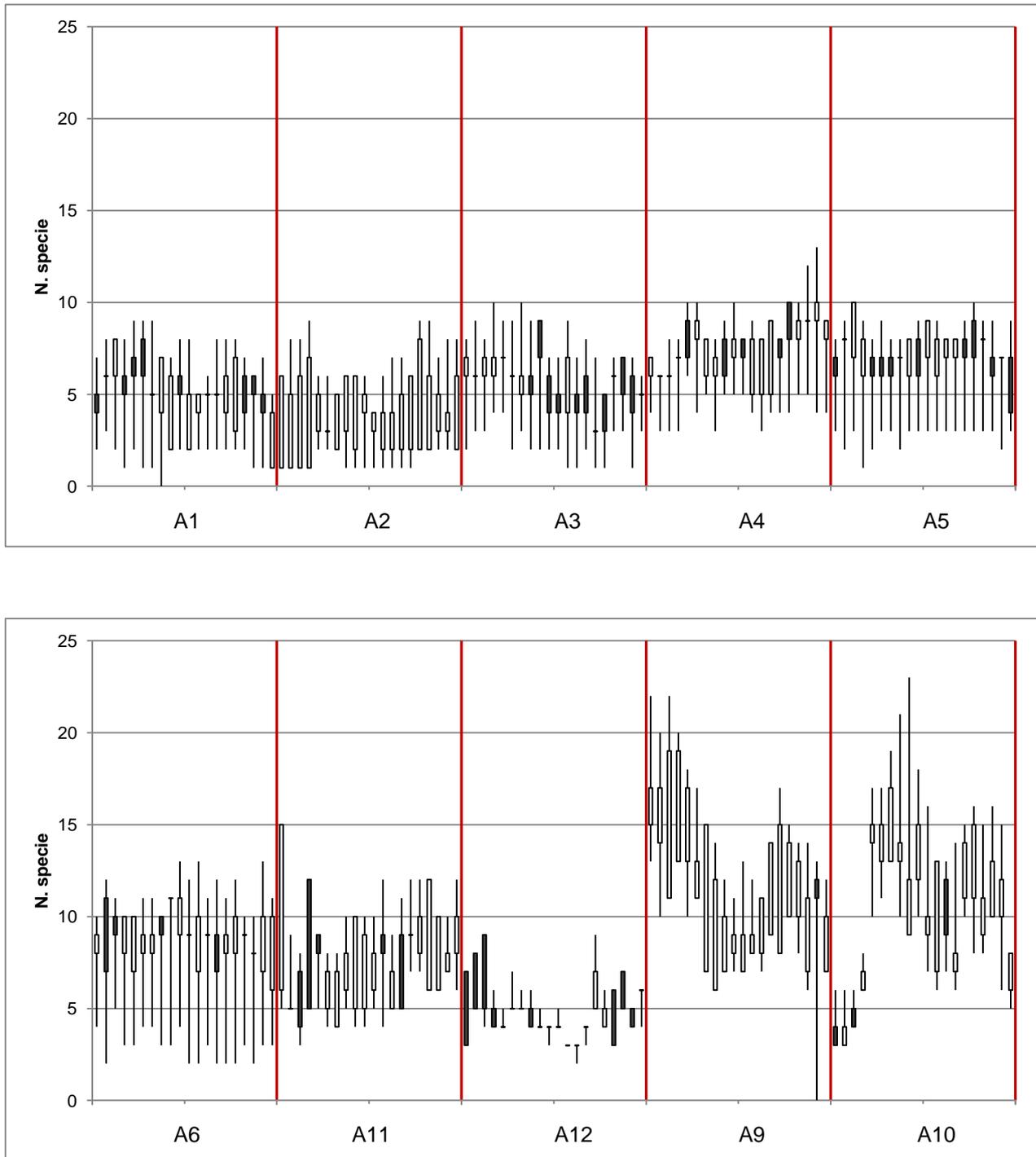


Fig. 5.15. - Alberoni - andamento della ricchezza specifica per transetto e UC. La lunghezza delle barre è pari alla differenza fra il numero massimo e minimo di specie riscontrati nel periodo 2005-2011 (campo di variazione). La lunghezza dei box è pari alla differenza fra il numero di specie alla fine e all'inizio del periodo; se la differenza è negativa (decremento di ricchezza specifica) il box è nero, se è positiva (aumento di ricchezza specifica) il box è bianco. Ogni barra è associata alla rispettiva UC lungo il transetto (da 1 a 20). A11 ha sostituito nel 2007 il transetto A7 (l'inizio è quindi primavera 2007); A12 ha sostituito nel 2008 il transetto A8 (l'inizio è primavera 2008).

Alberoni

I grafici di fig. 5.15 indicano chiaramente una struttura molto differenziata fra i transetti. Infatti, i transetti da A1 ad A5 costituiscono un gruppo omogeneo e distinto dagli altri. Tutte le UC di questi transetti, (eccetto A4_18 e A4_19) non superano le 10 specie come valore massimo osservato nel corso della campagna di rilevamento 2005-2011.

I transetti A6 e A11 sono leggermente più ricchi in specie dei precedenti, mentre A12 è povero in specie e con scarsa variabilità durante il periodo. D'altra parte, A9 e A10 sono i due transetti che presentano le UC con maggiore ricchezza specifica, con valori massimi spesso superiori a 15-20 specie.

Solo 2 UC sono risultate almeno una volta nel corso dei rilevamenti prive di specie: l'unità 8 del transetto A1, dovute alla rimozione della copertura erbacea, e l'unità 19 del transetto A9 dovuta alla rimozione del cotico erboso per l'impianto di specie forestali da parte del Servizio Forestale Regionale. Entrambi questi eventi si sono verificati nell'autunno 2008.

Campo di variazione specifica (max-min). Analogamente a quanto riscontrato per Punta Sabbioni, il campo di variazione è generalmente abbastanza ampio per tutte le UC, oscillando da 0 a 14 specie.

Il 56% delle unità di campionamento presenta un range fra 5 e 7 specie, il 97.5% delle UC ha un campo di variazione osservato nel corso dell'intera campagna di rilevamento compreso entro 10 specie. Su 200 UC, solo 5 hanno un campo di variazione maggiore di 10 specie, ossia A6_12, A9_3, A10_8 (tutte con range uguale a 11 specie), A9_19 (13 specie) e A10_9 (14 specie).

Le UC che compongono i transetti A1, A2, A3, A4, A5 presentano variazioni simili e costanti lungo tutto il transetto di appartenenza. Gli altri transetti, più interni rispetto alla linea del mare, hanno una maggiore variabilità nella ricchezza in specie all'interno del transetto lungo la successione spaziale delle UC.

Tendenza della ricchezza specifica. Nel sito di Alberoni 148 UC su 200 (74%) presentano una ricchezza specifica nella primavera 2011 (ultimo anno) superiore rispetto al primo anno (primavera 2007 per il transetto A11, primavera 2008 per il transetto A12, primavera 2005 per gli altri transetti) (box bianchi nel grafico di fig. 5.15).

52 unità di campionamento, pari al 26%, hanno invece diminuito il numero di specie nell'ultimo anno rispetto al primo, come evidenziato dai box neri nel grafico. Questi casi sono maggiormente concentrati nei transetti A1, A3, A4, A5, A6, A11 (che dal 2007 ha sostituito A7) e A12 (che dal 2008 ha sostituito A8). Le differenze osservate tra l'ultimo rilievo (P11) e il primo campionamento (P05 in tutti i casi, eccetto P07 per il transetto A11 e P08 per il transetto A8) sono sempre inferiori a 5 specie, tranne per l'UC A11_4 (con diminuzione di 7 specie tra i due estremi temporali rilevati). Quest'ultima variazione è stata provocata dal disturbo provocato dal calpestio in quell'area.

Le UC del transetto A12 presentano visivamente un comportamento differente rispetto agli altri transetti, tale transetto infatti è l'unico inserito nella pineta in cui la variabilità specifica è generalmente scarsa. In alcuni casi si riscontra una diminuzione della ricchezza specifica nel tempo (box neri), ma i campi di variazione risultano in genere piccoli, indicando una certa stabilità nella ricchezza in specie.

I transetti A2, A9 e A10 presentano nella loro quasi totalità aumento di ricchezza specifica lungo il periodo di rilevamento (alto numero di box bianchi); in molte UC (specialmente per A2 e A9) tale aumento si rivela consistente.

Anche in questo sito, ad eccezione di una isolata UC (unità 4 del transetto A11), non si osservano decrementi di ricchezza specifica nel tempo troppo evidenti (limitata lunghezza dei box neri).

CA' ROMAN

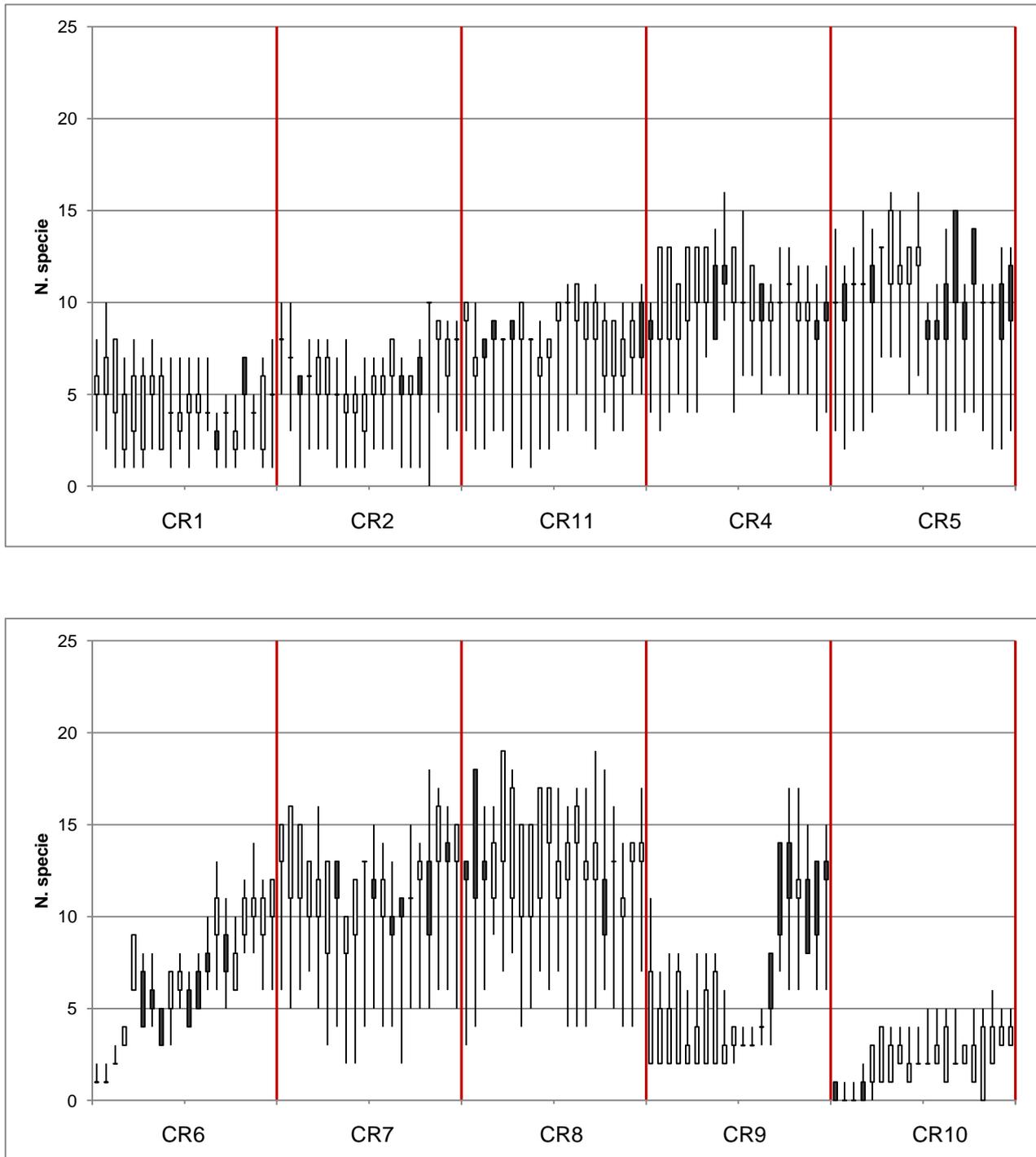


Fig. 5.16. - Ca' Roman - andamento della ricchezza specifica per transetto e UC. La lunghezza delle barre è pari alla differenza fra il numero massimo e minimo di specie riscontrati nel periodo 2005-2011 (campo di variazione). La lunghezza dei box è pari alla differenza fra il numero di specie alla fine e all'inizio del periodo; se la differenza è negativa (decremento di ricchezza specifica) il box è nero, se è positiva (aumento di ricchezza specifica) il box è bianco. Ogni barra è associata alla rispettiva UC lungo il transetto (da 1 a 20).
CR11 ha sostituito nel 2006 il transetto CR3, l'inizio del periodo è quindi primavera 2006.

Ca' Roman

La struttura della ricchezza specifica nel sito di Ca' Roman appare visivamente (fig. 5.16) molto articolata fra i transetti:

- CR1, CR2 e CR11 (che dal 2006 ha sostituito CR3) formano un gruppo a simile tendenza, con un massimo di 10 specie osservate nel periodo di rilevamento;
- CR4 e CR5 costituiscono un altro gruppo con valori massimi di ricchezza quasi sempre superiori a 10 specie e in alcuni casi superiori a 15 specie;
- CR6 è un transetto isolato con ricchezza crescente in modo fortemente lineare lungo le UC del transetto;
- CR7 e CR8 formano un gruppo tendenzialmente simile al gruppo CR4-CR5 ma caratterizzato da un maggiore numero di specie osservate e da campi di variazione piuttosto elevati;
- CR9 è un transetto isolato con forte separazione in due parti. La prima è costituita dalle UC iniziali del transetto con scarsa ricchezza specifica e tendenza all'incremento; nelle prime campagne infatti è stato praticato uno scotico per esigenze cantieristiche. La seconda è costituita dalle UC terminali del transetto caratterizzate da maggiore ricchezza e tendenza al decremento; tale decremento di ricchezza è causato dall'aumento della copertura dello strato arbustivo nel tempo.
- CR10 è un transetto isolato con scarsa ricchezza (massimo 5 specie osservate) e lieve tendenza all'incremento lungo le UC del transetto.

Otto unità di campionamento sono risultate almeno una volta nel corso dei rilevamenti prive di specie: 6 nel transetto CR10 (le prime 5 UC caratterizzate da pochissime o nessuna specie, e la UC 17 nel primo rilevamento), 2 nel CR2, nelle UC 3 (autunno 2005) e 17 (autunno 2007).

Campo di variazione specifica (max-min). Eccetto CR6 e CR10 la lunghezza delle barre è in genere abbastanza ampia per tutte le unità di campionamento, quindi il sistema presenta una certa variazione generale, con il campo di variazione che oscilla da 1 a 14 specie.

Il 19.5% delle UC presenta un range di variazione di 6 specie, seguito dal 12% con 10 specie di range; l'89.5% delle UC ha un campo di variazione osservato nel corso dell'intera campagna di rilevamento compreso entro 10 specie.

Variazioni (max-min) superiori a 10 specie si rilevano esclusivamente nelle UC dei transetti CR5, CR7, CR8 e in alcune UC nella metà terminale del transetto CR9.

Tendenza della ricchezza specifica. Nel sito di Ca' Roman 150 unità di campionamento su 200 (75%) presentano un aumento di ricchezza specifica nel corso del periodo di rilevamento, contro le 50 UC (25%) che invece presentano un decremento di ricchezza specifica nell'arco temporale analizzato, distribuite in tutti i transetti analizzati, ma concentrate in modo particolare nei transetti CR5, CR6, CR7 e CR9.

In particolare, nel transetto CR9, la metà anteriore è caratterizzato da UC in cui si è verificato un incremento del numero di specie dall'inizio del monitoraggio al 2011 (box bianchi), diversamente dalle UC appartenenti alla seconda metà del transetto, in cui il numero di specie è diminuito dalla primavera 2005 (primo anno) alla primavera 2011 (ultimo anno).

Anche in questo sito, non si osservano decrementi in ricchezza specifica particolarmente evidenti (numero e lunghezza dei box neri) a livello delle singole unità di campionamento.

Analisi di sistema

I risultati conseguiti nel paragrafo precedente sono stati aggregati per l'analisi complessiva del sistema sulla ricchezza specifica e la sua variazione.

E' stata dapprima elaborata la distribuzione di frequenza dei campi di variazione (Ri) calcolati come differenza fra numero massimo e minimo di specie rilevate in ogni UC su tutto il periodo 2005-2011 (vedi paragrafo 5.2.1), aggregando tutte le 600 unità di campionamento dei tre siti di indagine Punta Sabbioni, Alberoni e Ca' Roman (fig. 5.17).

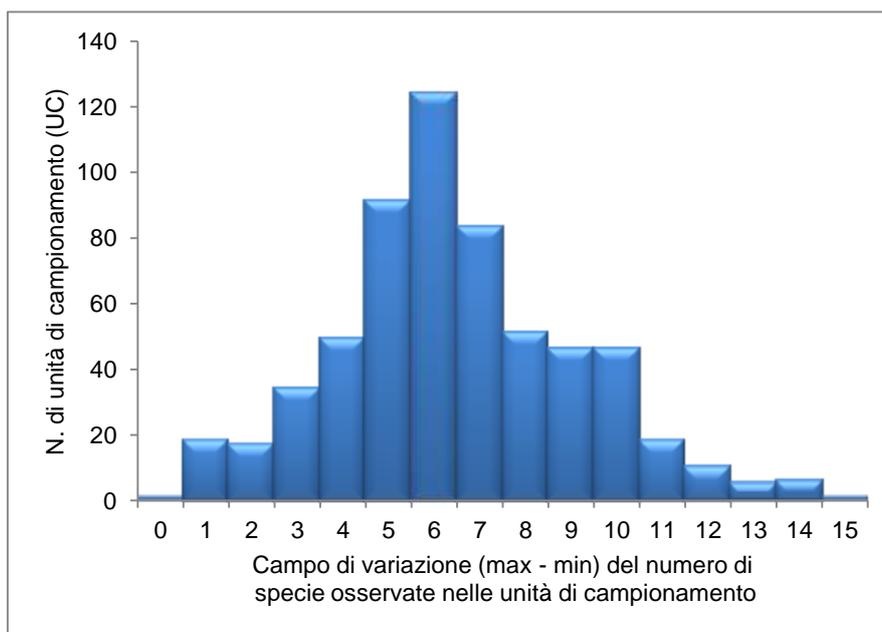


Fig. 5.17. - Distribuzione di frequenza a livello di sistema dei campi di variazione delle singole UC aggregate sui tre siti di rilevamento.

Come appare dal grafico, circa la metà delle UC (49.7%) di tutti i siti registra un campo di variazione fra 5 e 7 specie. Nello specifico, il 20.7% delle UC presenta un campo di variazione (R) pari a 6 specie, seguito dal 15.2% con R pari a 5 specie e il 13.8% con R pari a 7 specie.

Nel complesso, il 93.3% delle UC ha presentato una differenza tra massimo e minimo fino a 10 specie in 6 anni di rilevamento. Questi dati suggeriscono un certo dinamismo del sistema nella sua interezza, considerando che il numero massimo di specie osservate in una singola UC è 25 (vedi capitolo 3).

L'analisi della tendenza complessiva all'aumento o alla diminuzione della ricchezza specifica è stata effettuata mediante un istogramma orizzontale che riporta per ogni stazione il numero di box neri (numero di specie dell'ultima campagna primaverile inferiore al numero di specie della prima campagna primaverile) e il numero di box bianchi (numero di specie dell'ultima campagna primaverile superiore al numero di specie della prima campagna primaverile), calcolati nel paragrafo precedente (fig. 5.18).

La distribuzione di fig. 5.18 indica una struttura simile fra le stazioni, in cui la maggior parte delle UC denota una tendenza all'aumento della ricchezza specifica nel corso degli anni di osservazione.

Tale tendenza è più rilevante a Punta Sabbioni (166 su 200, pari all'83% delle UC con incremento del numero di specie) che ad Alberoni e a Ca' Roman (148 e 150 UC rispettivamente, pari al 74% e 75%).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

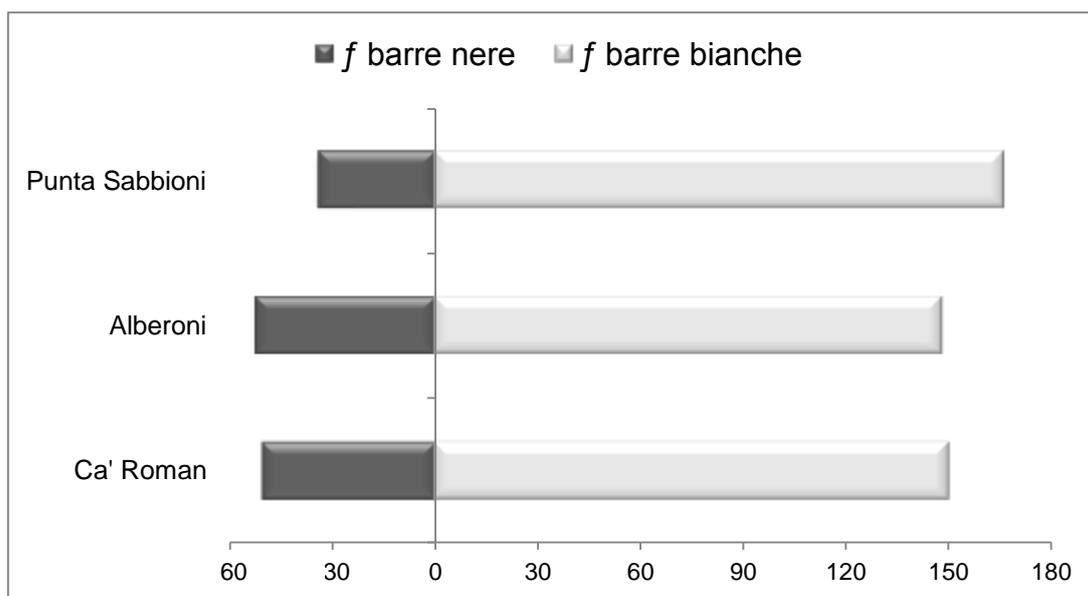


Fig. 5.18. - Distribuzione di frequenza dei box bianchi (aumento di specie per UC dalla prima all'ultima campagna di rilevamento) e dei box neri (diminuzione di specie per UC) per ciascuna stazione.

5.5.3. Analisi della variazione della composizione specifica nel periodo di indagine

Per ogni sito si è confrontata la composizione in specie osservata nei transetti nella prima stagione primaverile di rilevamento (primavera 2005) con la composizione dei medesimi transetti nell'ultima primavera campionata (primavera 2011). Il confronto è stato effettuato fra due vettori, il primo composto dalla somma delle coperture osservate delle singole specie nei singoli transetti all'inizio del periodo (P05); il secondo composto dalla somma delle coperture delle stesse specie alla fine del periodo di osservazione (P11). In questo modo il confronto implica sia la differenza in composizione specifica che il peso delle specie, dato dalla somma dei valori di copertura. Il confronto è stato ripetuto fra autunno 2005 e autunno 2011 come punti di inizio e fine periodo, e applicato per ogni singolo sito. Lo schema seguente illustra gli elementi e la struttura del confronto per ogni sito.

Elementi a confronto nel test Primavera			Elementi a confronto nel test Autunno		
	P05	P11		A05	A11
Transetto 1 - Specie a	$\sum cop_i$	$\sum cop_i$	Transetto 1 - Specie a	$\sum cop_i$	$\sum cop_i$
Transetto 1 - Specie b	$\sum cop_i$	$\sum cop_i$	Transetto 1 - Specie b	$\sum cop_i$	$\sum cop_i$
Transetto 1 - Specie c	$\sum cop_i$	$\sum cop_i$	Transetto 1 - Specie c	$\sum cop_i$	$\sum cop_i$
...
...
Transetto 10 - Specie a	$\sum cop_i$	$\sum cop_i$	Transetto 10 - Specie a	$\sum cop_i$	$\sum cop_i$
Transetto 10 - Specie c	$\sum cop_i$	$\sum cop_i$	Transetto 10 - Specie c	$\sum cop_i$	$\sum cop_i$

L'analisi delle differenze tra 2005 e 2011 è stata condotta applicando ai valori totali di copertura delle specie il test non-parametrico per dati appaiati *Wilcoxon Matched-Pairs Signed Ranks Test* (Wilcoxon, 1945). I risultati sono presentati nella tab. 5.3.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tab. 5.3. - Risultati del *Wilcoxon Matched-Pairs Signed Ranks Test* applicato ai confronti fra inizio e fine periodi di campionamento sui dati di copertura totale di ogni specie per transetto, nelle singole stazioni di monitoraggio. Per i transetti A11 e A12 il primo elemento a confronto è rispettivamente Primavera 2007 e Primavera 2008, mentre per il transetto CR11 è Primavera 2006.

Sito	Elementi a confronto	P
Punta Sabbioni	Primavera 2005 vs Primavera 2011	0.00014
	Autunno 2005 vs Autunno 2011	0.17571 ns
Alberoni	Primavera 2005 vs Primavera 2011	0.01534
	Autunno 2005 vs Autunno 2011	0.00106
Ca' Roman	Primavera 2005 vs Primavera 2011	0.00748
	Autunno 2005 vs Autunno 2011	0.00015

Il test indica che in 6 anni la composizione della comunità vegetale è statisticamente cambiata in modo significativo nei siti Alberoni e Ca' Roman, considerando sia la composizione primaverile che autunnale. Nel sito Punta Sabbioni la composizione vegetazionale presenta differenze statisticamente significative tra le stagioni primaverili ($P < 0.05$), ma non significative tra le stagioni autunnali ($P > 0.05$).

Questo risultato potrebbe in un certo modo confermare la tendenza espressa dall'analisi della dinamica vegetazionale fra transetti mediante l'indice di Jaccard (fig. 5.11) da cui si evince come il sito di Punta Sabbioni sia relativamente il più stabile in termine di composizione vegetazionale nell'arco del periodo considerato.

5.6 Note floristiche

Si riportano di seguito le osservazioni emerse in fase di rilievo in campo dei transetti dinamici nel 2011. Tali osservazioni descrittive sono d'aiuto nell'interpretazione dell'analisi statistica appena trattata e mettono in evidenza aspetti in essa non considerati, in quanto basata unicamente sulla presenza/assenza delle specie.

Punta Sabbioni

Transetto	Tipo vegetazionale	Variazioni
PS1	Aggr. ad <i>Ambrosia coronopifolia</i>	Primavera - Aumento del 20-30 % della copertura complessiva del transetto. Incremento di <i>Ambrosia coronopifolia</i> nei tratti 3 e 4. Incremento delle coperture di <i>Oenothera stucchii</i> , <i>Vulpia membranacea</i> , <i>Phleum arenarium</i> . Autunno: nessuna variazione di rilievo.
PS2	Aggr. a <i>Juncus litoralis</i>	Primavera - Area molto disturbata a causa del passaggio dei bagnanti. Incremento di <i>Rubus ulmifolius</i> e <i>R. caesius</i> nelle U.C. da 6 a 17. Autunno: picchetto iniziale asportato; U.C. 7 <i>Eleagnus angustifolia</i> tagliato; U.C. 03 Scarsa copertura di <i>Juncus</i>

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

		<i>litoralis</i> , <i>Schoenus nigricans</i> assente; i tratti da U.C. 5 a U.C. 15 hanno subito un forte incremento di <i>Rubus</i> sp.pl; U.C. 17, 18: <i>Bidens frondosa</i> secca.
PS3	<i>Juncetum maritimi</i> / Aggr. <i>Elytrigia atherica</i>	Primavera – U.C.1: è stata sfalciata ed è stato rimosso il picchetto. Aumento di <i>Samolus valerandi</i> nelle U.C.13,14,15,18. Autunno: nessuna variazione di rilievo.
PS4	<i>Juncetum maritimi</i> / <i>Echinophoro spinosae</i> - <i>Ammophiletum arenariae</i>	Primavera – aumento della copertura di <i>Thracomitum venetum</i> nelle U.C. da 14 a 20. Autunno: U.C. 11,12,13: <i>Odontites rubra</i> secca; U.C. 1-7 aumento di <i>Lonicera japonica</i> ; U.C. 16,17: nello strato C Eleagno è secco.
PS5	<i>Juncetum maritimi</i>	Primavera – per <i>Erianthus ravennae</i> si conferma l'assenza di piante vitali e si osserva un decremento nelle U.C. 13,14,15,16. Per <i>Kosteletzkya pentacarpos</i> si osserva un aumento nelle U.C. 6,7,8; <i>Samolus valerandi</i> compare nelle U.C. 7,8,9. Autunno: U.C.1-2 e da U.C.6 a 10: copertura di <i>Juncus maritimus</i> più bassa rispetto al 2010; ricomparsa di molte specie assenti dal 2008 (<i>Bolboschoenus maritimus</i> , <i>Odontites rubra</i> , <i>Aster squamatus</i>) U.C.2: <i>Juncus maritimus</i> secco.
PS6	<i>Juncetum maritimi</i>	Primavera – Ripresa di <i>Schoenus nigricans</i> rispetto nelle U.C. 2,4,5. Aumento di <i>Samolus valerandi</i> in tutta la lunghezza del transetto. Aumento di <i>Kosteletzkya pentacarpos</i> nei tratti 3 e 4. Autunno: U.C. dal 6 al 10: copertura <i>Juncus maritimus</i> inferiore rispetto al 2010. <i>Linum maritimum</i> abbondante. U.C. 19 <i>Kosteletzkya pentacarpos</i> secca.
PS7	<i>Juncetum maritimi</i>	Primavera – Incremento di <i>Kosteletzkya pentacarpos</i> nel tratto 3. Autunno: U.C.5, 8: <i>Kosteletzkya pentacarpos</i> secca. U.C.11: <i>Trachomitum venetum</i> secco.
PS8	<i>Eriantho ravennae</i> - <i>Schoenetum nigricantis</i>	Primavera – Aumento di <i>Rubus</i> sp.pl. nelle U.C. 5,6,7. Autunno: U.C.. 1 e 2: Robinia con poco fogliame. U.C. da 1 a 7: incremento copertura di <i>Rubus</i> sp.pl.
PS9	<i>Eriantho ravennae</i> - <i>Schoenetum nigricantis</i> / <i>Tortulo-Scabiosetum</i>	Primavera – Incremento di <i>Erianthus ravennae</i> nelle U.C. 3 e 4. Incremento di <i>Rubus caesius</i> nei tratti 1 e 2. Autunno: U.C.1: Robinia con poco fogliame; U.C.4: il cespo di <i>Schoenus</i> è stato calpestato. U.C.9 e 10: Robinia secca, Da U.C.1 a U.C.10: aumento della copertura di rovo, in particolare nell'U.C.8; U.C. 6-7 <i>Holoschoenus romanus</i> assente. U.C.:14: <i>Pyrus pyraeaster</i> secco.
PS10	<i>Eriantho ravennae</i> - <i>Schoenetum nigricantis</i>	Primavera – incremento di <i>Erianthus ravennae</i> nelle U.C. 8 e 9. Autunno: nessuna variazione di rilievo.

U.C.= Unità di Campionamento di 1 m.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Alberoni:

Transetto	Tipo vegetazionale	Variazioni
A1	<i>Echinophoro spinosae- Ammophiletum arenariae</i>	Primavera - dopo la rimozione del cotico erboso nella primavera 2010, da parte di ignoti, nei tratti 1 e 2 si registra una ricolonizzazione ad opera soprattutto di specie annuali ed in particolare <i>Vulpia membranacea</i> . Autunno - incremento della copertura di <i>Cenchrus incertus</i> dovuto al ciclo biologico della specie che manifesta la maggior crescita vegetativa nel periodo estivo-autunnale.
A2	<i>Echinophoro spinosae- Ammophiletum arenariae</i>	Nessuna variazione di rilievo
A3	<i>Echinophoro spinosae- Ammophiletum arenariae</i>	Nessuna variazione di rilievo
A4	<i>Echinophoro spinosae- Ammophiletum arenariae</i>	Autunno: comparsa di <i>Stachys recta</i> nella U.C. 20.
A5	<i>Sileno coloratae-Vulpietum membranacae / Aggr. ad Ambrosia coronopifolia</i>	Nessuna variazione di rilievo
A6	<i>Sileno coloratae-Vulpietum membranacae / Aggr. ad Ambrosia coronopifolia</i>	Primavera - Nessuna variazione di rilievo Autunno: leggero incremento della copertura di <i>Scabiosa argentea</i> in alcune U.C. dei primi due tratti di controllo. Normale aumento, rispetto al controllo primaverile, della presenza di <i>Ambrosia coronopifolia</i> che presenta un ciclo di sviluppo di tipo estivo-autunnale
A9	Aggr. a <i>Elytrigia atherica</i>	Primavera - nel rilievo vengono prese in considerazione anche gli esemplari arbustivi inseriti dai Servizi Forestali Regionali. Un individuo di <i>Ostrya carpinifolia</i> messo a dimora nella primavera 2010 all'interno della U.C. 8 risulta completamente secco. Autunno - gli individui di <i>Ostrya carpinifolia</i> inseriti dai Servizi Forestali nella primavera 2010 all'interno delle U.C. 8 e 9 sono stati rimossi.
A10	<i>Eriantho ravennae-Schoenetum nigricantis</i>	Primavera - decremento di <i>Rubus ulmifolius</i> nello strato arbustivo del tratto 2 (U.C. 9 e 10) per presenza di rami secchi. Evidente aumento della copertura di <i>Pinus pinaster</i> arbustivo nella U.C. 15. Autunno - evidente aumento della copertura e dell'altezza di <i>Pinus pinaster</i> arbustivo nelle U.C. del tratto 3..
A11	<i>Tortulo Scabiosetum</i>	Primavera - Nessuna variazione di rilievo. Autunno - crescita verticale di <i>Eleagnus angustifolia</i> nelle U.C. 13 e 14 con formazione di uno strato arbustivo nel tratto di controllo. Presenza di specie a ciclo di sviluppo estivo-autunnale come <i>Cenchrus incertus</i> e <i>Tragus racemosus</i> .

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

A12	Pineta a <i>Pinus sp. pl.</i>	<p>Primavera - l'esemplare arboreo di <i>Populus nigra</i>, presente nel tratto 1, che nelle precedenti campagne presentava sintomi di sofferenza, risulta ora completamente secco. Questo ha procurato una sensibile diminuzione della copertura dello strato superiore nel tratto 1.</p> <p>Autunno - l'esemplare arboreo di <i>Pinus pinaster</i> nella U.C. 4 risulta leggermente defogliato. Comparsa nello strato erbaceo di individui di <i>Rosa canina</i> e <i>Laurus nobilis</i> rispettivamente nelle U.C. 1 e 18.</p>
------------	-------------------------------	---

Ca' Roman:

Transetto	Tipo vegetazionale	Variazioni
CR1	<i>Echinophoro spinosae- Ammophiletum arenariae / Salsolo kali-Cakiletum maritimae</i>	<p>Primavera - Nessuna variazione di rilievo.</p> <p>Autunno - incremento della copertura di <i>Spartina juncea</i> nelle U.C. del tratto 4.</p>
CR2	<i>Sileno coloratae-Vulpietum membranacae</i>	<p>Primavera - Nessuna variazione di rilievo.</p> <p>Autunno - comparsa di <i>Cynodon dactylon</i> nella U.C. 5.</p>
CR11	<i>Sileno coloratae-Vulpietum membranacae</i>	<p>Primavera - Nessuna variazione di rilievo.</p> <p>Autunno - comparsa di <i>Calystegia soldanella</i> nelle U.C. 1, 3 e 4.</p>
CR4	<i>Tortulo Scabiosetum</i>	<p>Primavera - sensibile aumento della copertura di <i>Spartina juncea</i> nelle U.C. 6-10. Comparsa nello strato arbustivo delle U.C. 11 e 12 di <i>Pinus sp.</i></p> <p>Autunno - incremento ulteriore, rispetto al dato primaverile, della copertura di <i>Spartina juncea</i> nelle U.C. 6-10. Comparsa di <i>Conyza albida</i> nella U.C. 11.</p>
CR5	<i>Tortulo-Scabiosetum</i>	<p>Primavera - Nessuna variazione di rilievo.</p> <p>Autunno - le prime U.C. presentano uno strato erbaceo molto secco. Si registra la scomparsa di <i>Hypochoeris radicata</i>.</p>
CR6	Aggr. a <i>Spartina juncea</i>	<p>Primavera - aumento sensibile della copertura di <i>Spartina juncea</i> nei tratti 1 e 2. Decresce leggermente, invece, nei tratti 3 e 4.</p> <p>Autunno - Nessuna variazione di rilievo.</p>
CR7	<i>Tortulo Scabiosetum</i>	<p>Primavera - incremento della copertura dello strato arbustivo nei tratti 1 e 4 per crescita di <i>Pinus sp.</i> che procura contributi più significativi al grado di ricoprimento del soprassuolo arbustivo. Comparsa nello strato erbaceo del tratto 1 di <i>Lonicera japonica</i>.</p> <p>Autunno - incremento della copertura dello strato arbustivo nei tratti 1 e 4 soprattutto a carico di <i>Pinus sp.</i>. Comparsa nello strato erbaceo di <i>Rubus ulmifolius</i> (U.C. 1) e <i>Conyza albida</i> (U.C. 17-19).</p>

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

CR8	<i>Tortulo Scabioisetum</i>	<p>Primavera - evidente aumento della copertura dello strato arbustivo dell'intero transetto. In particolare si registra un incremento volumetrico di <i>Eleagnus angustifolia</i> e <i>Pinus</i> sp.. La copertura totale dello strato arbustivo nei tratti 3 e 4 registra un incremento medio percentuale di circa il 30%.</p> <p>Autunno - la copertura totale dello strato arbustivo nei tratti 3 e 4 registra un ulteriore incremento rispetto al dato primaverile. Comparsa di <i>Conyza albida</i> nelle U.C. 4, 12-17.</p>
CR9	Aggr. a <i>Spartina juncea</i> / <i>TortuloScabioisetum nigricantis</i>	<p>Primavera - aumento della copertura dello strato arbustivo nei tratti 3 e 4 a carico di <i>Asparagus acutifolius</i> e <i>Pinus pinea</i>. Lo strato arbustivo viene rilevato per la prima volta nel tratto 1 per naturale crescita di un esemplare di <i>Populus alba</i>.</p> <p>Sensibile aumento delle coperture di <i>Spartina juncea</i> nel tratto 1.</p> <p>Autunno - comparsa nella U.C. 14 di <i>Robinia pseudoacacia</i> (strato C e D), <i>Hedera helix</i> e <i>Conyza albida</i>.</p>
CR10	Aggr. a <i>Suaeda maritima</i>	<p>Primavera - Nessuna variazione di rilievo.</p> <p>Autunno - comparsa di <i>Halimione portulacoides</i> e <i>Sarcocornia fruticosa</i> nella U.C. 4, che nelle precedenti campagne di controllo risultava completamente priva di copertura vegetale. Generale incremento della copertura di <i>Sarcocornia fruticosa</i>.</p>

5.7 Conclusioni

L'analisi statistica complessiva sui dati della campagna di rilevamento 2011 osservati su transetti e plot, integrati e comparati ai dati del periodo 2005-2010, ha permesso di elaborare le seguenti considerazioni:

1. la struttura della vegetazione, espressa in termini di (i) distribuzione di frequenza di classi di copertura e numero di specie, (ii) combinazioni fra numero di specie per UC e copertura delle specie, (iii) diversità in funzione del numero di specie per UC, rimane stabile aggregando il 2011 con il periodo precedente 2005-2010;
2. l'evoluzione temporale della vegetazione rivela che il sistema ha raggiunto una sua stabilità generale, sia considerando i siti cumulativamente che separatamente. In ogni caso, le tendenze delle specie maggiormente caratterizzanti i siti, già evidenziate nel periodo 2005-2010, sono confermate nel 2011, sia in termini di numero totale che di oscillazioni stagionali;
3. l'evoluzione temporale a livello di sito, in termini di numero totale di specie rilevate per sito e per stagione, ha confermato nel 2011 la tendenza evidenziata negli anni precedenti. In termini di ricchezza specifica, la differenza fra i tre siti è abbastanza definita. Punta Sabbioni è la stazione con maggiore ricchezza di specie e minore o assente fenomeni di stagionalità. Alberoni è più ricca in specie di Ca' Roman, entrambe dimostrano ampia stagionalità nella variazione di ricchezza specifica. Per tutte le stazioni l'andamento

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

temporale, dopo una crescita generale, tende a stabilizzarsi dal 2008, evidenziando la diversa ricchezza specifica di ogni sito;

4. l'analisi della dinamica vegetazionale a livello di transetto ha posto in evidenza la comparsa, nell'ultimo anno di rilevamento, di alcune aree di maggiore variazione in composizione specifica rispetto all'anno precedente. In generale, si evince che Punta Sabbioni, escludendo i transetti PS5 e PS6, è la stazione con maggiore stabilità floristica nel corso dell'intero periodo 2005-2011, Alberoni il sito con maggiore variazione fra stagione e stagione, e Ca' Roman l'area con maggiore differenza di comportamento fra transetti in termini di stabilità e variabilità stagionale.
5. l'analisi della dinamica della ricchezza specifica a livello di singola unità di campionamento, aggregando i dati dell'intero periodo 2005-2011, ha evidenziato in ogni sito differenze anche notevoli fra transetti e a volte all'interno dello stesso transetto. La variazione più frequente fra numero massimo e minimo di specie per UC oscilla fra 5 e 7 specie, comunque considerevole tenendo conto dei massimi valori di ricchezza riscontrati su tutto il periodo. Questi dati suggeriscono un certo dinamismo del sistema nella sua interezza.
6. in generale, si nota un aumento generalizzato della ricchezza specifica nei transetti alla fine del periodo di rilevamento (2011). La comparazione in ogni sito tra la fine e l'inizio del periodo di monitoraggio in termini di composizione e copertura delle specie evidenzia in ogni caso una differenza statisticamente significativa, tranne in uno, precisamente a Punta Sabbioni nel confronto fra autunno 2011 e autunno 2005.

6. CONTROLLO DELLA DINAMICA VEGETAZIONALE - PLOT

PERMANENTI: ANALISI STATISTICA DEI DATI E RISULTATI PER IL PERIODO 2008-2011

6.1 Premessa

I plot vegetazionali sono strutture permanenti con superficie fra i 20 e i 50 m², localizzate nelle fitocenosi di maggior interesse dei siti di monitoraggio. Nei plot la vegetazione è stata rilevata registrando la copertura di ogni specie mediante gli indici di abbondanza-dominanza di Braun-Blanquet (1964, 1972), di comune uso in fitosociologia.

Nel periodo 2008-2010 i plot, in totale 26 distribuiti su 5 stazioni (Alberoni, Punta Sabbioni e Ca' Roman con 6 plot ciascuno, S. Felice e S. Nicolò con 4 plot ciascuno), sono stati campionati complessivamente 148 volte (la stazione di S. Felice è stata introdotta a partire dalla primavera 2009). Nel 2011 il sito di S. Felice è stato escluso dalla campagna di monitoraggio, per cui nell'intero periodo 2005-2011 i plot campionati risultano 192 in totale, per un' area complessiva di 695 m² (5205 m² considerando le ripetizioni temporali).

Dall'inizio del monitoraggio ad oggi (primavera 2008 - autunno 2011) le specie osservate nei plot sono 168, includendo le varie forme di stratificazione per alcune specie, che ai fini dell'analisi numerica sono state considerate come specie singole. Nel 2011 sono comparse 5 nuove specie o forme di stratificazione, ossia, *Euonymus japonicus* (forma arbustiva), *Pyracantha coccinea* (forma arbustiva), *Rosa sp.*, *Senecio inaequidens*.

Plot permanenti - periodo 2005 - 2011

Area campionata (considerando le repliche temporali)

5205 m² superficie campionata tramite plot vegetazionali

Rilievi stagionali

192 plot vegetazionali rilevati nel corso della campagna di monitoraggio

Specie osservate nelle diverse forme di stratificazione

168 specie osservate nei plot vegetazionali

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tab. 6.1. - Distribuzione dei plot nei siti di indagine e nelle stagioni di rilevamento (celle blu); P = primavera; A = autunno; 05, ..., 11 = anni di rilevamento (2005-2011).

Sito	Codice	P05	A05	P06	A06	P07	A07	P08	A08	P09	A09	P10	A10	P11	A11
Alberoni	AL1														
	AL2														
	AL3														
	AL4														
	AL5														
	AL6														
Ca' Roman	CR1														
	CR2														
	CR3														
	CR4														
	CR5														
	CR6														
Punta Sabbioni	PS1														
	PS2														
	PS3														
	PS4														
	PS5														
	PS6														
S. Felice	SF1														
	SF2														
	SF3														
	SF4														
S. Nicolò	SN1														
	SN2														
	SN3														
	SN4														

6.2 Materiali e metodi

6.2.1 *Trattamento dei dati primari*

I dati vegetazionali dei plot relativi alle campagne di rilevamento 2011 sono stati aggregati alla matrice di base (specie x plot) precedentemente strutturata per il periodo 2008-2010. La nuova matrice di base dei plot è quindi composta da 168 specie x 192 plot UC. I nuovi dati ingresso sono stati trattati e trasformati secondo le stesse modalità applicate per il periodo precedentemente analizzato.

La trasformazione dei dati si è resa necessaria per i dati dei plot che contengono valori alfanumerici di abbondanza-dominanza (indici di Braun-Blanquet, 1964, 1972), in accordo alla seguente scala di conversione proposta da Van der Maarel (1979):

Braun-Blanquet	Trasformazione
+	2
1	3
2	5
3	7
4	8
5	9

6.2.2 Metodologia

L'evoluzione della composizione vegetazionale è stata analizzata come dinamica a livello di plot dai dati della matrice di base, confrontando ogni plot con se stesso al momento iniziale (t_0 = primavera 2008) in funzione della composizione floristica del plot in ogni successiva fase temporale (stagioni) mediante l'indice di similarità di Jaccard (1900, 1901, 1908). Sono stati elaborati in questo modo dei profili degli indici, che sono stati usati per generare mappe mediante l'applicazione del *3D surface model* (software *Visual Data*) ai valori degli indici di Jaccard, una per sito di indagine (Alberoni, Punta Sabbioni, Ca' Roman, S. Nicolò). Le mappe consentono la visualizzazione immediata delle variazioni nella composizione vegetazionale di ogni sito a livello di plot e stagione, e la loro durata nel tempo.

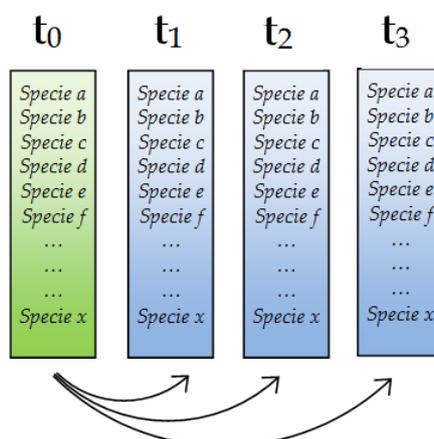
6.3 Analisi della dinamica vegetazionale a livello di plot per stagioni

L'analisi dell'evoluzione temporale del sistema vegetazionale osservato a scala di plot si basa sulla valutazione della somiglianza tra la composizione floristica espressa dai plot nelle diverse campagne di rilevazione. Considerata la presenza di un fattore stagionalità emersa dalle analisi, si è optato per procedere considerando la composizione vegetazionale osservata sempre nella medesima stagione, confrontando quindi la successione delle primavere e separatamente la successione degli autunni.

Il grado di somiglianza tra due rilievi a confronto è stato quantificato mediante l'indice di Jaccard. L'analisi della somiglianza nel tempo è stata sviluppata confrontando un plot con se stesso nei diversi momenti temporali nei quali è stato osservato ottenendo così dei profili dell'indice di Jaccard che descrivono l'evoluzione della composizione floristica del plot nelle varie campagne di rilevazione.

L'analisi prevede il confronto del plot al tempo t_0 con se stesso al tempo t_1 (stessa stagione dell'anno t_{0+1}), quindi con se stesso al tempo t_2 (stessa stagione dell'anno dell'anno t_{0+2}) e così via fino a confrontare tutte le rilevazioni del plot in esame con il proprio riferimento (plot al tempo t_0).

L'analisi è stata condotta confrontando ogni plot su ogni stagione primaverile e quindi su ogni stagione autunnale. Il tempo iniziale di riferimento t_0 è stato fissato nella prima primavera campionata (primavera 2008) confrontandola con la composizione della vegetazione nelle primavere successive; quindi l'analisi è stata ripetuta fissando come t_0 il primo autunno campionato (autunno 2008) e confrontandolo con i successivi autunni.



ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

I risultati dei confronti (indici di somiglianza di Jaccard) sono espressi in una scala cromatica. I valori medio-alti e alti dell'indice di Jaccard (rosso) corrispondono a una maggior somiglianza del plot con se stesso nella stagione successiva. Gli indici di Jaccard inferiori sono caratterizzati da cromatismi più scuri associati ad avvallamenti e rappresentano un sostanziale cambiamento del plot da una stagione all'altra. Le aree di cambiamento sono evidenziate nella mappa con zone cerchiata e codificate da una lettera (aree con $J \leq 0.5$).

L'analisi verifica se, data una composizione floristica specifica di un plot, questa si mantiene stabile o meno nelle stagioni successive. Le variazioni degli indici di Jaccard lungo la successione temporale descrivono la presenza o meno di oscillazioni sostanziali nelle stagioni e negli anni (valori di Jaccard medio-alti) o se, al contrario, nella sequenza temporale il plot ha modificato radicalmente la composizione in specie (valori di Jaccard tendenti a zero). Inoltre, il profilo di somiglianza indica se la variazione è stata recuperata negli anni successivi o se la modifica della composizione in specie tende ad essere permanente.

Con l'integrazione dei dati della campagna 2011 ai dati 2008-2010, i plot sono stati riordinati in 4 aree di appartenenza (Punta Sabbioni, S. Nicolò, Alberoni, Ca' Roman) escludendo S. Felice in quanto non analizzata nel 2011. Per ogni area sono state elaborate due mappe, ottenute dall'applicazione del *3D surface model* (software *Visual Data*) ai valori degli indici di Jaccard (fig. 6.1, 6.2, 6.3, 6.4).

Punta Sabbioni

Nel sito di Punta Sabbioni (fig. 6.1 a, b) su 18 confronti primaverili solo 2 (11.1%) presentano valori di $J \leq 0.5$, e la stessa percentuale si riscontra sui 18 confronti autunnali. In entrambi i casi, queste aree di variazione riguardano i plot PS5 e PS6 nei confronti P08-P09 (gruppo A1) e A08-A09 (gruppo A2).

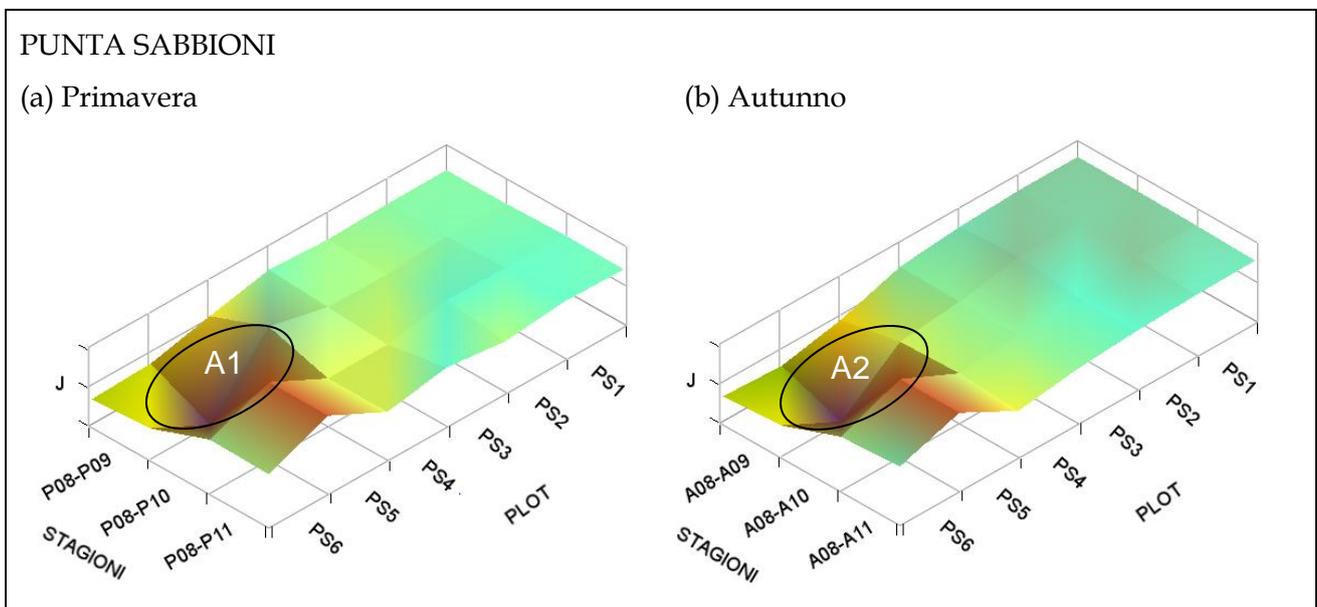


Fig. 6.1. - *3D surface model* dei valori degli indici di Jaccard per il sito di Punta Sabbioni, nei confronti fra (a) primavere, (b) autunni. Gli indici di Jaccard sono riportati in un gradiente cromatico dai valori più alti (rosso) a zero (marrone, aree scure con avvallamenti). I confronti a coppie sono tra il plot al tempo t_i con il suo riferimento (se stesso al tempo t_0). I poligoni riportano il risultato del confronto e sull'asse "stagioni" sono indicate quali stagioni sono state messe a confronto in una scala di somiglianza. I punti di maggiore variazione sono evidenziati da aree cerchiata codificate da una lettera ($J \leq 0.5$).

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Nel plot PS5 le due specie presenti nell'anno 2008 (*Bolboschoenus maritimus* e *Phragmites australis*) sono scomparse nell'anno 2009 ($J = 0$); questa variazione è stata peraltro recuperata l'anno successivo, nei confronti P08-P10 e A8-A10. Simile andamento viene rilevato anche nel plot PS6 (confronti P08-P09 e A08-A09) nel quale la composizione floristica si è modificata per poi tendere a recuperare in parte la somiglianza con lo stato iniziale (da $J = 0.389$ nei confronti P08-P09 e PA8-A09 a $J = 0.684$ nei confronti P08-P10 e A08-A10). In questo plot le specie *Amorpha fruticosa*, *Calamagrostis epigejos*, *Erianthus ravennae* e *Rubus ulmifolius*, rilevate nel 2008, non sono state più osservate nelle stagioni successive.

S. Nicolò

Nella stazione di S. Nicolò (fig. 6.2 a, b), in 3 casi su 12 (25%) si rilevano punti di maggiore variazione, sia per i confronti primaverili che per i confronti autunnali.

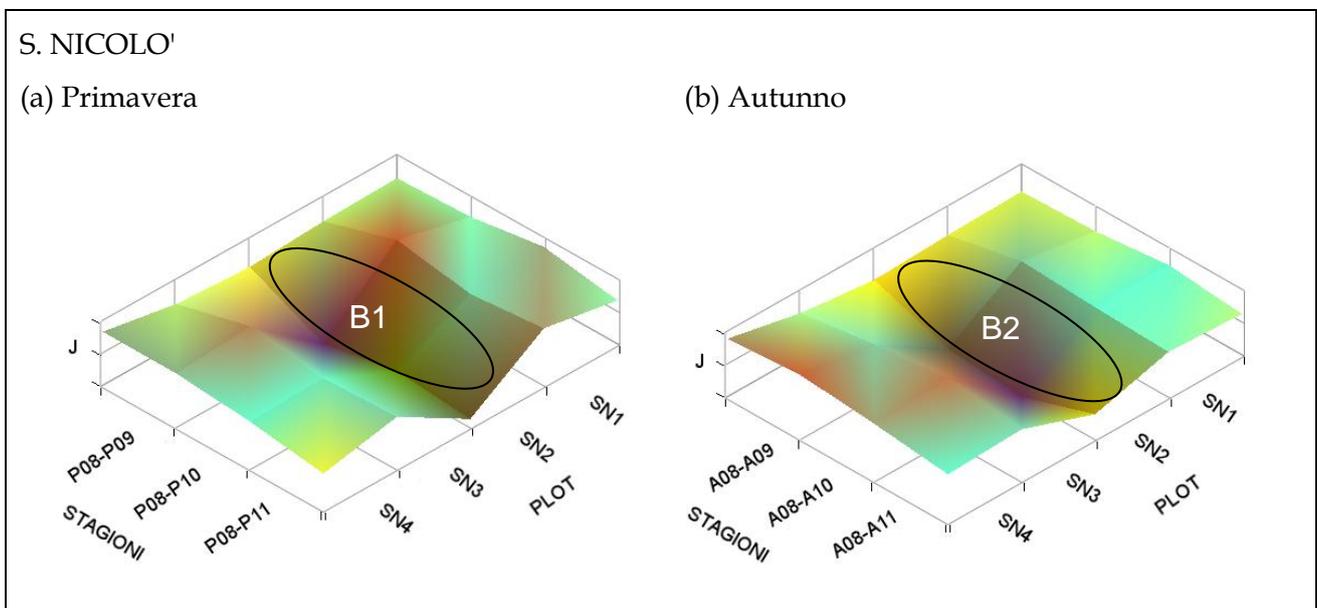


Fig. 6.2. - 3D surface model dei valori degli indici di Jaccard per il sito di S. Nicolò, nei confronti fra (a) primavere, (b) autunni. Gli indici di Jaccard sono riportati in un gradiente cromatico dai valori più alti (rosso) a zero (marrone, aree scure con avvallamenti). I confronti a coppie sono tra il plot al tempo t_i con il suo riferimento (se stesso al tempo t_0). I poligoni riportano il risultato del confronto e sull'asse "stagioni" sono indicate quali stagioni sono state messe a confronto in una scala di somiglianza. I punti di maggiore variazione sono evidenziati da aree cerchiata codificate da una lettera ($J \leq 0.5$).

Si registrano valori dell'indice di Jaccard inferiori o uguali a 0.5 solo per il plot SN2, posto in prossimità del mare, in tutti i confronti sia primaverili (gruppo B1) che autunnali (gruppo B2) con il rispettivo riferimento temporale iniziale (2008).

In particolare, nei confronti autunnali si osservano i valori più bassi dell'indice di Jaccard ($J = 0.333$ nel confronto A08-A09 e $J = 0.273$ nel confronto A08-A10), mentre nell'ultimo confronto (A08-A11) l'indice risale a $J = 0.500$, per cui la composizione vegetazionale tende a una maggiore somiglianza con lo stato iniziale (autunno 2008). Al contrario, i confronti primaverili nel plot SN2 non sono mai inferiori a $J = 0.4$.

Il comportamento del plot SN2 è legato a un certo dinamismo delle specie, ad eccezione di tre specie stabili (*Elytrigia juncea*, *Oenothera stucchii*, *Xanthium italicum*). Considerando che il numero massimo di specie osservate in questo plot è 8, l'ingresso e l'uscita anche di poche specie può

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

sensibilmente influenzare il valore dell'indice di Jaccard. Da tenere presente inoltre che il picchetto di posizionamento di tale plot è stato frequentemente asportato, di conseguenza si sono verificate traslazioni del rilievo e conseguenti variazioni compositive; da considerare, inoltre il continuo disturbo dovuto alla presenza di bagnanti.

Gli altri plot di S. Nicolò sono più stabili, con valori sempre superiori a $J = 0.65$.

Alberoni

L'analisi del sito di Alberoni (fig. 6.3 a, b) indica che nei confronti primaverili in 3 casi su 18 (16.7%) si rilevano valori di $J \leq 0.5$, e nei confronti autunnali in 5 casi su 18 (27.8%).

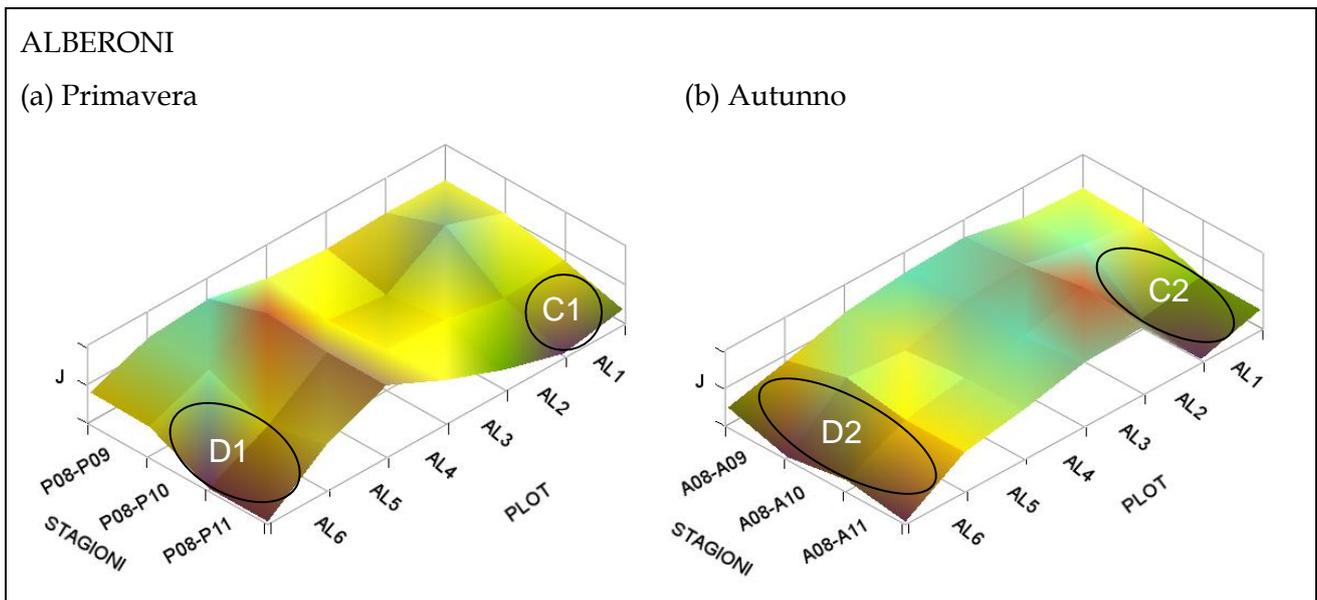


Fig. 6.3. - 3D surface model dei valori degli indici di Jaccard per il sito di Alberoni, nei confronti fra (a) primavere, (b) autunni. Gli indici di Jaccard sono riportati in un gradiente cromatico dai valori più alti (rosso) a zero (marrone, aree scure con avvallamenti). I confronti a coppie sono tra il plot al tempo t_i con il suo riferimento (se stesso al tempo t_0). I poligoni riportano il risultato del confronto e sull'asse "stagioni" sono indicate quali stagioni sono state messe a confronto in una scala di somiglianza. I punti di maggiore variazione sono evidenziati da aree cerchiare codificate da una lettera ($J \leq 0.5$).

Le aree di maggior variazione nel sito riguardano i plot AL1 e AL6; in generale la modificazione della composizione vegetazionale in questi due plot potrebbe essere attribuita più all'ingresso di nuove specie che alla scomparsa di altre specie. Sembra pertanto essere in atto una graduale evoluzione con un arricchimento del numero di specie.

Nei confronti primaverili si nota:

- per il plot AL1 nell'ultimo confronto P08-P11 ($J = 0.474$) (gruppo C1), l'aumento dello strato arbustivo con ingresso di due specie nello strato arbustivo, *Robinia pseudoacacia* e *Clematis vitalba*, mentre nello strato erbaceo compaiono *Clematis vitalba*, *Pinus sp.*, *Carex distans*, *Pyracantha coccinea*. Le specie scomparse sono: *Sonchus maritimus*, *Epipactis palustris*, *Hieracium florentinum*, *Stachys recta*;
- per il plot AL6 nei due ultimi confronti P08-P10 e P08-P11, entrambi con $J = 0.462$ (gruppo D1), le nuove specie in ingresso sono: *Cenchrus incertus*, *Hypochoeris radicata*, *Oenothera stucchii*, *Catapodium rigidum*, *Suaeda maritima*; mentre le specie non più rilevate sono: *Conyza*

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI
candensis nella primavera 2010, *Sonchus asper* nella primavera 2011 e *Cakile maritima* in
entrambe le primavere 2010 e 2011.

Nei confronti autunnali si nota:

- per il plot AL1 nei confronti A08-A10 e A08-A11, rispettivamente con $J = 0.500$ e 0.450 (gruppo C2), l'ingresso dall'autunno 2010 di due specie nello stato arbustivo, ossia *Robinia pseudoacacia_B* e *Clematis vitalba_B*. Nello strato erbaceo si osservano le nuove specie: *Prunus cerasifera*, *Pinus sp.*, *Carex distans* e *Pyracantha coccinea*. Non sono più state rilevate: *Epipactis palustris*, *Hieracium florentinum*, *Diplotaxis tenuifolia* e *Stachys recta*;
- per il plot AL6 in tutti tre i confronti l'indice J varia da 0.444 a 0.500 (gruppo D2). Delle 6 specie osservate nell'autunno 2008 due non sono state più rilevate: *Lagurus ovatus* e *Phleum arenarium*, mentre *Hypochoeris radicata* e *Oenothera stucchii* sono comparse nel 2009 e successivamente sempre osservate nel triennio autunnale 2009-2011; saltuariamente compaiono *Aster squamatus* e *Salsola kali*.

Nel complesso il sito di Alberoni appare stabile, fatta eccezione per i due plot estremi all'area campionata (AL1 e AL6), la cui vegetazione rispetto all'inizio della campagna (2008) sta gradualmente evolvendo; nel plot più interno (AL1) con l'incremento delle vegetazione arbustiva, nel plot più prossimo alla linea del mare e soggetto ad un notevole disturbo antropico (AL6) con l'ingresso di alcune specie nuove.

Ca' Roman

Nella stazione di Ca' Roman (fig. 6.4 a, b) in 3 casi su 18 (16.7%), sia nei confronti primaverili che nei confronti autunnali, si registrano valori di $J \leq 0.5$, mentre in 13 confronti su 18 (sia per la primavera che per l'autunno) il valore di J è superiore a 0.6 .

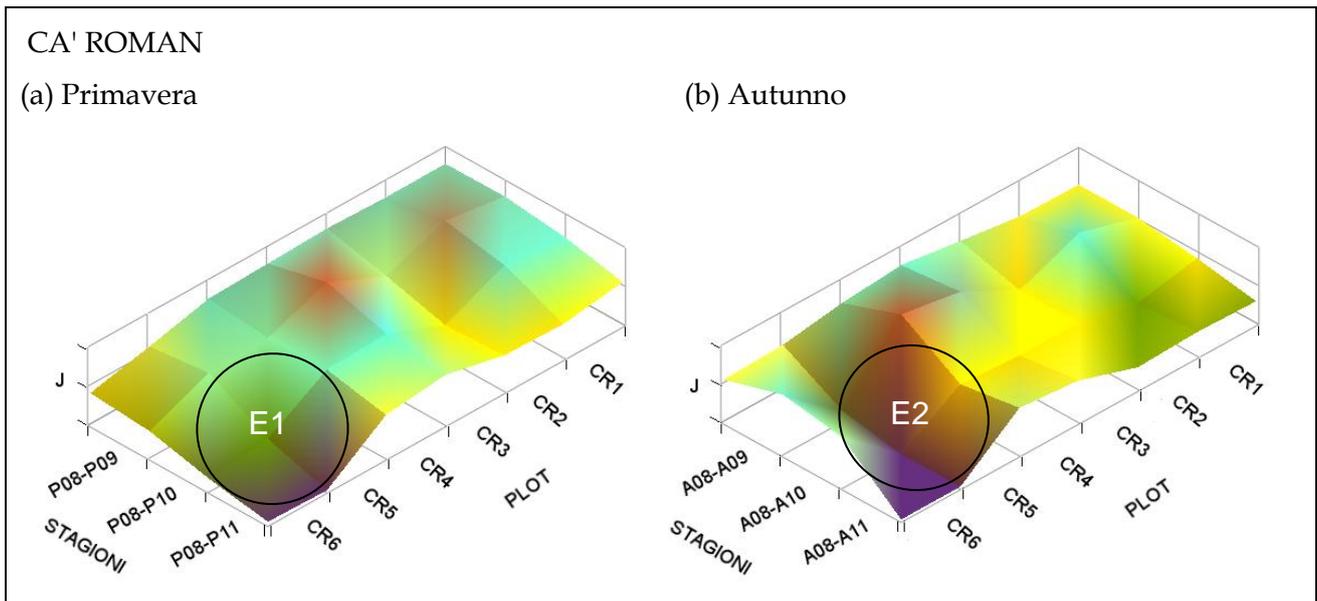


Fig. 6.4. - 3D surface model dei valori degli indici di Jaccard per il sito di Ca' Roman, nei confronti fra (a) primavere, (b) autunni. Gli indici di Jaccard sono riportati in un gradiente cromatico dai valori più alti (rosso) a zero (marrone, aree scure con avvallamenti). I confronti a coppie sono tra il plot al tempo t_i con il suo riferimento (se stesso al tempo t_0). I poligoni riportano il risultato del confronto e sull'asse "stagioni" sono indicate quali stagioni sono state messe a confronto in una scala di somiglianza. I punti di maggiore variazione sono evidenziati da aree cerchiata codificate da una lettera ($J \leq 0.5$).

Le aree di maggiore variazione riguardano solo i plot CR5 e CR6 (più vicini al mare) a partire dal 2010, sia nei confronti primaverili (gruppo E1) che nei confronti autunnali (gruppo E2).

In particolare, nei confronti primaverili i punti di variazione si rilevano per il plot CR5 nel confronto P08-P11 ($J = 0.417$), e per il plot CR6 nei confronti P08-P10 ($J = 0.500$) e P08-P11 ($J = 0.429$).

Nei confronti autunnali i punti di variazione si verificano per CR5 nei confronti A08-A10 e A08-A11, e per CR6 nel confronto A08-A11, tutti con l'indice $J = 0.500$. Tale comportamento sembra dovuto al graduale ingresso di nuove specie.

Nel complesso la composizione vegetazionale in questo sito è stabile rispetto allo stato iniziale del campionamento (2008), fatta eccezione per i due plot posizionati in prossimità del mare (CR5 e CR6), che presentano negli anni un graduale aumento del numero di specie osservate. Per quanto riguarda CR6 questa evidenza trova giustificazione nell'inclusione del plot all'interno delle aree protette per la nidificazione del Fraticello e del Fraticello, pertanto in disturbo dei bagnanti è cessato con evidenti variazioni nella composizione floristica.

Conclusioni

Nel complesso tutti i siti analizzati indicano una certa stabilità nella composizione vegetazionale dei plot rispetto alla condizione di partenza (2008) sia per la primavera che per l'autunno. In ogni caso, le aree di variazione sono pressoché uguali fra i confronti primaverili ed autunnali per ogni sito. Le aree di maggiore variazione sono limitate a pochi plot e legate a situazioni specifiche, in genere determinate da scomparse e ricomparsa di alcune specie in plot caratterizzati da un basso numero di specie allo stato iniziale (specialmente nei plot in prossimità del mare), o in altri casi da ingresso di nuove specie.

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Il primo caso si verifica nel sito di Punta Sabbioni, in cui la maggior variazione è legata al periodo 2008-2009 in due plot, e nel sito di S. Nicolò in cui le maggiori variazioni si registrano in un solo plot che è stato oggetto di traslazioni involontarie, forte disturbo antropico e caratterizzato da poche specie con elevato dinamismo nel tempo.

Ad Alberoni le principali variazioni riguardano due plot, localizzati rispettivamente verso il mare e verso l'interno, e a Ca' Roman altri due plot localizzati in prossimità del mare. In questi casi, le variazioni sembrano maggiormente legate ad un ingresso di nuove specie e a un certo incremento della ricchezza specifica. Nel plot più interno di Alberoni l'aumento di ricchezza specifica coinvolge anche alcune specie arbustive.

6.4 Note floristiche

Si riporta di seguito per ogni sito indagato una tabella contenente le osservazioni emerse in fase di rilievo in campo dei plot nel 2011 e alcune informazioni quali il tipo di vegetazione presente, l'habitat associato secondo la Direttiva 92/43/CEE e le specie sinantropiche presenti.

Punta Sabbioni

N. Plot	Tipo vegetazionale	Habitat Natura 2000	Variazioni	Specie sinantropiche
1	<i>Eriantho ravennae-Schoenetum nigricantis</i>	6420 - Praterie umide mediterranee ad alte erbe del <i>Molinio-Holoschoenion</i>	Nessuna variazione di rilievo	<i>Amorpha fruticosa</i>
2	<i>Eriantho ravennae-Schoenetum nigricantis</i>	6420 - Praterie umide mediterranee ad alte erbe del <i>Molinio-Holoschoenion</i>	Nessuna variazione di rilievo	<i>Amorpha fruticosa</i> , <i>Oenothera stucchii</i> , <i>Aster squamatus</i> , <i>Tamarix gallica</i> .
3	<i>Juncetum maritimi</i>	1410 - Pascoli inondati mediterranei (<i>Juncetalia maritimi</i>)	Nessuna variazione di rilievo	<i>Amorpha fruticosa</i> , <i>Lonicera japonica</i>
4	<i>Eriantho ravennae-Schoenetum nigricantis</i>	6420 - Praterie umide mediterranee ad alte erbe del <i>Molinio-Holoschoenion</i>	Nessuna variazione di rilievo	<i>Amorpha fruticosa</i>
5	Aggr. a <i>Bolboschoenus maritimus</i>	-	Si conferma l'ottimo recupero della comunità, con coperture a carico di <i>Bolboschoenus maritimus</i> che raggiungono valori prossimi al 70%	Nessuna
6	<i>Eriantho ravennae-Schoenetum nigricantis</i>	6420 - Praterie umide mediterranee ad alte erbe del <i>Molinio-Holoschoenion</i>	Nessuna variazione di rilievo	Nessuna

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

S. Nicolò

N. Plot	Tipo vegetazionale	Habitat Natura 2000	Variazioni	Specie sinantropiche
1	<i>Tortulo-Scabiosetum</i>	2130 - * Dune fisse a vegetazione erbacea (dune grigie)	Nessuna variazione di rilievo	<i>Ambrosia coronopifolia</i> , <i>Conyza canadensis</i> , <i>Oenothera stucchii</i>
2	<i>Sporobolo arenarii-Agropyretum juncei</i>	2110 - Dune mobili embrionali	P-Comparsa di <i>Spartina juncea</i> . A- Sensibile aumento della copertura di <i>Salsola kali</i> .	<i>Cenchrus incertus</i> , <i>Oenothera stucchii</i> , <i>Spartina juncea</i>
3	<i>Tortulo-Scabiosetum</i>	2130 - * Dune fisse a vegetazione erbacea (dune grigie)	P-Nessuna variazione di rilievo. A- Comparsa di <i>Eleagnus angustifolia</i> nello strato erbaceo.	<i>Ambrosia coronopifolia</i> , <i>Eleagnus angustifolia</i> , <i>Oenothera stucchii</i> ..
4	<i>Eriantho ravennae-Schoenetum nigricantis</i>	6420 - Praterie umide mediterranee ad alte erbe del <i>Molinio-Holoschoenion</i>	P-Comparsa di <i>Lonicera japonica</i> . A- Nessuna variazione di rilievo.	<i>Lonicera japonica</i>

Alberoni:

N. Plot	Tipo vegetazionale	Habitat Natura 2000	Variazioni	Specie sinantropiche
1	<i>Eriantho ravennae-Schoenetum nigricantis</i>	6420 - Praterie umide mediterranee ad alte erbe del <i>Molinio-Holoschoenion</i>	Nessuna variazione di rilievo	<i>Robinia pseudacacia</i>
2	<i>Eriantho ravennae-Schoenetum nigricantis</i>	6420 - Praterie umide mediterranee ad alte erbe del <i>Molinio-Holoschoenion</i>	Nessuna variazione di rilievo	<i>Eleagnus angustifoli</i> .
3	<i>Tortulo-Scabiosetum</i>	2130 - * Dune fisse a vegetazione erbacea (dune grigie)	Nessuna variazione di rilievo	<i>Cenchrus incertus</i> , <i>Oenothera stucchii</i> , <i>Conyza albida</i> , <i>Conyza canadensis</i> .
4	<i>Tortulo-Scabiosetum</i>	2130 - * Dune fisse a vegetazione	P-Leggero incremento della copertura di	<i>Ambrosia coronopifolia</i> , <i>Conyza</i>

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

		erbacea (dune grigie)	<i>Scabiosa argentea</i> . A- Sensibile incremento della copertura di <i>Ambrosia coronopifolia</i> rispetto al dato delle precedenti campagne di controllo.	<i>canadensis</i> , <i>Oenothera stucchii</i> .
5	<i>Echinophoro spinosae-Ammophiletum arenariae</i>	2120 - Dune mobili del cordone litorale con presenza di <i>Ammophila arenaria</i> (dune bianche)	Nessuna variazione di rilievo.	<i>Cenchrus incertus</i> , <i>Oenothera stucchii</i> , <i>Conyza canadensis</i> .
6	<i>Echinophoro spinosae-Ammophiletum arenariae</i>	2121 - Dune mobili del cordone litorale con presenza di <i>Ammophila arenaria</i> (dune bianche)	P-Nessuna variazione di rilievo. A- Aumento della copertura di <i>Oenothera stucchii</i> .	<i>Oenothera stucchii</i> , <i>Cenchrus incertus</i> .

Ca' Roman:

N. Plot	Tipo vegetazionale	Habitat Natura 2000	Variazioni	Specie sinantropiche
1	<i>Tortulo-Scabiosetum</i>	2130 - * Dune fisse a vegetazione erbacea (dune grigie)	P-Comparsa di <i>Conyza albida</i> e <i>Crepis vesicaria</i> . A- Aumento della copertura dello strato arbustivo. Incremento della presenza di <i>Ambrosia coronopifolia</i> .	<i>Ambrosia coronopifolia</i> , <i>Conyza albida</i> , <i>Conyza canadensis</i> , <i>Oenothera stucchii</i> , <i>Tamarix gallica</i>
2	Aggr. ad <i>Asparagus acutifolius</i>	-	P-Comparsa di <i>Ambrosia coronopifolia</i> . A- Comparsa di <i>Scabiosa argentea</i> e <i>Conyza albida</i> .	<i>Ambrosia coronopifolia</i> , <i>Bromus sterilis</i> , <i>Conyza albida</i> , <i>Conyza canadensis</i> , <i>Oenothera stucchii</i> , <i>Papaver rhoeas</i> , <i>Spartina juncea</i> , <i>Tamarix gallica</i> , <i>Robinia pseudacacia</i> .
3	<i>Tortulo-Scabiosetum</i>	2130 - * Dune fisse a vegetazione erbacea (dune grigie)	P-Sensibile incremento della copertura totale. Ingresso di <i>Spartina juncea</i> . A- Aumento della copertura muscinale e di <i>Spartina juncea</i> .	<i>Ambrosia coronopifolia</i> , <i>Cenchrus incertus</i> , <i>Oenothera stucchii</i> , <i>Spartina juncea</i>

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

4	<i>Tortulo-Scabiosetum</i>	2130 - * Dune fisse a vegetazione erbacea (dune grigie)	Nessuna variazione di rilievo	<i>Ambrosia coronopifolia</i> , <i>Cenchrus incertus</i> , <i>Oenothera stucchii</i> , <i>Spartina juncea</i>
5	<i>Echinophoro spinosae-Ammophiletum arenariae</i>	2120 - Dune mobili del cordone litorale con presenza di <i>Ammophila arenaria</i> (dune bianche)	P-Nessuna variazione di rilievo. A- Aumento della copertura di <i>Oenothera stucchii</i> . Comparsa di <i>Senecio inaequidens</i> .	<i>Conyza albida</i> , <i>Conyza canadensis</i> , <i>Oenothera stucchii</i> , <i>Spartina juncea</i>
6	<i>Echinophoro spinosae-Ammophiletum arenariae</i>	2130 - * Dune fisse a vegetazione erbacea (dune grigie)	P-Ingresso di nuove specie: <i>Euphorbia paralias</i> , <i>Vulpia membranacea</i> , <i>Conyza canadensis</i> , <i>Spartina juncea</i> . A-Ingresso di nuove specie: <i>Hypochoeris radicata</i> , <i>Ambrosia coronopifolia</i> . Non sono state rilevate rispetto alla precedente campagna autunnale: <i>Atriplex tatarica</i> , <i>Cakile maritima</i> , <i>Calystegia sepium</i> , <i>C. soldanella</i> , <i>Parapholis incurva</i>	<i>Ambrosia coronopifolia</i> , <i>Cenchrus incertus</i> , <i>Oenothera stucchii</i> , <i>Spartina juncea</i>

6.5 Conclusioni

L'evoluzione della vegetazione nei plot permanenti presenta una dinamica con diversi aspetti differenziati. In alcuni casi la vegetazione è rimasta piuttosto stabile nel tempo, le puntuali discontinuità sono state recuperate, a volte con nuove specie che sostituiscono le precedenti (Punta Sabbioni, S. Nicolò); in altri casi si riscontra una generale e diffusa variazione, anche nell'ultimo anno di rilevamento, in cui si sovrappongono fenomeni stagionali e tendenza generale dettata da aumento di ricchezza specifica.

7 FLORA, SORVEGLIANZA DELLE INFESTANTI E CARTOGRAFIA

TEMATICA: RISULTATI

7.1 Flora

Nell' Allegato 3 si presenta l'Elenco floristico finale, integrato con i nuovi taxa censiti nel corso delle campagne di rilievo 2011. La revisione ha prodotto l'inserimento di 7 nuove specie nell'elenco dei 4 siti. Le nuove specie inserite (o le nuove località di ritrovamento di specie già note) sono evidenziate con il colore verde.

L'elenco floristico complessivo relativo a tutti e 5 i siti oggetto di rilievo dal 2005 al 2011, comprende 345 *taxa* subgenerici, suddivisi in 80 famiglie.

In quest'ultimo anno di monitoraggio si segnala che ad Alberoni all'interno della fascia di rispetto oggetto di indagine è stata rilevata la presenza di *Cistus incanus* (fig. 7.1), specie stenomediterranea presente in tutta l'Italia peninsulare e nelle isole. In passato la sua presenza sul litorale veneto era stata segnalata da diversi autori [Anguillara, 1561; Béguinot, 1913; Marcello, 1960], ma in seguito non è stata confermata per lungo tempo. Solo nei primi anni 90 del secolo scorso è stata osservata sulle dune della "Pineda" al Tagliamento [Ghirelli & Sburlino, 1995]. La segnalazione della sua presenza agli Alberoni è stata indicata in Masin *et al.* (2009) unitamente ad altre nuove stazioni (S. Erasmo, Valle Vecchia).

L'indigenato di *Cistus incanus* conferma l'alto valore fitogeografico ed ecologico del litorale veneto che include le stazioni più settentrionali di distribuzione della specie. La sua importanza è ulteriormente comprovata dalla sua presenza all'interno delle Liste Rosse Regionali allo status critico di specie "gravemente minacciata" [Conti *et al.*, 1997].

Nel medesimo sito di indagine degli Alberoni, merita inoltre attenzione il primo ritrovamento di *Ambrosia artemisiifolia* (fig. 7.2) lungo la fascia a ridosso della linea di cantiere. Originaria dell'America settentrionale, la specie può rappresentare un pericolo per salute umana in relazione alla sua elevata potenzialità allergenica [Lomagno *et al.*, 1984]. Dotata di una grande adattabilità ecologica cresce in ambienti molto disturbati, dove tende a formare popolazioni pure e numerose.

Nelle tabelle 7.1, 7.2, 7.3 si riporta l'elenco delle entità notevoli rilevate ad oggi nei siti di indagine e protette sulla base del loro inserimento nei seguenti documenti:

- Lista Rossa nazionale e regionale [Conti *et al.*, 1992, 1997];
- Allegato II della Direttiva 92/43 CEE relativa alla "Conservazione degli habitat naturali e seminaturali e della flora e della fauna selvatiche";
- Legge Regionale n. 53 del 15 novembre 1974 "Norme per la tutela di alcune specie della fauna inferiore e della flora e disciplina della raccolta dei funghi";
- "Atlante delle specie a rischio di estinzione" (Scoppola e Spampinato, 2005).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI



Fig. 7.1. - Esempio di *Cistus incanus* presso Alberoni.



Fig.7.2. - Esempio di *Ambrosia artemisiifolia* presso Alberoni. (foto G. Depero).

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tab 7.1 - Elenco delle specie notevoli rilevate, sulla base del loro inserimento nella Lista Rossa nazionale e regionale (Conti et al., 1992, 1997), nell'Allegato II della Direttiva 92/43 CEE, nella Legge Regionale n. 53 del 15 novembre 1974 e nell' "Atlante delle specie a rischio di estinzione" [Scoppola e Spampinato, 2005]; (AL=Alberoni; CR= Ca' Roman; PS= Punta Sabbioni; SN= S. Nicolò; SF= S. Felice)

LC/LR= Basso rischio (un taxon è considerato a minor rischio quando comprende specie con ampio areale e popolazione numerosa, che non soddisfano i criteri per l'inclusione in nessuna delle categorie a rischio).

VU= Vulnerabile (un taxon è considerato vulnerabile, quando pur non essendo minacciato, è esposto a grave rischio di estinzione in natura in un futuro a medio termine).

EN= Minacciato (un taxon è considerato minacciato quando è a rischio di estinzione in natura nell'immediato futuro).

CR= Gravemente minacciato (un taxon è considerato gravemente minacciato quando si trova esposto a gravissimo rischio di estinzione in natura nell'immediato futuro).

		PS	AL	CR	SN	SF
Legge Regionale n.53 del 15.09.74						
	<i>Quercus ilex</i> L.		X	X		
	<i>Pyracantha coccinea</i> M. J. Roemer		X			
	<i>Trachomitum venetum</i> (L.) Woodson	X		X	X	
	<i>Epipactis palustris</i> (Miller) Crantz	X				
	<i>Orchis morio</i> L.					X
Lista Rossa Regionale						
	<i>Medicago marina</i> L.	VU	X	X	X	
	<i>Epipactis palustris</i> (Miller) Crantz	EN	X		X	
	<i>Phillyrea angustifolia</i> L.	LR		X		
	<i>Rubia peregrina</i> L.	VU		X		
	<i>Cistus incanus</i> L.	CR	X			
Libro Rosso Nazionale						
	<i>Kosteletzkya pentacarpos</i> (L.) Ledeb.	CR	X			
	<i>Centaurium littorale</i> (Turner) Gilmour	CR	X			
	<i>Trachomitum venetum</i> (L.) Woodson	VU	X	X	X	
	<i>Plantago cornuti</i> Gouan	CR	X			
	<i>Salicornia veneta</i> Pign. et Lausi	EN	X	X		
	<i>Salix rosmarinifolia</i> L.	CR	X			
	<i>Typha laxmannii</i> Lepechin	VU	X			
	<i>Centaurea tommasinii</i> Kerner	VU	X			
All. II Dir. 92/43/CEE						
	<i>Salicornia veneta</i> Pign. et Lausi		X	X		
	<i>Kosteletzkya pentacarpos</i> (L.) Ledeb.		X			
Specie incluse nell'"Atlante delle specie a rischio di estinzione"						
	<i>Centaurea tommasinii</i> A. Kern.	VU	X			
	<i>Centaurium littorale</i> (Turner) Gilmour	CR	X	X		
	<i>Kosteletzkya pentacarpos</i> (L.) Ledeb.	CR	X			
	<i>Nymphaea alba</i> L.	VU	X			
	<i>Plantago cornuti</i> Gouan	CR	X			
	<i>Salicornia veneta</i> Pignatti et Lausi	EN	X	X		
	<i>Salix rosmarinifolia</i> L.	EN	X			
	<i>Trachomitum venetum</i> (L.) Woodson	VU	X	X	X	
	<i>Typha laxmannii</i> Lepech.	VU	X			

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tab 7.2 - Specie non segnalate nel Veneto sulla base dei dati riportati da Conti et al., 2005; (AL=Alberoni; CR= Ca' Roman; PS= Punta Sabbioni; San Nicolò) e rinvenute nei siti di monitoraggio.

	PS	AL	CR	SN	SF
Nuove per il Veneto					
<i>Vitex agnus-castus</i> L.		X			
<i>Baccharis halimifolia</i> L.	X				X
<i>Reseda alba</i> L.			X	X	
<i>Pancratium maritimum</i> L.		X			
<i>Catapodium marinum</i> (L.) Hubbard				X	
<i>Stachys recta</i> subsp. <i>subcrenata</i>	X	X		X	X

Tab 7.3 - Elenco delle specie endemiche sulla base di Pignatti (1982)

	PS	AL	CR	SN	SF
Endemiche					
<i>Centaurea tommasinii</i> Kerner		X			
<i>Salicornia veneta</i> Pign. et Lausi			X		

7.2. Sorveglianza delle infestanti esotiche

I rilievi eseguiti sono presentati nelle schede dell'Allegato 4, nelle quali sono indicati i dati stazionali di ogni settore (codice del rilievo, data, coordinate di inizio e fine, lunghezza in metri).

In generale non si sono individuati cambiamenti tali da attivare procedure di attenzione o di allarme. A Ca' Roman tuttavia è stato osservato, come di seguito descritto, un aumento delle specie infestanti a ridosso della barriera fonoassorbente. Per il resto le variazioni sono spesso determinate dall'alternanza dei cicli vegetativi delle singole specie coinvolte. In particolare, quelle che presentano maggiore variabilità sono: *Oenothera stucchii*, *Cenchrus incertus*, *Conyza canadensis*, *C. albida*, *Ambrosia coronopifolia*. Fenomeno che crea evidenti fluttuazioni nel dato di presenza e di copertura.

Per ogni sito di seguito vengono presentate in forma tabellare le variazioni più significative riscontrate in quest'anno di monitoraggio e a presenza/assenza delle singole specie infestanti nei vari anni di monitoraggio. E' stata inoltre inserita per ogni stazione una tabella che indica la presenza delle specie censite negli anni.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Punta Sabbioni

I controlli non hanno registrato importanti variazioni rispetto alle campagne del 2011, la tabella riassuntiva è pertanto omessa.

Specie infestanti censite	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<i>Ambrosia coronopifolia</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Ambrosia coronopifolia</i>	x						x
<i>Amorpha fruticosa</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Artemisia verlotorum</i>	x	x		x	x	x	x
<i>Cenchrus incertus</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Cenchrus incertus</i>						x	x
<i>Conyza canadensis</i>			x	x	x	x	x
<i>Cuscuta cesatiana</i>				x	x		x
<i>Eleagnus angustifolia</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Lonicera japonica</i>		x	x	x	x	x	x
<i>Oenothera stuebelii</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>				x	x	x	x
<i>Robinia pseudacacia</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Solidago gigantea</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Spartina juncea</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Tamarix gallica</i>	x	x	x	x	x	x	x

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Alberoni

In generale non si registrano variazioni di rilievo rispetto agli anni precedenti di monitoraggio.

VEI_AL_01	P-Sensibile riduzione della presenza di <i>Oenothera stucchii</i> in relazione al ciclo biologico della specie. La maggioranza delle infestanti si concentra tra la palizzata e la passerella. A- Nessuna variazione di particolare importanza.
VEI_AL_02	P-Ricomparsa di <i>Eleagnus angustifolia</i> con due piccoli esemplari arbustivi. Evidente diminuzione delle coperture di <i>Oenothera stucchii</i> , <i>Conyza canadensis</i> . A-Aumento della copertura di <i>Cenchrus incertus</i> che si assesta su valori registrati nelle campagne precedenti al 2010.
VEI_AL_03	Nessuna variazione di particolare importanza
VEI_AL_12	P-Comparsa di <i>Ambrosia artemisiifolia</i> Leggero incremento della presenza di <i>Conyza albida</i> . A- Nessuna variazione di particolare importanza.
VEI_AL_04	P-Decremento del grado di copertura di <i>Spartina juncea</i> . A- Non è stata rilevata la presenza di <i>Cenchrus incertus</i>
VEI_AL_05	P-Ricomparsa, con bassa copertura, di <i>Lonicera japonica</i> . A- Nessuna variazione di particolare importanza.
VEI_AL_06	Nessun cambiamento di particolare rilievo
VEI_AL_07	Nessuna variazione.
VEI_AL_08	Nessuna variazione.
VEI_AL_09	P-La parte finale del tratto è stato in parte ripulito dalla vegetazione e questo ha procurato una riduzione della copertura di <i>Lonicera japonica</i> . A- Incremento della copertura di <i>Lonicera japonica</i>
VEI_AL_10	P- Comparsa di <i>Euonymus japonicus</i> . A- Nessuna variazione di particolare importanza.
VEI_AL_11	Nessuna variazione di particolare rilievo.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

ALBERONI

Specie infestanti censite	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<i>Ailanthus altissima</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Ambrosia coronopifolia</i>		x	x	x	x	x	x
<i>Amorpha fruticosa</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Bromus sterilis</i>					x	x	x
<i>Cenchrus incertus</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Chenopodium album</i>				x	x	x	x
<i>Conyza albida</i>					x	x	x
<i>Conyza canadensis</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Eleagnus angustifolia</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Euonymus japonicus</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Gleditsia triacanthos</i>		x	x	x	x	x	x
<i>Lonicera japonica</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Oenothera stucchii</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Papaver rhoeas</i>							x
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Pittosporum tobira</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Robinia pseudacacia</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Solanum nigrum</i>				x	x	x	x
<i>Spartina juncea</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Tamarix gallica</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Yucca gloriosa</i>		x					

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Ca' Roman

In questa campagna è stato inserito un nuovo tratto di rilievo conseguentemente ad un consistente sviluppo di *Amorpha fruticosa* nell'area adiacente alla barriera fonoassorbente. Nelle rimanenti aree di rilievo non sono state registrate variazioni di rilievo rispetto agli anni precedenti di monitoraggio.

VEI_CR_13	A-Inserimento di questo nuovo tratto a causa della comparsa, a contatto con la barriera fonoassorbente lungo il buffer di controllo, di <i>Amorpha fruticosa</i> che sviluppa una copertura prossima al 25%, associata ad altre infestanti.
VEI_CR_11	P-La rinnovazione di <i>Tamarix gallica</i> e <i>Robinia pseudoacacia</i> presente nella campagna 2010 nella fascia a stretto contatto con la palizzata del cantiere, non è stata confermata nel controllo primaverile. A- Comparsa di <i>Eleagnus angustifolia</i> .
VEI_CR_12	P-Aumento della copertura di <i>Bromus sterilis</i> rispetto al dato della primavera 2010. A- Comparsa di <i>Conyza albida</i> e <i>Aster squamatus</i> .
VEI_CR_03	P-Nessuna variazione di particolare interesse. Si riconferma la presenza di <i>Rosa rugosa</i> . A- Comparsa di <i>Conyza albida</i> .
VEI_CR_04	Nessuna differenza rispetto alle campagne precedenti.
VEI_CR_05	P- Nessuna differenza rispetto alle campagne precedenti A- Ricomparsa di <i>Conyza albida</i> non rilevata nel 2010.
VEI_CR_06	P-Leggero incremento della copertura di <i>Lonicera japonica</i> . Entrata di <i>Euonymus japonicus</i> . A- Ricomparsa di <i>Conyza albida</i> non rilevata nel 2010.
VEI_CR_07	P-Nessuna variazione di particolare rilievo. A- Ricomparsa di <i>Conyza albida</i> non rilevata nel 2010.
VEI_CR_08	P-Non si registra la presenza di <i>Oenothera stucchii</i> , rilevata costantemente nelle precedenti campagne di controllo. A- Ricomparsa di <i>Conyza albida</i> non rilevata nel 2010.
VEI_CR_09	P-Aumento della copertura di <i>Robinia pseudoacacia</i> . Presenza di un piccolo esemplare di <i>Eleagnus angustifolia</i> . A- Comparsa di <i>Conyza albida</i> e <i>Aster squamatus</i> .
VEI_CR_10	Nessuna variazione rispetto alla campagna precedente

CA' ROMAN

Specie infestanti censite	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
<i>Ambrosia coronopifolia</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Amorpha fruticosa</i>							x
<i>Arundo donax</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Aster squamatus</i>						x	
<i>Aster squamatus</i>							x
<i>Bromus sterilis</i>		x	x	x	x	x	x
<i>Bromus sterilis</i>						x	x
<i>Cenchrus incertus</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Chenopodium album</i>				x	x		x
<i>Conyza albida</i>					x	x	x
<i>Conyza canadensis</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Cycloloma atriplicifolia</i>	x	x	x				
<i>Eleagnus angustifolia</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Euonymus japonicus</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Lonicera japonica</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Oenothera stucchii</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Papaver rhoeas</i>					x	x	x
<i>Robinia pseudacacia</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Rosa rugosa</i>						x	x
<i>Senecio inaequidens</i>		x	x	x	x	x	x
<i>Spartina juncea</i>	x	x	x	x	x	x	x
<i>Tamarix gallica</i>	x	x	x	x	x	x	x

7.3 Cartografia della vegetazione reale

L'aggiornamento della cartografia vegetazionale è stato eseguito nel corso dell'estate-autunno 2011 attraverso l'apporto di alcune variazioni rispetto agli elaborati del 2010 in particolare per quanto riguarda:

- i perimetri dei poligoni sulla base dei dati di campo e dell'analisi fotografica;
- la mappatura di nuove comunità;

La ridefinizione delle tipologie attribuite ad alcuni poligoni. In particolare sono state ridefinite alcune tipologie nei casi di compresenza di più tipi vegetazionali che alla scala adottata non è possibile cartografare separatamente. Queste situazioni sono state mappate congiuntamente attraverso l'utilizzo della categoria rappresentativa "Mosaico di.." che associa anche 3 diversi tipi vegetazionali. Tale scelta ha permesso di documentare la presenza di comunità di particolare interesse che in alcune aree hanno una distribuzione subordinata e occupano superfici di scarsa estensione. È il caso del *Tortulo-Scabiosetum* nelle situazioni di disturbo antropico. Le variazioni sono, nel gran parte dei casi, dovute a correzioni della superfici determinate da una maggior

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

proprietà discriminante del materiale fotografico aggiornato utilizzato per definire le diverse campiture nel processo fotointerpretativo. L'aumento o la riduzione della superficie di alcune comunità non corrisponde ad una reale variazione in campo, ma semplicemente ad una più corretta precisazione del perimetro dei poligoni attraverso l'analisi fotogrammetrica. Il dato è stato corretto in campo tramite il diretto confronto tra la cartografia vegetazionale della campagna precedente e la risposta delle foto aeree aggiornate. Inoltre, in alcuni situazioni, la presenza di condizioni di compenetrazione e sovrapposizione di più comunità è stata ridefinita documentando anche la presenza secondaria di componenti che nell'ambito dell'area di studio rappresentano habitat di particolare pregio. Come sopra specificato l'aumento areale del *Tortulo-Scabiosetum* non registra una variazione reale ma semplicemente documenta la presenza di questa associazione in condizioni di interconnessione con più comunità (mosaico di.), anche se nel confronto delle superfici, rispetto alle altre comunità, risulta spesso subordinata e con distribuzione puntiforme.

Le nuove categorie vegetazionali inserite con le attività di aggiornamento 2011 sono di seguito elencate.

ALBERONI

at - Aggr. ad *Aster tripolium*

o/x - Mosaico di Aggr. a *Oenothera stucchii/Xanthio-Cenchretum*

CA ROMAN

sal - *Salicornietum venetae*.

sal/s - Mosaico di *Salicornietum venetae / Puccinellio festuciformis-Sarcocornietum fruticosae*

ts/sj/v - Mosaico di *Tortulo-Scabiosetum / Aggr. a Spartina juncea / Sileno-Vulpietum*.

ts/sj - Mosaico di *Tortulo-Scabiosetum / Aggr. a Spartina juncea*.

af - Aggr. ad *Amorpha fruticosa*.

am/af - Mosaico di *Echinophoro spinosae-Ammophiletum arenariae / Aggr. ad Amorpha fruticosa*.

am/v - Mosaico di Aggr. ad *Amorpha fruticosa / Sileno-Vulpietum*

am/o - Mosaico di Aggr. ad *Amorpha fruticosa / Aggr. a Oenothera stucchii*

L'aggiornamento delle carte della vegetazione reale per tutti i siti oggetto di rilievo è presentata nell'Allegato Cartografico.

Nell'Allegato Cartografico viene inoltre presentata, per ciascuna area di indagine, la carta derivata degli habitat, secondo le codifiche dell'ultima revisione del Manuale di Interpretazione degli Habitat (EU, 2007; Ministero dell'Ambiente e della tutela del mare, 2010a) e una tabella recante i dati areali degli habitat corrispondenti per ciascuna tipologia vegetazionale rilevata per gli anni 2009-2010-2011.

Di seguito viene specificato per ogni sito la natura e le caratteristiche dei cambiamenti registrati.



Fig. 7.1 – Punta Sabbioni: l'area che nel 2007 era stata incendiata, ora è stata ricolonizzata da *Eriantho ravennae-Schoenetum nigricantis* ben strutturato.

Punta Sabbioni

Il rilievo ha confermato la scomparsa dell'area a canneto osservata nel 2010 nelle vicinanze dello stagno centrale a favore dell'espansione di *Juncus maritimus*.

Rispetto all'anno scorso è stata registrata una contrazione (70 mq circa) dell'area a *Limonium virgatum* corrispondente all'habitat 1410 Steppe salate mediterranee a favore dell'area a *Eriantho ravennae-Schoenetum nigricantis* circostante (habitat 6420 - Praterie umide mediterranee ad alte erbe del Molinio-Holoschoenion).

Considerevole è l'espansione dell'area a *Juncus litoralis* nell'arenile conseguente alla costruzione di una palizzata ad opera dei Servizi Forestali che amplia l'area dunale interdotta al passaggio dei bagnanti.

Infine è stata eseguita una risagomatura dell'area a scirpeto conformemente alle foto più recenti, pertanto tale area può considerarsi costante.

S. Nicolò

Le variazioni più evidenti prodotte dall'aggiornamento della carta sono localizzate sull'arenile e consistono nella ridefinizione delle tipologie nei casi di compresenza di più tipi vegetazionali.

L'ampia area centrale (2,3 ha) definita nel 2010 dall'Aggr. a *Ambrosia coronopifolia*, è stata rilevata come mosaico di Aggr. a *Ambrosia coronopifolia* e *Tortulo - Scabiosetum* contenente l'habitat di interesse prioritario 2130* - Dune fisse a vegetazione erbacea (dune grigie).

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

La fascia orientale a cui nel 2010 era associato il mosaico di *Sporobolo arenarii-Agropyretum juncei* / *Xanthio-Cenchretum*, è stata ridefinita come *Cakiletum maritimae* / *Sporobolo arenarii-Agropyretum juncei* determinando un aumento dell'habitat 1210 - Vegetazione annua delle linee di deposito marine.

Si registra poi un ulteriore aumento del 70% di *Tortulo - Scabioisetum* e dell'habitat 2130* - Dune fisse a vegetazione erbacea (dune grigie) rispetto allo scorso anno e una lieve riduzione di Aggr. a *Juncus litoralis* (1410 - Pascoli inondati mediterranei (*Juncetalia maritimi*)). La valutazione sul significato dell'incremento areale del *Tortulo-Scabioisetum* è stato specificato nella sezione introduttiva.

Piccole variazioni si registrano a carico dei poligoni associati a Aggr. a *Cynodon dactylon*, Aggr. a *Calamagrostis epigejos*, Aggr. a *Elytrigia atherica*, Aggr. a *Spartina juncea*, Aggr. a *Rubus ulmifolius*, categorie che non sono di interesse comunitario.

Alberoni

L'aggiornamento della carta ha comportato il cambiamento di alcune categorie a mosaico sulla fascia più vicina alla linea di costa: è stato inserito il mosaico di Aggr. a *Oenothera stucchii*/*Xanthio-Cenchretum* al posto di Aggr. a *Conyza canadensis* e *Oenothera stucchii* e Aggr. a *Oenothera stucchii*. L'area a Mosaico di *Echinophoro spinosae-Ammophiletum arenariae* / *Xanthio italici-Cenchretum incerti* è stata ridefinita come Mosaico di *Echinophoro spinosae-Ammophiletum arenariae* / Aggr. a *Oenothera stucchii*, senza comportare variazioni per l'habitat 2120 - Echinophoro spinosae-Ammophiletum arenariae contenuto.

Lungo la linea di cantiere l'area a *Eriantho ravennae-Schoenetum nigricantis* sulla base delle ridefinizioni cartografiche su supporto fotografico aggiornato, risulta più estesa del 10% apportando un incremento dell'habitat 6420 Praterie umide mediterranee con piante erbacee alte del Molinio -Holochoenion.

Infine è stata inserita la categoria ad *Aster tripolium* corrispondente all'habitat 1410 - Steppe salate mediterranee per una'area marginale di 25 mq.

Ca' Roman

Nel piccolo bacino, nel settore occidentale dell'area indagata, il mosaico Aggr. a *Suaeda maritima* / *Puccinellio festuciformis-Sarcocornietum fruticosae* è stato in parte sostituito da *Salicornietum venetae*, e dal mosaico *Salicornietum venetae* / Aggr. a *Suaeda maritima*. Gli habitat presenti sono 1310 - Vegetazione pioniera a Salicornia e 1210 Vegetazione annua delle linee di deposito marine.

Sono stati inseriti, rispetto all'anno scorso, nuovi poligoni, di superficie molto ridotta, per la formazione di piccoli nuclei di *Sarcocornia fruticosa* (*Puccinellio festuciformis-Sarcocornietum fruticosae*) ai margini della grande prateria a *Spartina juncea* presente nel settore centrale del buffer a ridosso della diga.

Lungo il settore strettamente psammofilo l'ampia fascia (2 ha) ad *Echinophoro spinosae-Ammophiletum arenariae* è stata trasformata in mosaico di ammfiletto e Aggr. a *Oenothera stucchii* (nuova categoria inserita). Non è una variazione reale ma semplicemente una precisazione della effettiva copertura vegetazionale dell'area, condizione presente anche nelle altre campagne di rilevamento. L'habitat 2120-Dune mobili del cordone litorale con presenza di Ammophila arenaria («dune bianche») rimane presente all'interno del mosaico indicato.

Il 46% del *Sileno coloratae-Vulpietum membranaceae* è stato trasformato in mosaico di ammfiletto e vulpieto e mosaico di tortulo scabioseto e vulpieto. Gli habitat contenuti sono 2130* - Dune fisse a vegetazione erbacea (dune grigie), 2230 - Dune con prati di Malcolmetalia e 2120-Dune mobili del

cordone litorale con presenza di *Ammophila arenaria* («dune bianche»). Anche in questo caso l'utilizzo della categoria "mosaico di.." permette di precisare in modo più pertinente la reale copertura dei poligoni interessati.

Infine, a contatto con la barriera fonoassorbente lungo il buffer di controllo, una superficie di circa 1500 mq che era caratterizzata da mosaico di ammoreto e agropireto è ora occupata da Aggr. a *Amorpha fruticosa*. Tale variazione è stata rilevata anche nel controllo delle infestanti.

7.4. Cartografia floristica

I risultati dell'attività di censimento delle specie floristiche di interesse: *Epipactis palustris*, *Centaurea tommasinii* e *Kosteletzkya pentacarpos* sono rappresentati in tavole cartografiche inserite nell'apposito Allegato. È stata prodotta una tavola di distribuzione per sito, eccetto per il sito Ca' Roman la tavola è stata omessa non essendoci alcuna segnalazione. Le osservazioni confermano i rilievi del 2010.

7.5. Indagini popolazionistiche

Le indagini popolazionistiche condotte per la specie *Kosteletzkya pentacarpos* a Punta Sabbioni e per *Salicornia veneta* a Punta Sabbioni, Alberoni e Ca' Roman sono presentate nell'Allegato 5.

Per quanto riguarda *Salicornia veneta*, come si è visto i campioni raccolti a Punta Sabbioni sono stati attribuiti a *S. patula*; la specie è stata reperita quindi solo negli altri due siti (Alberoni e Caroman) dove si è provveduto quindi ad effettuare le attività di rilievo previste dei 6 quadrati permanenti per sito.

Nell'Allegato 5 sono state inserite le foto relative ai campioni di *Salicornia* sp.pl. prelevati a Punta Sabbioni.

8 MISURA DI PARAMETRI CHIMICO-FISICI IN CAMPIONI DI TERRENO A PUNTA SABBIONI

8.1 Premessa

L'obiettivo è stato studiare la salinità dei suoli allo scopo di valutare le variazioni di tale parametro nelle aree oggetto di monitoraggio (transetti) della vegetazione terrestre.

I suoli salinizzati sono comunemente classificati in salini, sodici o come una combinazione dei due (salini-sodici).

I suoli salini sono per lo più sciolti e sabbiosi, con grandi superfici evaporanti e percolazione profonda dovuta alla loro tessitura (fine o grossolana); generalmente contengono significative quantità di sali solubili in acqua (cloruro di sodio, solfati di calcio e magnesio), conducibilità elettrica in pasta satura (ECe) superiore a 4 mS/cm, percentuale di sodio scambiabile (ESP) inferiore al 15% e pH < 8,5.

I suoli sodici sono generalmente densi e costipati con scarsa permeabilità all'acqua, all'aria e ai gas. Questi suoli sono caratterizzati da un basso contenuto di sali solubili (ECe < 4 mS/cm), ESP >15% e reazione molto alcalina pH >8,5. A causa della diminuita capacità di trattenere l'acqua risultano generalmente sfavorevoli alla crescita delle piante.

I suoli salini-sodici, prevalenti in regioni aride e semiaride, spesso rappresentano uno stato di transizione tra salinità e sodicità con ECe > 4 mS/cm, ESP >15% e pH >8,5.

In Tabella 8.1. si riporta la classificazione dei suoli per la determinazione della salinità.

Tab.8.1. Classificazione dei suoli per la definizione della salinità (US Salinity Laboratory Staff, 1954)

CLASSE	ECe (mS/cm)	ESP	pH
Non salino	<4	<15	<8,5
Salino	>4	<15	<8,5
Sodico	<4	>15	>8,5
Salino sodico	>4	>15	<8,5

L'effetto dei sali sulle piante è un risultato combinato fra diversi processi di adattamento morfologici, fisiologici e biochimici allo stress. La più comune risposta della pianta allo stress salino è una diminuzione generale di crescita e sviluppo. Elevati livelli di salinità nell'umidità del suolo (>4 mS/cm) inibiscono la germinazione e la crescita della maggior parte delle piante.

8.2 Materiali e metodi

Identificazione dei siti e campionamento dei suoli

I campionamenti sono stati eseguiti in corrispondenza di ciascuno dei 10 transetti permanenti di Punta Sabbioni; l'esatta localizzazione dei punti di prelievo è stata fatta in base alle criticità riscontrate durante il monitoraggio vegetazionale. Dai risultati del monitoraggio sulla vegetazione, eseguito dal 2005 ad oggi, sono state rilevati fenomeni di criticità a carico dei popolamenti di *Eriantho ravennae-Schoenetum nigricantis*, soprattutto per quelli presenti nei transetti PS05 e PS06.

In corrispondenza di ogni transetto, lungo 20 m, circa a metà delle sezioni 0-10 m (ESTERNA) e 10-20 m (INTERNA) del transetto, sono stati prelevati campioni di suolo di *top-soil* (profondità 0-20 cm) e di *sub-soil* (profondità 40-60 cm). Nella seguenti Tabelle sono riportati: codici dei campioni, codice transetto, codice identificazione dei punti nella cartografia (in Figura 8.3.), sezione, unità del transetto e data di prelievo. La scelta di campionare nelle due sezioni e in corrispondenza di suolo

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

superficiale e profondo, è scaturita dalla considerazione che la salinità del suolo vari sia lungo il transetto sia attraverso la sezione verticale.

I campionamenti si sono svolti secondo le seguenti modalità:

- nel 2011: sono state effettuate una campagna estiva e una autunnale allo scopo di verificare le eventuali variazioni stagionali di salinità durante il periodo di monitoraggio della componente vegetazionale. In totale sono stati prelevati 40 campioni di *top-soil* (20 durante la campagna estiva (Tabella 8.2.) e 20 durante quella autunnale (Tabella 8.3.);
- nel 2012: sono state effettuate quattro campagne primaverili: da marzo a maggio con cadenza ogni 15 giorni allo scopo di verificare i valori di salinità prima del periodo di monitoraggio della vegetazione e valutare le eventuali variazioni di salinità nel breve periodo. In totale sono stati prelevati 160 campioni: in ogni campagna sono stati raccolti 21 campioni di *top-soil* e 19 campioni di *sub-soil* (Tabelle 8.4., 8.5., 8.6. e 8.7.).
- i campioni di *sub-soil*, della sezione 10-20 m del transetto PS09, causa impedimento strumentale (presenza di abbondante quantità di scheletro) non è stato possibile prelevarli.

A sostituzione dei campioni non eseguiti è stato scelto, su indicazione del Prof. Sburlino, di indagare il *top-soil* dell'area retrodunale a *Tortulo-Scabiosetum*.

Il campionamento del *top-soil*, relativo alle campagne del 2011, è stato eseguito con l'ausilio di una pala (Figura 8.1.), mentre il prelievo di *top-soil* e *sub-soil* relativo alle campagne 2012 è stato effettuato attraverso l'utilizzo di trivella manuale, che ha permesso lo scavo fino a 60 cm di profondità.



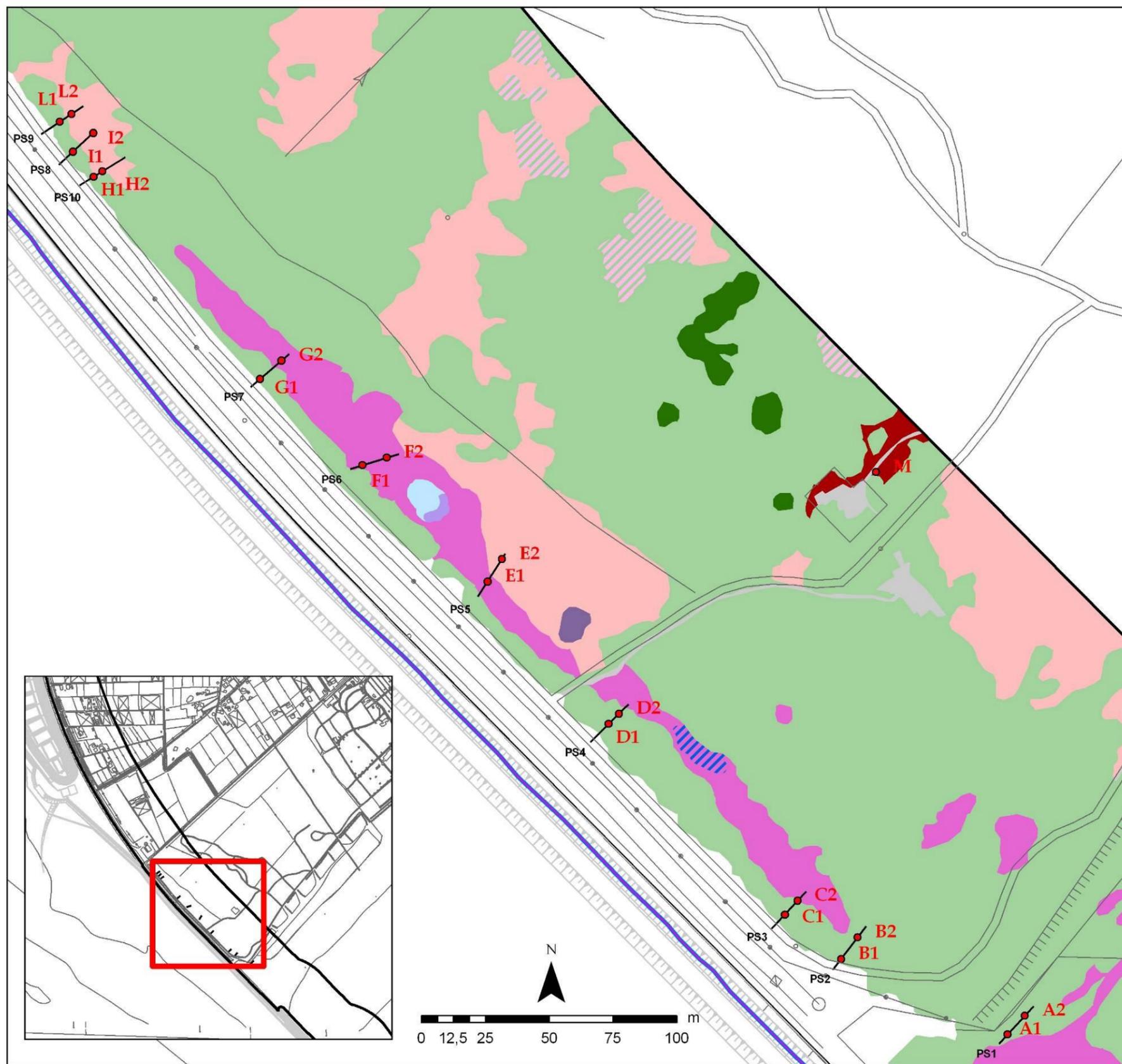
Fig.8.1. Campione di *top-soil* su transetto PS09



Fig.8.2.: Carota per il campionamento del *top-soil* e *sub-soil* su transetto PS10

PUNTA SABBIONI

Ubicazione dei prelievi di suolo



- Prelievi suolo
 - PS1 Transetti vegetazionali
 - Limite dell'area indagata aggiornamento Ottobre 2006 (buffer 200 m dalla linea di cantiere)
 - Opere
 - Zone di Protezione Speciale: "Penisola del Cavallino: biotopi litoranei"
 - Siti di Importanza Comunitaria: "Penisola del Cavallino: biotopi litoranei"
- Carta degli Habitat secondo la Direttiva Habitat 92/43/CE (buffer 200 m):
- Legenda cod Habitat/CLC
- 2120/32-Dune mobili del cordone litorale con presenza di *Ammophila arenaria* («dune bianche») / Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e erbacea
 - 2130*- Dune costiere fisse a vegetazione erbacea («dune grigie»)
 - 6420-Praterie umide mediterranee con piante erbacee alte del *Molinio-Holo-schoenion*
 - 6420/32-Praterie umide mediterranee con piante erbacee alte del *Molinio-Holo-schoenion* / Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e erbacea
 - 1510*-Steppe salate mediterranee (Limonietaia)
 - 1410-Pascoli inondati mediterranei (*Juncetalia maritimi*)
 - 1410/4111-Pascoli inondati mediterranei (*Juncetalia maritimi*) / Canneti a fragmite
 - 411-Paludi interne
 - 4111-Canneti a Phragmite
 - 32-Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva e erbacea
 - 2270*-Dune con foreste di *Pinus pinea* e/o *Pinus pinaster*
 - 1-Superfici artificiali
 - 41-Zone umide interne

Fig. 8.3. – Punta Sabbioni: localizzazione dei prelievi di suolo

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Tab.8.2. Codici campioni campagna estate 2011

CODICE CAMPIONE	CODICE TRANSETTO	CODICE CARTOGRAFIA	SEZIONE	UNITA'	DATA DI PRELIEVO
TR01-PS2-01	PS01	A1	Esterna	8	02/09/2011
TR01-PS2-02	PS01	A2	Interna	15	02/09/2011
TR02-PS2-03	PS02	B1	Esterna	4	02/09/2011
TR02-PS2-04	PS02	B2	Interna	18	02/09/2011
TR03-PS2-05	PS03	C1	Esterna	10	02/09/2011
TR03-PS2-06	PS03	C2	Interna	16	02/09/2011
TR04-PS2-07	PS04	D1	Esterna	9	02/09/2011
TR04-PS2-08	PS04	D2	Interna	19	02/09/2011
TR05-PS2-09	PS05	E1	Esterna	7	02/09/2011
TR05-PS2-10	PS05	E2	Interna	17	02/09/2011
TR06-PS2-11	PS06	F1	Esterna	5	02/09/2011
TR06-PS2-12	PS06	F2	Interna	17	02/09/2011
TR07-PS2-13	PS07	G1	Esterna	4	02/09/2011
TR07-PS2-14	PS07	G2	Interna	16	02/09/2011
TR10-PS2-15	PS10	H1	Esterna	8	02/09/2011
TR10-PS2-16	PS10	H2	Interna	12	02/09/2011
TR08-PS2-17	PS08	I1	Esterna	9	02/09/2011
TR08-PS2-18	PS08	I2	Interna	18	02/09/2011
TR09-PS2-19	PS09	L1	Esterna	10	02/09/2011
TR09-PS2-20	PS09	L2	Interna	14	02/09/2011

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tab.8.3. Codici campioni campagna autunno 2011

CODICE CAMPIONE	CODICE TRANSETTO	CODICE CARTOGRAFIA	SEZIONE	UNITA'	DATA DI PRELIEVO
TR01-PS2-21	PS01	A1	Esterna	8	15/11/2011
TR01-PS2-22	PS01	A2	Interna	15	15/11/2011
TR02-PS2-23	PS02	B1	Esterna	4	15/11/2011
TR02-PS2-24	PS02	B2	Interna	18	15/11/2011
TR03-PS2-25	PS03	C1	Esterna	10	15/11/2011
TR03-PS2-26	PS03	C2	Interna	16	15/11/2011
TR04-PS2-27	PS04	D1	Esterna	9	15/11/2011
TR04-PS2-28	PS04	D2	Interna	19	15/11/2011
TR05-PS2-29	PS05	E1	Esterna	7	15/11/2011
TR05-PS2-30	PS05	E2	Interna	17	15/11/2011
TR06-PS2-31	PS06	F1	Esterna	5	15/11/2011
TR06-PS2-32	PS06	F2	Interna	17	15/11/2011
TR07-PS2-33	PS07	G1	Esterna	4	15/11/2011
TR07-PS2-34	PS07	G2	Interna	16	15/11/2011
TR10-PS2-35	PS10	H1	Esterna	8	15/11/2011
TR10-PS2-26	PS10	H2	Interna	12	15/11/2011
TR08-PS2-37	PS08	I1	Esterna	9	15/11/2011
TR08-PS2-38	PS08	I2	Interna	18	15/11/2011
TR09-PS2-39	PS09	L1	Esterna	10	15/11/2011
TR09-PS2-40	PS09	L2	Interna	14	15/11/2011

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 8.4. Codici campioni campagna 30 marzo 2012

CODICE CAMPIONE	CODICE TRANSETTO	CODICE CARTOGRAFIA	SEZIONE	UNITA'	DATA DI PRELIEVO
TR01_PS2-41-SUP	PS01	A1	Esterna	8	30/03/2012
TR01_PS2-41-INF			Interna	15	
TR01_PS2-42-SUP		A2	Esterna	4	
TR01_PS2-42-INF			Interna	18	
TR02_PS2-43-SUP	PS02	B1	Esterna	4	30/03/2012
TR02_PS2-43-INF			Interna	18	
TR02_PS2-44-SUP		B2	Esterna	10	
TR02_PS2-44-INF			Interna	16	
TR03_PS2-45-SUP	PS03	C1	Esterna	10	30/03/2012
TR03_PS2-45-INF			Interna	16	
TR03_PS2-46-SUP		C2	Esterna	9	
TR03_PS2-46-INF			Interna	19	
TR04_PS2-47-SUP	PS04	D1	Esterna	9	30/03/2012
TR04_PS2-47-INF			Interna	19	
TR04_PS2-48-SUP		D2	Esterna	7	
TR04_PS2-48-INF			Interna	17	
TR05_PS2-49-SUP	PS05	E1	Esterna	7	30/03/2012
TR05_PS2-49-INF			Interna	17	
TR05_PS2-50-SUP		E2	Esterna	5	
TR05_PS2-50-INF			Interna	17	
TR06_PS2-51-SUP	PS06	F1	Esterna	5	30/03/2012
TR06_PS2-51-INF			Interna	17	
TR06_PS2-52-SUP		F2	Esterna	4	
TR06_PS2-52-INF			Interna	16	
TR07_PS2-53-SUP	PS07	G1	Esterna	4	30/03/2012
TR07_PS2-53-INF			Interna	16	
TR07_PS2-54-SUP		G2	Esterna	8	
TR07_PS2-54-INF			Interna	12	
TR10_PS2-55-SUP	PS10	H1	Esterna	8	30/03/2012
TR10_PS2-55-INF			Interna	12	
TR10_PS2-56-SUP		H2	Esterna	9	
TR10_PS2-56-INF			Interna	18	
TR08_PS2-57-SUP	PS08	I1	Esterna	9	30/03/2012
TR08_PS2-57-INF			Interna	18	
TR08_PS2-58-SUP		I2	Esterna	10	
TR08_PS2-58-INF			Interna	14	
TR09_PS2-59-SUP	PS09	L1	Esterna	10	30/03/2012
TR09_PS2-59-INF			Interna	14	
TR09_PS2-60-SUP		L2	Esterna		
PS2-61-SUP			M		

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 8.5. Codici campioni campagna 17 aprile 2012

CODICE CAMPIONE	CODICE TRANSETTO	CODICE CARTOGRAFIA	SEZIONE	UNITA'	DATA DI PRELIEVO
TR01_PS2-62-SUP	PS01	A1	Esterna	8	17/04/2012
TR01_PS2-62-INF		A2	Interna	15	
TR01_PS2-63-SUP					
TR01_PS2-63-INF					
TR02_PS2-64-SUP	PS02	B1	Esterna	4	17/04/2012
TR02_PS2-64-INF		B2	Interna	18	
TR02_PS2-65-SUP					
TR02_PS2-65-INF					
TR03_PS2-66-SUP	PS03	C1	Esterna	10	17/04/2012
TR03_PS2-66-INF		C2	Interna	16	
TR03_PS2-67-SUP					
TR03_PS2-67-INF					
TR04_PS2-68-SUP	PS04	D1	Esterna	9	17/04/2012
TR04_PS2-68-INF		D2	Interna	19	
TR04_PS2-69-SUP					
TR04_PS2-69-INF					
TR05_PS2-70-SUP	PS05	E1	Esterna	7	17/04/2012
TR05_PS2-70-INF		E2	Interna	17	
TR05_PS2-71-SUP					
TR05_PS2-71-INF					
TR06_PS2-72-SUP	PS06	F1	Esterna	5	17/04/2012
TR06_PS2-72-INF		F2	Interna	17	
TR06_PS2-73-SUP					
TR06_PS2-73-INF					
TR07_PS2-74-SUP	PS07	G1	Esterna	4	17/04/2012
TR07_PS2-74-INF		G2	Interna	16	
TR07_PS2-75-SUP					
TR07_PS2-75-INF					
TR10_PS2-76-SUP	PS10	H1	Esterna	8	17/04/2012
TR10_PS2-76-INF		H2	Interna	12	
TR10_PS2-77-SUP					
TR10_PS2-77-INF					
TR08_PS2-78-SUP	PS08	I1	Esterna	9	17/04/2012
TR08_PS2-78-INF		I2	Interna	18	
TR08_PS2-79-SUP					
TR08_PS2-79-INF					
TR09_PS2-80-SUP	PS09	L1	Esterna	10	17/04/2012
TR09_PS2-80-INF		L2	Interna	14	
TR09_PS2-81-SUP					
PS2-82-SUP		M			17/04/2012

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 8.6. Codici campioni campagna 08 maggio 2012

CODICE CAMPIONE	CODICE TRANSETTO	CODICE CARTOGRAFIA	SEZIONE	UNITA'	DATA DI PRELIEVO
TR01_PS2-83-SUP	PS01	A1	Esterna	8	08/05/2012
TR01_PS2-83-INF			Interna	15	
TR01_PS2-84-SUP		A2	Esterna	4	
TR01_PS2-84-INF			Interna	18	
TR02_PS2-85-SUP	PS02	B1	Esterna	4	08/05/2012
TR02_PS2-85-INF			Interna	18	
TR02_PS2-86-SUP		B2	Esterna	10	
TR02_PS2-86-INF			Interna	16	
TR03_PS2-87-SUP	PS03	C1	Esterna	10	08/05/2012
TR03_PS2-87-INF			Interna	16	
TR03_PS2-88-SUP		C2	Esterna	9	
TR03_PS2-88-INF			Interna	19	
TR04_PS2-89-SUP	PS04	D1	Esterna	9	08/05/2012
TR04_PS2-89-INF			Interna	19	
TR04_PS2-90-SUP		D2	Esterna	7	
TR04_PS2-90-INF			Interna	17	
TR05_PS2-91-SUP	PS05	E1	Esterna	7	08/05/2012
TR05_PS2-91 -INF			Interna	17	
TR05_PS2-92-SUP		E2	Esterna	5	
TR05_PS2-92-INF			Interna	17	
TR06_PS2-93-SUP	PS06	F1	Esterna	5	08/05/2012
TR06_PS2-93-INF			Interna	17	
TR06_PS2-94-SUP		F2	Esterna	4	
TR06_PS2-94-INF			Interna	16	
TR07_PS2-95-SUP	PS07	G1	Esterna	4	08/05/2012
TR07_PS2-95-INF			Interna	16	
TR07_PS2-96-SUP		G2	Esterna	8	
TR07_PS2-96-INF			Interna	12	
TR10_PS2-97-SUP	PS10	H1	Esterna	8	08/05/2012
TR10_PS2-97-INF			Interna	12	
TR10_PS2-98-SUP		H2	Esterna	9	
TR10_PS2-98-INF			Interna	18	
TR08_PS2-99-SUP	PS08	I1	Esterna	9	08/05/2012
TR08_PS2-99-INF			Interna	18	
TR08_PS2-100-SUP		I2	Esterna	10	
TR08_PS2-100-INF			Interna	14	
TR09_PS2-101-SUP	PS09	L1	Esterna	10	08/05/2012
TR09_PS2-101-INF			Interna	14	
TR09_PS2-102-SUP		L2			
PS2-103-SUP		M			08/05/2012

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tabella 8.7. Codici campioni campagna 25 maggio 2012

CODICE CAMPIONE	CODICE TRANSETTO	CODICE CARTOGRAFIA	SEZIONE	UNITA'	DATA DI PRELIEVO
TR01_PS2-104-SUP	PS01	A1	Esterna	8	25/05/2012
TR01_PS2-104-INF					
TR01_PS2-105-SUP		A2	Interna	15	
TR01_PS2-105-INF					
TR02_PS2-106-SUP	PS02	B1	Esterna	4	25/05/2012
TR02_PS2-106-INF					
TR02_PS2-107-SUP		B2	Interna	18	
TR02_PS2-107-INF					
TR03_PS2-108-SUP	PS03	C1	Esterna	10	25/05/2012
TR03_PS2-108-INF					
TR03_PS2-109-SUP		C2	Interna	16	
TR03_PS2-109-INF					
TR04_PS2-110-SUP	PS04	D1	Esterna	9	25/05/2012
TR04_PS2-110-INF					
TR04_PS2-111-SUP		D2	Interna	19	
TR04_PS2-111-INF					
TR05_PS2-112-SUP	PS05	E1	Esterna	7	25/05/2012
TR05_PS2-112-INF					
TR05_PS2-113-SUP		E2	Interna	17	
TR05_PS2-113-INF					
TR06_PS2-114-SUP	PS06	F1	Esterna	5	25/05/2012
TR06_PS2-114-INF					
TR06_PS2-115-SUP		F2	Interna	17	
TR06_PS2-115-INF					
TR07_PS2-116-SUP	PS07	G1	Esterna	4	25/05/2012
TR07_PS2-116-INF					
TR07_PS2-117-SUP		G2	Interna	16	
TR07_PS2-117-INF					
TR10_PS2-118-SUP	PS10	H1	Esterna	8	25/05/2012
TR10_PS2-118-INF					
TR10_PS2-119-SUP		H2	Interna	12	
TR10_PS2-119-INF					
TR08_PS2-120-SUP	PS08	I1	Esterna	9	25/05/2012
TR08_PS2-120-INF					
TR08_PS2-121-SUP		I2	Interna	18	
TR08_PS2-121-INF					
TR09_PS2-122-SUP	PS09	L1	Esterna	10	25/05/2012
TR09_PS2-122-INF					
TR09_PS2-123-SUP		L2	Interna	14	
PS2-124-SUP		M			25/05/2012

Analisi di laboratorio

Le proprietà del suolo, determinate secondo i *Metodi ufficiali di analisi chimica del suolo*, sono state: tessitura (contenuto % delle frazioni di sabbia, limo, argilla), pH (in H₂O), conducibilità elettrica in soluzione acquosa 1:5 (EC_w), ioni sodio (Na⁺), magnesio (Mg²⁺) e calcio (Ca²⁺) e contenuto d'acqua (umidità %).

La determinazione della tessitura del *top-soil* è stata eseguita sui campioni raccolti nella campagna estiva 2011 e quella del *sub-soil* nei campioni prelevati nella prima campagna primaverile 2012. Questa analisi, come previsto, non è stata ripetuta anche nei campioni raccolti successivamente in quanto tale parametro non è soggetto a cambiamenti nel breve periodo.

La determinazione della conducibilità elettrica in pasta satura (EC_e) è stata calcolata moltiplicando il risultato della conducibilità elettrica in soluzione acquosa (EC_w rapporto suolo acqua 1:5) per un fattore di conversione che si basa sul contenuto di argilla nel suolo (Tabella 8.8.).

Tabella 8.8. Fattori di conversione di EC_w in accordo con la tessitura del suolo (da Northcote K.H., 1979)

CLASSE TESSITURA	ARGILLA %	FATTORE DI CONVERSIONE
Sabbiosa	<10	15
Franco-sabbiosa	10-20	12
Franca	20-30	10
Franco-argillosa	30-35	9
Poco argillosa	35-45	8
Molto argillosa	>45	6

Un altro parametro importante per caratterizzare un suolo salino è la percentuale di sodio scambiabile (ESP). La determinazione dell'ESP è stata eseguita sulla base della relazione tra l'ESP del suolo e il SAR¹ dell'estratto saturo dato da (Sequi, 1989):

$$ESP=100*(-0,0126+0,01475*SAR)/1+(-0,0126+0,01475*SAR)$$

All'aumentare del valore ESP, diminuisce la qualità del suolo e si riduce la crescita delle piante, valori di ESP >8% possono determinare effetti di tossicità nella vegetazione. Strettamente legata all'ESP è il rapporto di assorbimento del sodio (SAR) che misura la preponderanza relativa del sodio nei confronti del calcio e magnesio, elementi specifici che moderano gli effetti negativi del sodio.

Il test del pH, che determina l'acidità o l'alcalinità, può essere usato come indicatore della capacità del suolo di fornire nutrienti alla pianta. L'alcalinità (alto pH) tende a ridurre la disponibilità di micro-elementi essenziali (ad esempio ferro, magnesio, rame e cobalto).

¹ Il valore di SAR (*Sodium Adsorption Ratio*) è stato determinato attraverso la formula che mette in relazione le concentrazioni degli ioni sodio (Na⁺) con gli ioni alcalino-terrosi (Mg²⁺ e Ca²⁺) determinati nell'estratto saturo. I risultati analitici dei cationi sono stati utilizzati esclusivamente per la determinazione del SAR utilizzato per il calcolo dell'ESP.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

8.3 Proprietà chimico-fisiche dei suoli

Il capitolo riporta e descrive i risultati delle analisi chimico-fisiche di laboratorio dei campioni di suolo di ogni transetto e del sito identificato per la caratterizzazione della salinità del suolo del *Tortulo-Scabiosetum*.

8.3.1 Transetto vegetazionale PS01

I campionamenti eseguiti per la caratterizzazione chimico-fisica del suolo sono stati ubicati in corrispondenza delle Unità Vegetazionali U08 e U15.

Risultati ed elaborazioni delle analisi di laboratorio

In Tabella 8.9. sono riportati i valori delle percentuali di sabbia, limo e argilla e le classi tessiturali USDA a cui appartengono i campioni.

Tabella 8.1. Classi tessiturali USDA

CODICE CAMPIONE	PROFONDITA'	SABBIA	LIMO	ARGILLA	Classe tessiturale USDA
		%	%	%	
TR01_PS2-01	SUP	97,90	1,39	0,71	S
TR01_PS2-41	INF	97,63	1,64	0,73	S
TR01_PS2-02	SUP	98,36	1,04	0,60	S
TR01_PS2-42	INF	97,55	1,68	0,78	S

Il suolo è caratterizzato da tessitura sabbiosa sia nel *top-soil* che nel *sub-soil*. Le percentuali di sabbia, limo e argilla sono molto omogenee sia nella sezione verticale del suolo, sia lungo il transetto.

In Tabella 8.10. sono riportati i risultati delle analisi di tutte le campagne di monitoraggio.

Tabella 8.10. Risultati analisi chimiche. “-“=valori di ESP=0%

STAGIONE	POSIZIONE	PROFONDITÀ	CODICE CAMPIONE	pH	ECw	Magnesio	Sodio	Calcio	ESP	UMIDITÀ
					mS/cm	mmol/l	mmol/l	mmol/l	%	%
Estate_2011	EST	SUP	TR01_PS2-01	7,38	0,25	0,39	0,24	0,42	-	0,6
	INT	SUP	TR01_PS2-02	7,41	0,21	0,28	0,12	0,42	-	0,6
Autunno_2011	EST	SUP	TR01_PS2-21	8,36	0,19	0,11	< 0,01	0,20	-	4,7
	INT	SUP	TR01_PS2-22	8,40	0,13	0,12	0,01	0,18	-	4,2
Primavera_2012	EST	SUP	TR01_PS2-41	8,50	0,47	0,29	0,13	0,29	-	3,1
	EST	INF	TR01_PS2-41	8,58	0,52	0,26	0,42	0,20	0,03	6,1
	INT	SUP	TR01_PS2-42	8,51	0,53	0,25	0,11	0,33	-	2,0
	INT	INF	TR01_PS2-42	8,30	0,45	0,29	0,08	0,33	-	3,1
	EST	SUP	TR01_PS2-62	7,91	2,41	0,28	0,14	0,30	-	6,8
	EST	INF	TR01_PS2-62	8,01	2,43	0,08	2,19	0,07	9,53	19,4
	INT	SUP	TR01_PS2-63	7,95	2,39	0,42	0,24	0,63	-	6,0
	INT	INF	TR01_PS2-63	7,97	2,18	0,31	0,11	0,36	-	6,4
	EST	SUP	TR01_PS2-83	8,78	1,68	0,15	0,67	0,11	1,46	4,2
	EST	INF	TR01_PS2-83	8,67	1,59	0,24	0,12	0,20	-	11,4
	INT	SUP	TR01_PS2-84	8,48	1,43	0,19	0,06	0,34	-	1,6
	INT	INF	TR01_PS2-84	8,82	1,78	0,27	0,08	0,30	-	4,0
	EST	SUP	TR01_PS2-104	8,43	1,58	0,26	0,20	0,21	-	6,3
	EST	INF	TR01_PS2-104	8,47	1,70	0,10	1,03	0,07	3,80	21,9
	INT	SUP	TR01_PS2-105	8,40	1,60	0,23	0,12	0,31	-	4,7
INT	INF	TR01_PS2-105	8,51	1,72	0,21	0,10	0,19	-	8,1	

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

La reazione (pH) dei suoli oscilla da subalcalina a molto alcalina, la variabilità del pH all'interno del gruppo è bassa (CV%=4,8).

Il contenuto d'acqua (umidità) oscilla da un minimo di 0,6% ad un massimo di 21,9% e si riscontra all'interno del gruppo una variabilità alta (CV%=89,1%). Non si osservano differenze sostanziali tra i valori di umidità del *top-soil* e del *sub-soil*, se non per la sezione esterna (A1) del transetto in cui il contenuto di acqua nel *sub-soil* risulta più alto.

I valori di ECw (Figura 8.4.) del suolo nelle campagne estate-autunno 2011 rientrano nella classe di salinità trascurabile (<0,25 mS/cm), l'aumento di questo parametro si inizia ad osservare nella prima campagna primaverile 2012 in cui si riscontra che i suoli hanno salinità moderata-forte (0,25-0,5 mS/cm). Il picco di salinità si osserva nella seconda campagna primaverile, i suoli ricadono nella classe di salinità eccessiva (>2 mS/cm), per poi diminuire leggermente e assestarsi nella classe di salinità molto forte (1-2 mS/cm). La variabilità della conducibilità elettrica in soluzione acquosa (ECw) è alta (CV%=65,4).

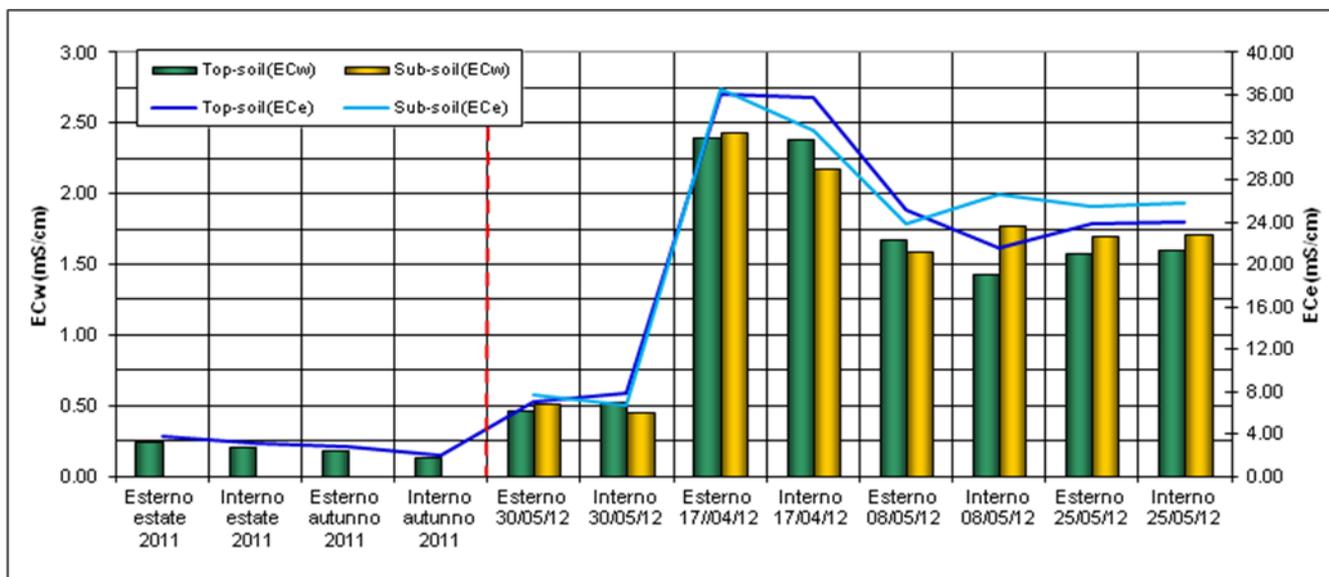


Fig.8.4. Andamento valori di ECw e ECe

Dall'elaborazione dei dati di laboratorio è risultato che i suoli del transetto PS01 sono passati da suoli appartenente alla classe non salina (ECe<4 mS/cm), campagne estate-autunno 2011 a suoli salini (ECe>4 mS/cm) dalla primavera 2012.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

8.3.2 Transetto vegetazionale PS02

I campionamenti eseguiti per la caratterizzazione chimico-fisica del suolo sono stati ubicati in corrispondenza delle Unità Vegetazionali U04 e U18.

Risultati ed elaborazioni delle analisi di laboratorio

In Tabella 8.10. sono riportati i valori delle percentuali di sabbia, limo e argilla e le classi tessiturali USDA a cui appartengono i campioni.

Tabella 8.10. Classi tessiturali USDA

CODICE CAMPIONE	PROFONDITA'	SABBIA	LIMO	ARGILLA	Classe tessitura USDA
		%	%	%	
TR02_PS2-03	SUP	76,74	16,45	6,80	SF
TR02_PS2-43	INF	96,73	2,35	0,92	S
TR02_PS2-04	SUP	85,61	10,37	4,02	SF
TR02_PS2-44	INF	98,35	1,09	0,56	S

Il suolo è caratterizzato da tessitura franco-sabbiosa, nel *top-soil* e sabbiosa nel *sub-soil*. Il *top-soil* è caratterizzato da una preponderanza della frazione sabbiosa, ma con valori di limo e argilla sostanzialmente più elevati che nel *sub-soil*.

In Tabella 8.11. sono riportati i risultati delle analisi di tutte le campagne di monitoraggio.

Tabella 8.11. Risultati analisi chimiche. “-”=valori di ESP=0%

STAGIONE	POSIZIONE	PROFONDITÀ	CODICE CAMPIONE	pH	ECw	Magnesio	Sodio	Calcio	ESP	UMIDITÀ
					mS/cm	mmol/l	mmol/l	mmol/l	%	%
Estate_2011	EST	SUP	TR02_PS2-03	7,44	1,40	7,468	30,324	4,427	14,59	64,2
	INT	SUP	TR02_PS2-04	7,8	0,41	2,408	5,367	1,27	4,38	18,7
Autunno_2011	EST	SUP	TR02_PS2-23	8,31	0,22	0,6	1,5	0,4	1,77	18,8
	INT	SUP	TR02_PS2-24	8,33	0,26	0,93	1,67	0,76	1,40	25,2
Primavera_2012	EST	SUP	TR02_PS2-43	8,52	0,52	0,72	0,77	0,64	0,12	12,6
	EST	INF	TR02_PS2-43	8,66	0,45	1,02	6,79	0,7	8,71	24,0
	INT	SUP	TR02_PS2-44	8,66	0,56	0,72	1,7	0,55	1,85	22,3
	INT	INF	TR02_PS2-44	8,32	0,42	1,44	6,95	0,81	7,75	28,7
	EST	SUP	TR02_PS2-64	7,99	4,33	2,8	2,18	2,68	0,68	24,6
	EST	INF	TR02_PS2-64	7,98	2,38	1,46	8,5	0,75	9,64	30,9
	INT	SUP	TR02_PS2-65	7,98	3,44	0,85	0,83	0,86	0,06	25,0
	INT	INF	TR02_PS2-65	7,94	3,24	1,36	5,64	0,9	6,16	34,8
	EST	SUP	TR02_PS2-85	8,37	2,75	1,37	1,37	1,83	0,34	16,6
	EST	INF	TR02_PS2-85	8,78	2,72	0,62	5,75	0,42	9,50	26,3
	INT	SUP	TR02_PS2-86	8,65	2,27	0,92	3,57	0,63	4,51	23,8
	INT	INF	TR02_PS2-86	8,51	2,96	1,84	6,65	1,04	6,47	31,4
	EST	SUP	TR02_PS2-106	8,33	4,32	1,04	2,43	0,74	2,48	15,4
	EST	INF	TR02_PS2-106	7,94	5,31	1,73	8,09	2,15	6,81	32,0
INT	SUP	TR02_PS2-107	8,38	2,95	0,79	2,02	0,76	2,08	26,2	
INT	INF	TR02_PS2-107	8,29	4,63	1,4	7,31	0,83	8,22	35,5	

La reazione (pH) dei suoli varia da subalcalina a molto alcalina, la variabilità del pH all'interno del gruppo è bassa (CV%=4,8).

Il contenuto d'acqua (umidità) oscilla da un minimo di 12,6% ad un massimo di 64,2% e si riscontra all'interno del gruppo una variabilità alta (CV%=89,1%). I risultati evidenziano un contenuto d'acqua leggermente più alto nel *sub-soil* rispetto ai campioni superficiali.

I valori di ECw (Figura 8.5.) del suolo nella campagna estate 2011 e primavera 2012 rientrano nelle classi di salinità moderata-forte (0,25-0,5 mS/cm) e molto forte (1-2 mS/cm). L'autunno 2011 è caratterizzato da valori di conducibilità elettrica ECw inferiori a 0,25 mS/cm, indicativi di suoli a salinità trascurabile. Dalla seconda campagna primavera 2012 si ha un aumento repentino della conducibilità elettrica ECw, che determina un passaggio dalla classe di salinità trascurabile a eccessiva (>2 mS/cm). La variabilità della conducibilità elettrica ECw è alta (CV%=72,8).

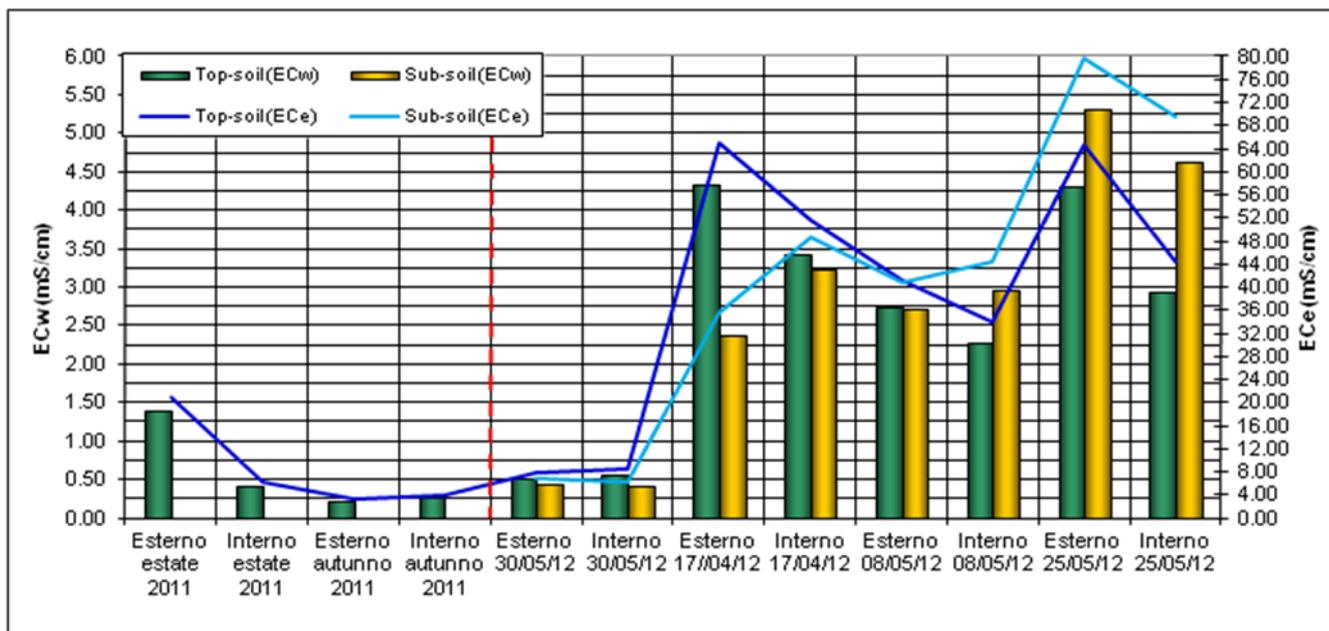


Fig.8.5. Andamento valori di ECw e ECe

L'ESP nei suoi valori medi è trascurabile sia nel *top-soil* (media ESP = 2,9%) che nel *sub-soil* (media ESP = 6,9%). Valori di ESP piuttosto elevati, che perdurano nelle varie campagne di monitoraggio, si riscontrano nello strato di *sub-soil* della porzione esterna (B1) del transetto, la maggior parte dei campioni superano la soglia di ESP>8 e pertanto sono classificati a sodicità forte.

L'elaborazione dei dati di ECw per la determinazione della conducibilità in pasta satura (ECe), ha permesso di classificare i suoli del transetto PS02 in salini (ECe >4 mS/cm). Solo i campioni prelevati nell'autunno del 2011 rientrano nella classe non salina.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

8.3.3 Transetto vegetazionale PS03

I campionamenti eseguiti per la caratterizzazione chimico-fisica del suolo sono stati ubicati in corrispondenza delle Unità Vegetazionali U10 e U16.

Risultati ed elaborazioni delle analisi di laboratorio

In Tabella 8.12. sono riportati i valori delle percentuali di sabbia, limo e argilla e le classi tessiturali USDA a cui appartengono i campioni.

Tabella 8.12. Classi tessiturali USDA

CODICE CAMPIONE	PROFONDITA'	SABBIA	LIMO	ARGILLA	Classe tessiturale USDA
		%	%	%	
TR03_PS2-05	SUP	94,06	4,09	1,86	S
TR03_PS2-45	INF	92,65	3,73	0,23	S
TR03_PS2-05	SUP	92,65	4,73	2,61	S
TR03_PS2-46	INF	98,86	0,65	0,49	S

Il suolo è caratterizzato da tessitura sabbiosa sia nel *top-soil* che nel *sub-soil*. Le percentuali di sabbia, limo e argilla sono molto omogenee sia nella sezione verticale del suolo sia lungo il transetto.

In Tabella 8.13. sono riportati i risultati delle analisi di tutte le campagne di monitoraggio.

Tabella 8.13. Risultati analisi chimiche. “-”=valori di ESP=0%

STAGIONE	POSIZIONE	PROFONDITÀ	CODICE CAMPIONE	pH	ECw	Magnesio	Sodio	Calcio	ESP	UMIDITÀ
					mS/cm	mmol/l	mmol/l	mmol/l	%	%
Estate_2011	EST	SUP	TR03_PS2-05	7,75	0,39	0,723	0,48	0,706	-	
	INT	SUP	TR03_PS2-06	7,94	0,96	6,755	28,005	2,37	15,31	2,7
Autunno_2011	EST	SUP	TR03_PS2-25	8,2	0,24	0,4	0,0	0,5	-	18,8
	INT	SUP	TR03_PS2-26	8,27	0,56	1,04	5,67	0,71	7,13	11,2
Primavera_2012	EST	SUP	TR03_PS2-45	8,61	0,54	0,44	0,43	0,38	-	25,2
	EST	INF	TR03_PS2-45	8,53	0,37	1,55	5,4	1,09	5,37	13,2
	INT	SUP	TR03_PS2-46	8,07	1,49	0,87	5,17	0,59	7,12	24,8
	INT	INF	TR03_PS2-46	8,07	1,36	1,14	13,82	0,6	17,08	21,9
	EST	SUP	TR03_PS2-66	7,8	4,98	1,00	2,94	0,8	3,20	34,2
	EST	INF	TR03_PS2-66	8,0	5,13	2,28	10,57	1,34	9,36	26,4
	INT	SUP	TR03_PS2-67	8,11	4,04	0,9	6	0,52	8,46	35,5
	INT	INF	TR03_PS2-67	8,04	6,03	1,72	10,7	0,89	11,16	26,1
	EST	SUP	TR03_PS2-87	8,61	3,07	1,48	5,07	1,18	4,97	30,3
	EST	INF	TR03_PS2-87	8,4	4,22	1,66	11,14	0,83	11,87	25,9
	INT	SUP	TR03_PS2-88	8,7	2,64	1,23	6,17	0,89	7,05	15,4
	INT	INF	TR03_PS2-88	8,48	4,16	1,62	9,3	0,78	10,12	24,7
	EST	SUP	TR03_PS2-108	8,38	2,92	0,83	2,99	0,7	3,64	31,1
	EST	INF	TR03_PS2-108	8,21	4,18	1,68	9,24	0,87	9,76	27,9
INT	SUP	TR03_PS2-109	8,34	4,48	2,15	8,26	1,4	7,31	37,9	
INT	INF	TR03_PS2-109	8,41	3,85	1,48	10,35	0,73	11,71	23,4	

La reazione (pH) dei suoli varia da subalcalina a molto alcalina, la variabilità del pH all'interno del gruppo è bassa (CV%=3,3).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Il contenuto d'acqua (umidità) oscilla da un minimo di 2,7% ad un massimo di 37,9% e la variabilità all'interno del gruppo è moderata (CV%=35,8%). Dai risultati di contenuto d'acqua si rileva che generalmente il *top-soil* ha maggior umidità del *sub-soil*.

I valori di EC_w (Figura 8.6.) del suolo per le campagne 2011 e per la prima campagna del 2012 sono compresi tra 0,25 e 1,5 mS/cm, corrispondente alle classi di salinità moderata-forte e molto forte, solo per il campione TR03_PS2-25 la salinità è risultata trascurabile (Tabella 8.13.). Dalla seconda campagna del 2012 si riscontra un brusco aumento dell'EC_w, con valori compresi tra 2,6 e 6,0 mS/cm, corrispondente alla classe di salinità del suolo eccessiva (>2mS/cm). La variabilità della conducibilità elettrica EC_w è alta (CV%=67,8).

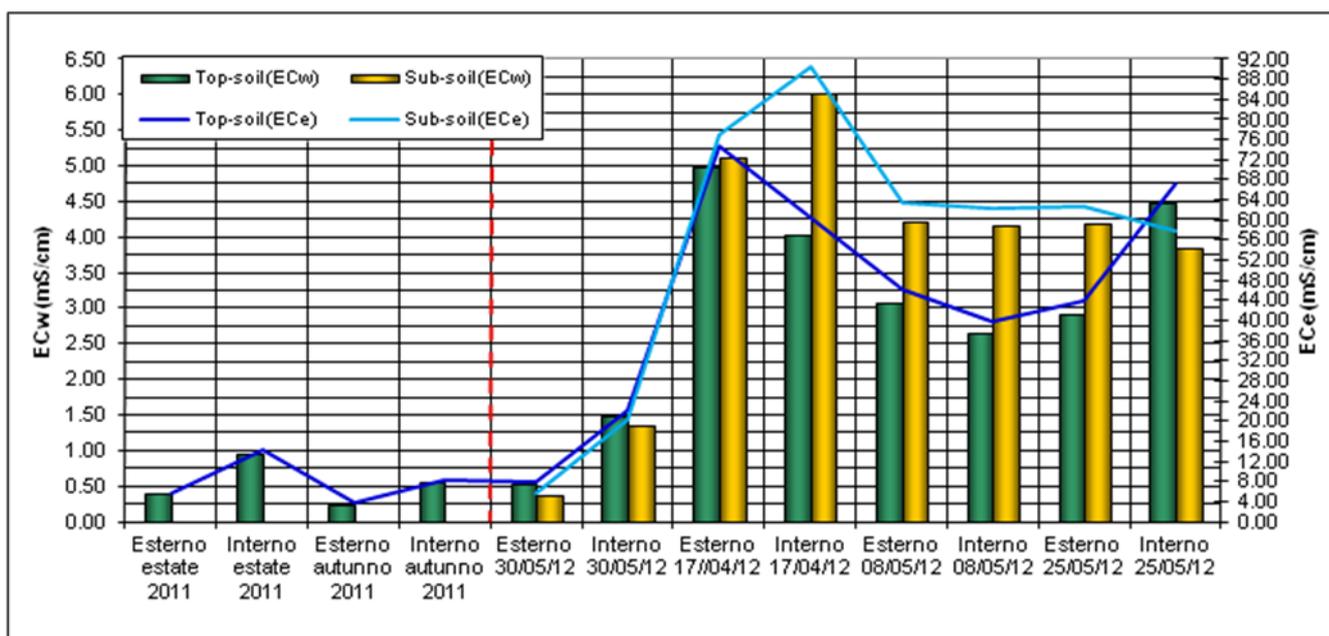


Fig.8.6. Andamento valori di EC_w e EC_e

I risultati di ESP sono trascurabili nei campioni di *top-soil*, mentre nel *sub-soil* si riscontrano valori alti e pertanto classificabili nella classe di sodicità forte.

L'elaborazione dei dati di EC_w per la determinazione della conducibilità in pasta satura (EC_e), ha permesso di classificare i suoli del transetto PS03 in salini (EC_e >4 mS/cm). Dai risultati si osserva che, dalla seconda campagna della primavera 2012, i valori di EC_e sono notevolmente più alti.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

8.3.4 Transetto vegetazionale PS04

I campionamenti eseguiti per la caratterizzazione chimico-fisica del suolo sono stati ubicati in corrispondenza delle Unità Vegetazionali U09 e U19.

Risultati ed elaborazioni delle analisi di laboratorio

In Tabella 8.14. sono riportati i valori delle percentuali di sabbia, limo e argilla e le classi tessiturali USDA a cui appartengono i campioni.

Tabella 8.14. Classi tessiturali USDA

CODICE CAMPIONE	PROFONDITA'	SABBIA	LIMO	ARGILLA	Classe tessiturale USDA
			%	%	
TR04_PS2-07	SUP	92,14	6,10	1,76	S
TR08_PS2-47	INF	97,67	1,54	0,78	S
TR04_PS2-08	SUP	64,81	25,92	9,27	FS
TR04_PS2-48	INF	97,95	1,42	0,62	S

Il suolo è caratterizzato da tessitura prevalentemente sabbiosa, il *top-soil* della sezione interna (D2) del transetto ha tessitura leggermente più fine, che la fa rientrare nella classe tessiturale franco sabbiosa.

In Tabella 8.15. sono riportati i risultati delle analisi di tutte le campagne di monitoraggio.

Tabella 8.15. Risultati analisi chimiche. "--"=valori di ESP=0%

STAGIONE	POSIZIONE	PROFONDITÀ	CODICE CAMPIONE	pH	ECw	Magnesio	Sodio	Calcio	ESP	UMIDITÀ
					mS/cm	mmol/l	mmol/l	mmol/l	%	%
Estate_2011	EST	SUP	TR04_PS2-07	7,9	0,46	0,767	0,336	0,707	-	5,7
	INT	SUP	TR04_PS2-08	7,98	0,83	7,113	23,776	3,499	12,25	1,4
Autunno_2011	EST	SUP	TR04_PS2-27	8,14	0,45	0,5	0,3	0,5	-	11,3
	INT	SUP	TR04_PS2-28	8,32	0,31	0,54	0,99	0,5	0,76	25,7
Primavera_2012	EST	SUP	TR04_PS2-47	8,04	1,22	0,78	1,36	0,59	1,15	17,6
	EST	INF	TR04_PS2-47	8,21	1,41	0,58	4,92	0,46	8,09	24,3
	INT	SUP	TR04_PS2-48	8,2	0,91	0,47	1,23	0,36	1,53	23,7
	INT	INF	TR04_PS2-48	8,22	1,77	0,79	6,78	0,56	9,84	31,1
	EST	SUP	TR04_PS2-68	7,87	3,47	0,81	0,98	0,68	0,41	23,3
	EST	INF	TR04_PS2-68	8,02	2,92	0,55	4,78	0,34	8,52	28,4
	INT	SUP	TR04_PS2-69	7,96	3,43	0,53	1,81	0,34	2,71	28,6
	INT	INF	TR04_PS2-69	7,99	4,14	0,65	5,61	0,46	8,96	36,8
	EST	SUP	TR04_PS2-89	8,54	2,50	0,66	1	0,55	0,63	24,1
	EST	INF	TR04_PS2-89	8,55	3,05	0,52	5,42	0,35	9,80	29,2
	INT	SUP	TR04_PS2-90	8,64	2,58	0,5	1,76	0,33	2,70	26,2
	INT	INF	TR04_PS2-90	8,55	5,60	1,02	6,93	0,81	8,61	33,2
	EST	SUP	TR04_PS2-110	8,43	1,50	0,61	0,41	0,6	-	22,3
	EST	INF	TR04_PS2-110	8,38	2,78	0,54	6,67	0,38	11,70	33,8
INT	SUP	TR04_PS2-111	8,28	2,22	0,7	1,86	0,56	2,15	28,8	
INT	INF	TR04_PS2-111	8,25	2,94	1,05	5,3	0,75	6,52	31,9	

La reazione (pH) dei suoli varia da subalcalina ad alcalina, la variabilità del pH all'interno del gruppo è bassa (CV%=2,9).

Il contenuto d'acqua (umidità) oscilla da un minimo di 1,4% ad un massimo di 36,8% e la variabilità all'interno del gruppo è moderata (CV%=37,7%). Generalmente la percentuale di umidità del *top-soil* è leggermente inferiore a quella del *sub-soil*.

I valori di ECw (Figura 8.7.) del suolo, per le campagne del 2011, rientrano per lo più nella classe di salinità moderata-forte 0,25-0,5 mS/cm, solo il campione TR04_PS2-08 ha salinità forte (Tabella 8.16.). Un aumento dei valori di ECw si osserva nella prima campagna del 2012: i campioni di *top-soil* rientrano nella classe di salinità molto forte (1-2 mS/cm). Dalla seconda campagna del 2012 si riscontra un brusco aumento della ECw, con valori compresi tra 1,5 e 4,1 mS/cm, corrispondente alla classe di salinità del suolo eccessiva (>2mS/cm). La variabilità della conducibilità elettrica ECw è alta (CV%=62,1).

I risultati di ESP sono trascurabili nei campioni di *top-soil*, mentre nel *sub-soil* si riscontrano valori alti (ESP>8) e pertanto classificabili nella classe di sodicità forte.

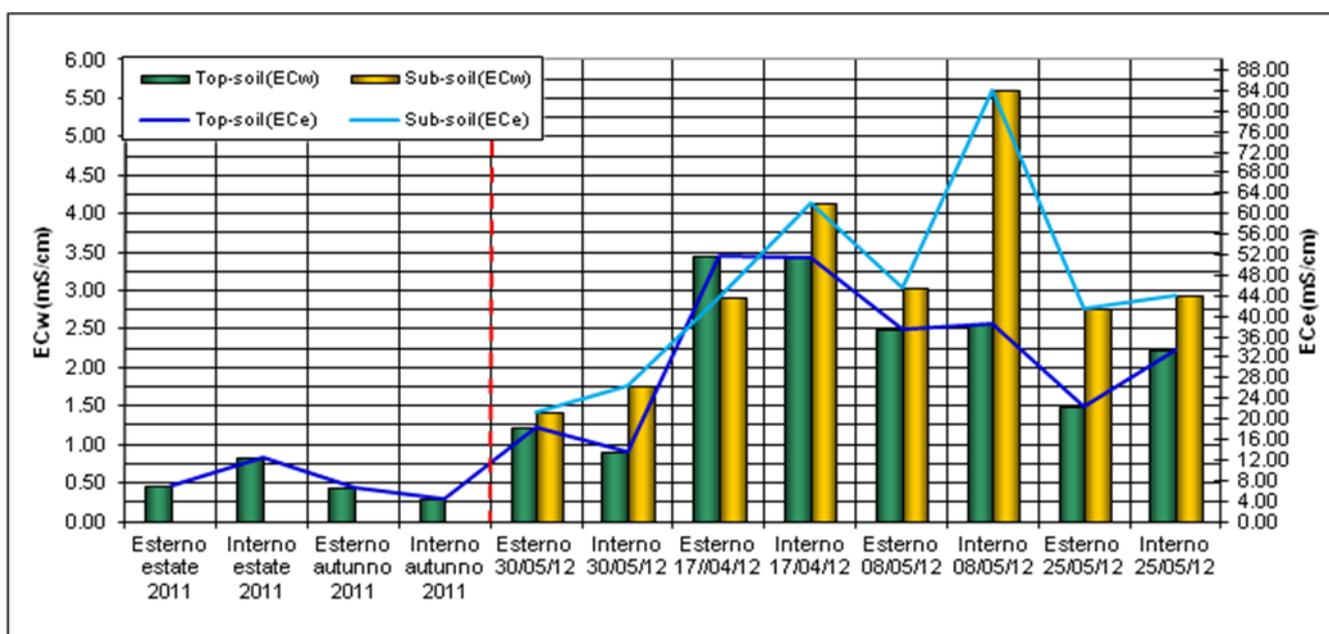


Fig.8.7. Andamento valori di ECw e ECe

L'elaborazione dei dati di ECw per la determinazione della conducibilità in pasta satura (ECe), ha permesso di classificare i suoli del transetto PS04 in salini (ECe >4 mS/cm). Dai risultati si osserva che l'ECe dalla seconda campagna della primavera 2012 i valori di ECe sono notevolmente più alti.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

8.3.5. Transetto vegetazionale PS05

I campionamenti eseguiti per la caratterizzazione chimico-fisica del suolo sono stati ubicati in corrispondenza delle Unità Vegetazionali U07 e U17.

Risultati ed elaborazioni delle analisi di laboratorio

In Tabella 8.16. sono riportati i valori delle percentuali di sabbia, limo e argilla e le classi tessiturali USDA a cui appartengono i campioni.

Tabella 8.16. Classi tessiturali USDA

CODICE CAMPIONE	PROFONDITA'	SABBIA	LIMO	ARGILLA	Classe tessiturale USDA
			%	%	
TR05_PS2-09	SUP	52,65	34,25	13,11	FS
TR05_PS2-49	INF	95,22	3,57	1,21	S
TR05_PS2-10	SUP	71,74	22,30	5,96	FS
TR05_PS2-50	INF	97,24	1,68	1,08	S

La tessitura del *top-soil* è franco-sabbiosa, mentre il *sub-soil* è caratterizzato da tessitura sabbiosa. Il *top-soil* è caratterizzato da una preponderanza della frazione sabbiosa, ma con valori di limo e argilla sostanzialmente più elevati che nel *sub-soil*.

In Tabella 8.17. sono riportati i risultati delle analisi di tutte le campagne di monitoraggio.

Tabella 8.17. Risultati analisi chimiche. “-“=valori di ESP=0%

STAGIONE	POSIZIONE	PROFONDITÀ	CODICE CAMPIONE	pH	ECw	Magnesio	Sodio	Calcio	ESP	UMIDITÀ
					mS/cm	mmol/l	mmol/l	mmol/l	%	%
Estate_2011	EST	SUP	TR05_PS2-09	7,78	2,04	16,3	50,0	8,195	16,54	35,9
	INT	SUP	TR05_PS2-10	8,26	1,00	2,97	18,4	1,151	14,97	25,0
Autunno_2011	EST	SUP	TR05_PS2-29	8,62	0,64	2,5	10,8	1,4	9,15	74,3
	INT	SUP	TR05_PS2-30	8,43	0,37	0,75	7,04	0,44	10,87	28,2
Primavera_2012	EST	SUP	TR05_PS2-49	8,25	1,79	1,01	6,51	0,68	8,41	36,6
	EST	INF	TR05_PS2-49	8,25	3,25	4,46	12,5	4,28	7,05	30,2
	INT	SUP	TR05_PS2-50	8,28	1,67	0,48	3,66	0,35	6,65	28,0
	INT	INF	TR05_PS2-50	8,29	2,43	1,01	9,67	0,7	12,41	31,7
	EST	SUP	TR05_PS2-70	8,03	4,35	0,61	5,32	0,38	9,00	31,8
	EST	INF	TR05_PS2-70	7,97	6,97	3,87	13,11	2,99	8,41	46,2
	INT	SUP	TR05_PS2-71	8,08	3,63	0,82	5,32	0,4	8,08	33,5
	INT	INF	TR05_PS2-71	8,03	6,09	1,63	11,75	0,87	12,47	35,7
	EST	SUP	TR05_PS2-91	8,61	4,11	1,2	4,81	0,85	5,44	34,5
	EST	INF	TR05_PS2-91	8,23	7,30	3,64	9,96	3,95	5,91	29,7
	INT	SUP	TR05_PS2-92	8,68	2,81	0,94	4,27	0,49	5,83	35,9
	INT	INF	TR05_PS2-92	8,53	5,30	1,79	9,94	1,35	9,45	29,3
	EST	SUP	TR05_PS2-112	8,28	3,07	1,48	7	1,18	7,14	35,0
	EST	INF	TR05_PS2-112	8,14	4,51	2,96	10	1,92	7,56	39,1
	INT	SUP	TR05_PS2-113	8,41	1,94	0,71	2,78	0,46	3,94	33,1
INT	INF	TR05_PS2-113	8,16	3,98	0,74	8,3	0,46	12,70	32,2	

La reazione (pH) dei suoli varia da subalcalina a molto alcalina, la variabilità del pH all'interno del gruppo è bassa (CV%=2,8).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Il contenuto d'acqua (umidità) oscilla da un minimo di 25% ad un massimo di 74,3% e la variabilità all'interno del gruppo è moderata (CV%=29%). Generalmente la percentuale di umidità del *top-soil* è leggermente inferiore a quella del *sub-soil*.

I valori di ECw (Figura 8.8.) del *top-soil*, riscontrati nella campagna eseguita nell'estate 2011, sono alti, i suoli sono classificabili a salinità molto forte. Una leggera diminuzione si verifica nell'autunno del 2011, in cui la ECw dei suoli rientra nelle classi moderata-forte e forte. Dalla primavera 2012 i valori di ECw aumentano notevolmente e la maggior parte dei campioni rientra nella classe di salinità eccessiva. La variabilità della conducibilità elettrica ECw è alta (CV%=59,2).

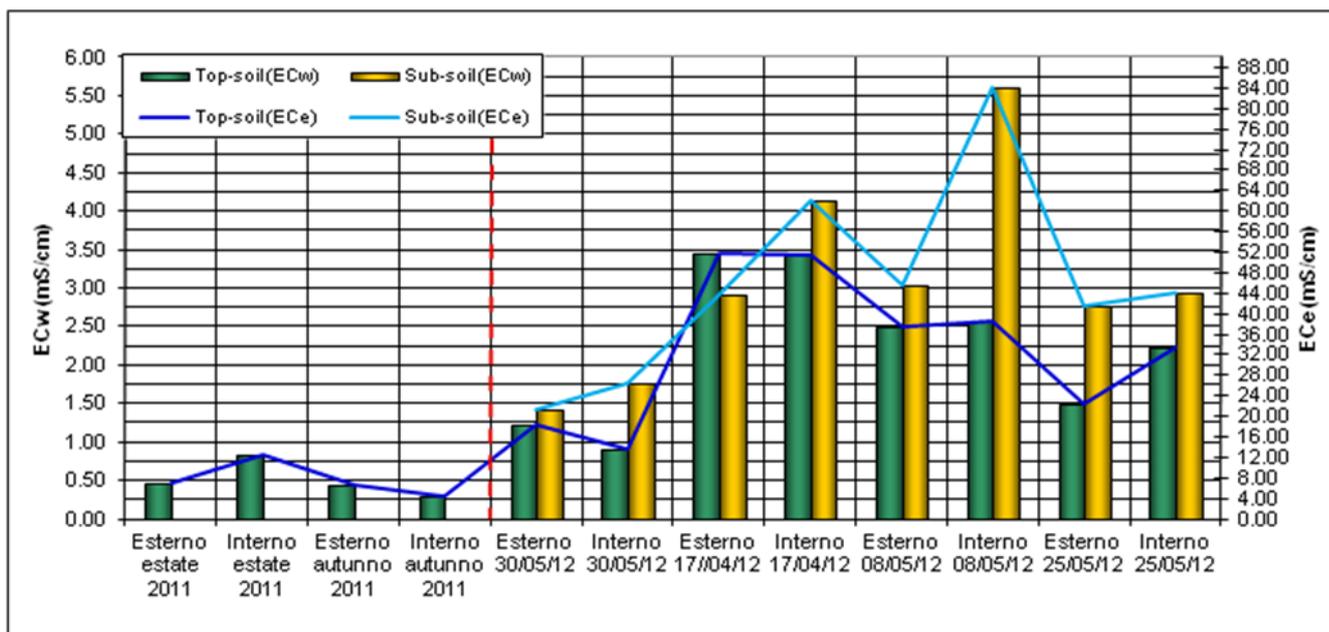


Fig.8.8. Andamento valori di ECw e ECe

I campioni di *top-soil* prelevati nelle campagne del 2011, superano la soglia di ESP>8 e pertanto sono classificati a sodicità forte. Dalla primavera 2012, si osserva che la sodicità del campione di *sub-soil* della porzione interna del transetto è forte in tutte e quattro le campagne. Valori alti di ESP si riscontrano anche in tutti i campioni prelevati nella seconda campagna del 2012, mentre negli altri campioni l'ESP è generalmente trascurabile.

L'elaborazione dei dati di ECw per la determinazione della conducibilità elettrica in pasta satura (ECe), ha permesso di classificare i suoli del transetto PS05 in salini (ECe >4 mS/cm).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

8.3.6. Transetto vegetazionale PS06

I campionamenti eseguiti per la caratterizzazione chimico-fisica del suolo sono stati ubicati in corrispondenza delle Unità Vegetazionali U05 e U17.

Risultati ed elaborazioni delle analisi di laboratorio

In Tabella 8.18. sono riportati i valori delle percentuali di sabbia, limo e argilla e le classi tessiturali USDA a cui appartengono i campioni.

Tabella 8.18. Classi tessiturali USDA

CODICE CAMPIONE	PROFONDITA'	SABBIA	LIMO	ARGILLA	Classe tessiturale USDA
			%	%	
TR06_PS2-11	SUP	65,70	26,32	2,20	FS
TR06_PS2-51	INF	94,44	4,33	1,23	S
TR06_PS2-12	SUP	67,41	22,98	9,62	FS
TR06_PS2-52	INF	96,93	2,20	0,87	S

La tessitura del *top-soil* è franco-sabbiosa, mentre il *sub-soil* è caratterizzato da tessitura sabbiosa. Il *top-soil* è caratterizzato da una preponderanza della frazione sabbiosa, ma con valori di limo e argilla sostanzialmente più elevati che nel *sub-soil*.

In Tabella 8.19. sono riportati i risultati delle analisi di tutte le campagne di monitoraggio.

Tabella 8.19. Risultati analisi chimiche. "-"=valori di ESP=0%

STAGIONE	POSIZIONE	PROFONDITÀ	CODICE CAMPIONE	pH	ECw	Magnesio	Sodio	Calcio	ESP	UMIDITÀ
					mS/cm	mmol/l	mmol/l	mmol/l	%	%
Estate_2011	EST	SUP	TR06_PS2-11	8,18	1,73	6,44	29,45	2,08	16,52	16,4
	INT	SUP	TR06_PS2-12	7,98	1,39	8,11	25,21	3,06	12,64	26,4
Autunno_2011	EST	SUP	TR06_PS2-31	8,76	0,58	1,0	2,1	0,6	2,17	26,7
	INT	SUP	TR06_PS2-32	8,38	0,35	0,68	2,98	0,48	4,32	27,5
Primavera_2012	EST	SUP	TR06_PS2-51	8,03	1,18	0,64	3,48	0,35	5,69	24,6
	EST	INF	TR06_PS2-51	7,99	1,95	0,88	7,46	0,64	10,20	21,9
	INT	SUP	TR06_PS2-52	7,99	0,93	0,77	1,78	0,58	1,90	24,8
	INT	INF	TR06_PS2-52	8,02	1,29	0,9	3,37	0,79	3,98	30,6
	EST	SUP	TR06_PS2-72	8,65	3,23	0,62	3,32	0,29	5,66	27,8
	EST	INF	TR06_PS2-72	8,69	5,49	1,48	7,84	1,2	8,03	25,9
	INT	SUP	TR06_PS2-73	8,75	3,72	1,09	1,72	0,73	1,38	32,9
	INT	INF	TR06_PS2-73	8,4	4,76	1,66	4,47	1,36	3,94	37,6
	EST	SUP	TR06_PS2-93	8,59	3,32	0,92	2,96	0,49	3,79	23,7
	EST	INF	TR06_PS2-93	8,34	3,47	1,45	5,86	1,37	5,68	21,1
	INT	SUP	TR06_PS2-94	8,4	2,04	0,72	2,34	0,68	2,79	27,0
	INT	INF	TR06_PS2-94	8,27	2,89	0,94	5,03	0,68	6,53	36,0
	EST	SUP	TR06_PS2-114	8,44	1,95	0,78	1,84	0,5	2,09	28,3
	EST	INF	TR06_PS2-114	8,35	3,49	0,68	8,28	0,38	13,43	26,5
INT	SUP	TR06_PS2-115	8,29	2,19	0,53	1,37	0,5	1,53	26,6	
INT	INF	TR06_PS2-115	8,36	2,72	1,29	4,14	1,12	4,13	35,8	

La reazione (pH) dei suoli varia da subalcalina a molto alcalina, la variabilità del pH all'interno del gruppo è bassa (CV%=3,1).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Il contenuto d'acqua (umidità) oscilla da un minimo di 16,4% ad un massimo di 37,6% e la variabilità all'interno del gruppo è moderata (CV%=29%). Si rileva che, nella sezione esterna (F1), la percentuale di umidità del *top-soil*, rispetto al *sub-soil* è più alta, mentre nella sezione interna (F2) si osserva l'inverso.

I valori di ECw (Figura 8.9.) del *top-soil*, riscontrati nella campagna eseguita nell'estate 2011, sono alti, i suoli sono classificabili a salinità molto forte. Una leggera diminuzione si verifica nell'autunno del 2011, in cui la ECw dei suoli rientra nelle classi moderata-forte e forte. Dalla primavera 2012 i valori di ECw aumentano notevolmente e la maggior parte dei campioni rientra nella classe di salinità eccessiva. La variabilità della conducibilità elettrica ECw è alta (CV%=56,2).

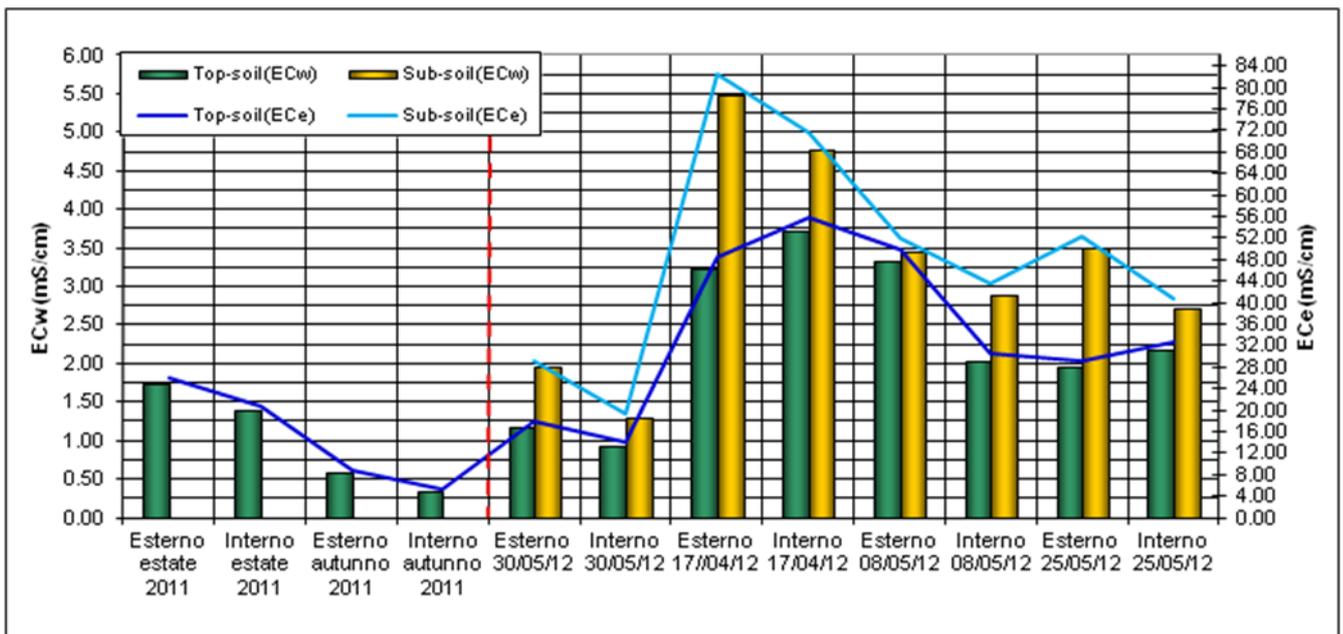


Fig.8.9. Andamento valori di ECw e ECe

I campioni di *top-soil* prelevati nelle campagne del 2011, superano la soglia di ESP>8 e pertanto sono classificati a sodicità forte. Nelle campagne successive in generale non si registrano problemi di sodicità nel suolo, se non per i campioni di *sub-soil* della porzione esterna (F1) del transetto.

L'elaborazione dei dati di ECw per la determinazione della conducibilità in pasta satura (ECe), ha permesso di classificare i suoli del transetto PS06 in salini (ECe >4 mS/cm).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

8.3.7. Transetto vegetazionale PS07

I campionamenti eseguiti per la caratterizzazione chimico-fisica del suolo sono stati ubicati in corrispondenza delle Unità Vegetazionali U04 e U16.

Risultati ed elaborazioni delle analisi di laboratorio

In Tabella 8.20. sono riportati i valori delle percentuali di sabbia, limo e argilla e le classi tessiturali USDA a cui appartengono i campioni.

Tabella 8.20. Classi tessiturali USDA

CODICE CAMPIONE	PROFONDITA'	SABBIA	LIMO	ARGILLA	Classe tessitura USDA
			%	%	
TR07_PS2-13	SUP	68,60	22,63	8,77	FS
TR07_PS2-53	INF	94,28	4,24	1,48	S
TR07_PS2-14	SUP	45,13	38,03	16,84	F
TR07_PS2-54	INF	96,43	2,49	1,08	S

La tessitura del *top-soil* è franco-sabbiosa nella sezione esterna del transetto e franca nella sezione interna del transetto, mentre il *sub-soil* è caratterizzato da tessitura sabbiosa.

In Tabella 8.21. sono riportati i risultati delle analisi di tutte le campagne di monitoraggio.

Tabella 8.21. Risultati analisi chimiche. “-”=valori di ESP=0%

STAGIONE	POSIZIONE	PROFONDITÀ	CODICE CAMPIONE	pH	ECw	Magnesio	Sodio	Calcio	ESP	UMIDITÀ
					mS/cm	mmol/l	mmol/l	mmol/l	%	%
Estate_2011	EST	SUP	TR07_PS2-13	8,1	0,90	2,139	12,487	1,199	11,50	35,3
	INT	SUP	TR07_PS2-14	8,18	0,68	5,028	14,796	3,23	8,66	59,6
Autunno_2011	EST	SUP	TR07_PS2-33	8,39	0,35	0,7	2,2	0,5	2,97	83,1
	INT	SUP	TR07_PS2-34	8,38	0,25	1,27	1,49	1,06	0,77	37,6
Primavera_2012	EST	SUP	TR07_PS2-53	7,95	1,07	0,29	1,5	0,37	2,53	55,3
	EST	INF	TR07_PS2-53	7,94	1,51	1,19	1,73	0,76	1,31	24,9
	INT	SUP	TR07_PS2-54	7,95	1,50	1,42	2,36	1,08	1,82	35,4
	INT	INF	TR07_PS2-54	8	1,86	1,17	4,5	1,29	4,51	38,1
	EST	SUP	TR07_PS2-74	8,32	4,08	1,16	1,08	1,07	0,25	27,3
	EST	INF	TR07_PS2-74	8,52	2,46	0,37	1,45	0,45	2,04	27,5
	INT	SUP	TR07_PS2-75	8,03	4,91	1,2	2,41	0,84	2,21	49,3
	INT	INF	TR07_PS2-75	8,23	4,45	1,14	3,74	1,02	3,89	43,9
	EST	SUP	TR07_PS2-95	8,26	2,45	0,64	1	0,59	0,62	26,1
	EST	INF	TR07_PS2-95	8,44	1,88	0,23	1,39	0,34	2,52	26,4
	INT	SUP	TR07_PS2-96	8,21	3,25	1,96	2,85	2,39	1,57	32,5
	INT	INF	TR07_PS2-96	8,19	3,15	1,15	3,68	1,16	3,65	38,8
	EST	SUP	TR07_PS2-116	8,13	1,89	0,53	0,72	0,5	0,22	26,5
	EST	INF	TR07_PS2-116	8,48	2,42	0,87	2,67	1,26	2,49	30,2
INT	SUP	TR07_PS2-117	8,67	2,40	1,1	2,1	1,24	1,58	39,1	
INT	INF	TR07_PS2-117	8,54	2,98	1,44	2,67	1,7	1,85	39,9	

La reazione (pH) dei suoli varia da subalcalina ad alcalina, solo in corrispondenza del campione TR07_PS2-117 si è riscontrato un valore di pH molto alcalino. La variabilità del pH all'interno del gruppo è bassa (CV%=2,6).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

Il contenuto d'acqua (umidità) oscilla da un minimo di 25% ad un massimo di 83,1% e la variabilità all'interno del gruppo è moderata (CV%=36,7%). Dai risultati di umidità non si osservano particolari differenze tra il *top-soil* e il *sub-soil*.

I valori di ECw (Figura 8.10.) del *top-soil*, riscontrati nella campagna eseguita nell'estate 2011, sono alti, i suoli sono classificabili a salinità forte. Una leggera diminuzione si verifica nell'autunno del 2011, in cui la ECw dei suoli rientra nelle classi moderata-forte e trascurabile. Dalla primavera 2012 i valori di ECw aumentano notevolmente e la maggior parte dei campioni rientra nella classe di salinità eccessiva. La variabilità della conducibilità elettrica ECw è alta (CV%=58,9).

I campioni generalmente non superano la soglia di ESP>8 e pertanto sono classificati a sodicità trascurabile. Valori elevati di ESP si riscontrano solo nei campioni di *top-soil* prelevati nella campagna estiva del 2011, in cui la sodicità del suolo è forte.

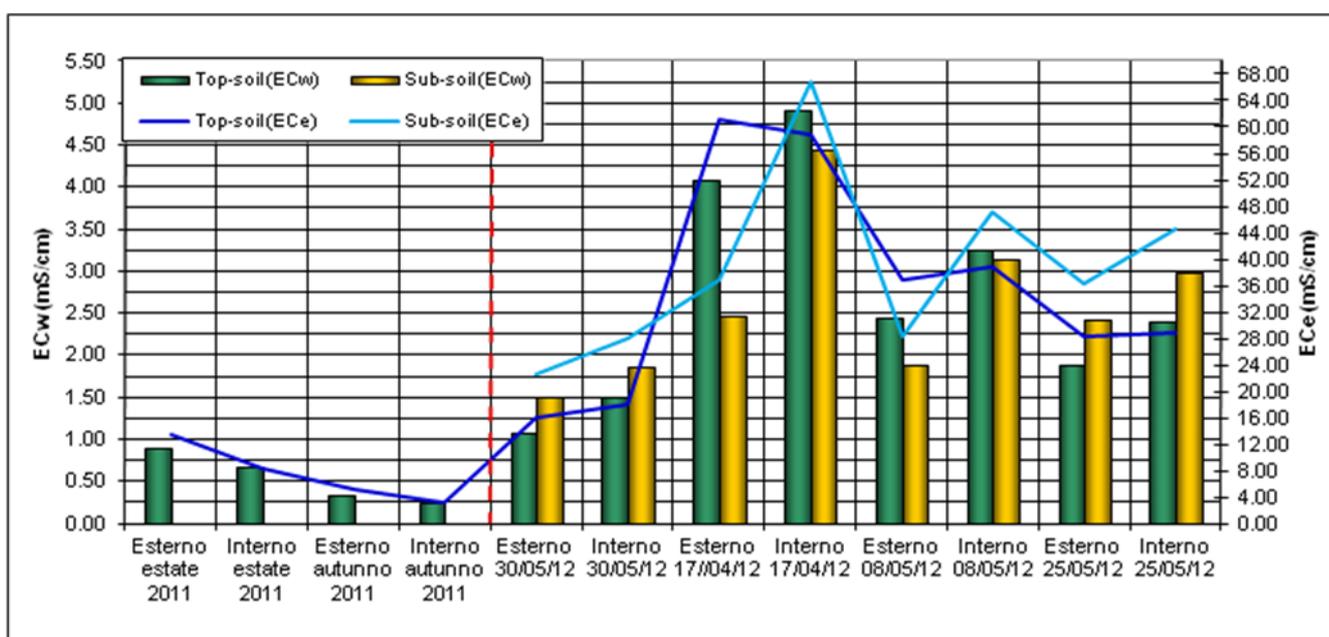


Fig.8.10. Andamento valori di ECw e ECe

L'elaborazione dei dati di ECw per la determinazione della conducibilità in pasta satura (ECe), ha permesso di classificare i suoli del transetto PS07 in salini (ECe >4 mS/cm).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

8.3.8. Transetto vegetazionale PS08

I campionamenti eseguiti per la caratterizzazione chimico-fisica del suolo sono stati ubicati in corrispondenza delle Unità Vegetazionali U09 e U18.

Risultati ed elaborazioni delle analisi di laboratorio

In Tabella 8.22. sono riportati i valori delle percentuali di sabbia, limo e argilla e le classi tessiturali USDA a cui appartengono i campioni.

Tabella 8.22. Classi tessiturali USDA

CODICE CAMPIONE	PROFONDITA'	SABBIA	LIMO	ARGILLA	Classe tessiturale USDA
			%	%	
TR08_PS2-17	SUP	88,36	9,38	2,26	S
TR08_PS2-57	INF	96,40	2,73	0,87	S
TR08_PS2-18	SUP	93,00	5,60	1,40	S
TR08_PS2-58	INF	95,92	2,85	1,23	S

La tessitura del *top-soil* e del *sub-soil* rientra nella classe tessiturale sabbiosa, con percentuali di sabbia, limo e argilla omogenee sia lungo il transetto che nella sezione verticale.

In Tabella 8.23. sono riportati i risultati delle analisi di tutte le campagne di monitoraggio.

Tabella 8.23. Risultati analisi chimiche. “-”=valori di ESP=0%

STAGIONE	POSIZIONE	PROFONDITÀ	CODICE CAMPIONE	pH	ECw	Magnesio	Sodio	Calcio	ESP	UMIDITÀ
					mS/cm	mmol/l	mmol/l	mmol/l	%	%
Estate_2011	EST	SUP	TR08_PS2-17	8,07	0,55	0,694	1,38	0,719	1,15	8,7
	INT	SUP	TR08_PS2-18	7,75	0,35	0,233	0,148	0,733	-	21,6
Autunno_2011	EST	SUP	TR08_PS2-37	8,37	0,19	0,2	0,0	0,2	-	12,0
	INT	SUP	TR08_PS2-38	8,42	0,25	0,15	0,36	0,38	-	4,2
Primavera_2012	EST	SUP	TR08_PS2-57	8,56	0,51	0,31	0,16	0,65	-	6,5
	EST	INF	TR08_PS2-57	8,63	0,48	0,08	1,24	0,11	4,47	15,6
	INT	SUP	TR08_PS2-58	8,5	0,53	0,2	0,12	0,44	-	4,7
	INT	INF	TR08_PS2-58	8,64	0,46	0,11	0,23	0,26	-	7,1
	EST	SUP	TR08_PS2-78	8,34	0,64	0,37	0,55	0,4	0,05	9,4
	EST	INF	TR08_PS2-78	8,63	0,89	0,06	1,43	0,1	5,84	13,3
	INT	SUP	TR08_PS2-79	8,43	0,80	0,27	0,65	0,56	0,23	7,7
	INT	INF	TR08_PS2-79	8,76	0,67	0,05	0,65	0,18	1,54	8,4
	EST	SUP	TR08_PS2-99	8,24	1,89	0,45	0,23	0,48	-	8,8
	EST	INF	TR08_PS2-99	8,48	1,63	0,05	1	0,09	4,14	10,1
	INT	SUP	TR08_PS2-100	8,23	1,84	0,29	0,11	0,76	-	4,2
	INT	INF	TR08_PS2-100	8,38	1,43	0,13	0,06	0,38	-	7,2
	EST	SUP	TR08_PS2-120	8,87	1,58	0,5	0,21	0,55	-	9,0
	EST	INF	TR08_PS2-120	9,05	1,42	0,14	0,61	0,2	0,91	18,2
INT	SUP	TR08_PS2-121	8,88	1,94	0,14	1,6	0,41	3,14	7,2	
INT	INF	TR08_PS2-121	9,13	1,35	0,09	0,39	0,23	0,18	8,5	

La reazione (pH) dei suoli varia da subalcalina ad molto alcalina, la variabilità del pH all'interno del gruppo è bassa (CV%=3,9).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Il contenuto d'acqua (umidità) oscilla da un minimo di 4,2% ad un massimo di 21,6% e la variabilità all'interno del gruppo è moderata (CV%=47,3%). I campioni di *sub-soil* hanno generalmente un contenuto d'acqua più alto rispetto al *top-soil*.

I valori di ECw (Figura 8.11.) del *top-soil*, riscontrati nella campagna eseguita nell'estate 2011, sono classificabili in moderata-forte, si riscontra un leggero superamento del limite di questa classe nel campione TR08_PS2-17. Nell'autunno del 2011 si verifica un abbassamento dei valori di ECw che fanno rientrare i campioni di *top-soil* nella classe trascurabile. Dalla primavera 2012 i valori di ECw aumentano e i campioni di suolo passano da classe moderata-forte nella prima campagna, a forte nella seconda campagna, fino a molto forte nelle ultime due campagne. La variabilità della conducibilità elettrica ECw è alta (CV%=61,5).

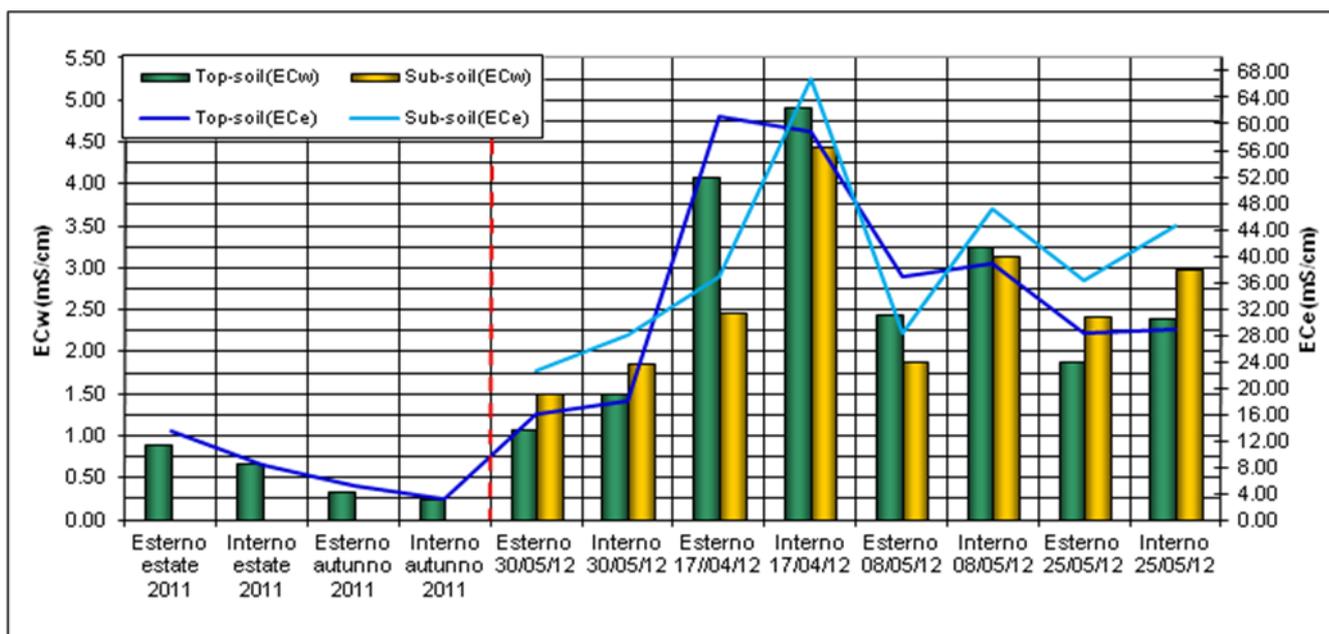


Fig.8.11. Andamento valori di ECw e ECe

L'elaborazione dei dati di ECw per la determinazione della conducibilità in pasta satura (ECe), ha permesso di classificare i suoli del transetto PS08 in salini (ECe >4 mS/cm). Si rileva che, nella campagna autunno 2011, i campioni di *top-soil* rientrano nella classe di suoli non salini.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

8.3.9. Transetto vegetazionale PS09

I campionamenti eseguiti per la caratterizzazione chimico-fisica del suolo sono stati ubicati in corrispondenza delle Unità Vegetazionali U10 e U14.

Risultati ed elaborazioni delle analisi di laboratorio

In Tabella 8.24. sono riportati i valori delle percentuali di sabbia, limo e argilla e le classi tessiture USDA a cui appartengono i campioni.

Tabella 8.24. Classi tessiture USDA

CODICE CAMPIONE	PROFONDITA'	SABBIA	LIMO	ARGILLA	Classe tessitura USDA
		%	%	%	
TR09_PS2-19	SUP	93,25	4,51	2,24	S
TR09_PS2-59	INF	95,77	3,26	0,97	S
TR09_PS2-20	SUP	92,25	5,97	1,77	S

La tessitura del *top-soil* e del *sub-soil* rientra nella classe tessitura sabbiosa, con percentuali di sabbia, limo e argilla, omogenee sia lungo il transetto sia nella sezione verticale.

In Tabella 8.25. sono riportati i risultati delle analisi di tutte le campagne di monitoraggio,

Tabella 8.25. Risultati analisi chimiche. "-"=valori di ESP=0%

STAGIONE	POSIZIONE	PROFONDITÀ	CODICE CAMPIONE	pH	ECw	Magnesio	Sodio	Calcio	ESP	UMIDITÀ
					mS/cm	mmol/l	mmol/l	mmol/l	%	%
Estate_2011	EST	SUP	TR09_PS2-19	8,02	0,27	0,266	0,136	0,365	-	1,4
	INT	SUP	TR09_PS2-20	7,87	0,30	0,296	0,186	0,711	-	2,0
Autunno_2011	EST	SUP	TR09_PS2-39	8,27	0,31	0,3	0,2	0,7	-	8,3
	INT	SUP	TR09_PS2-40	8,36	0,28	0,28	0,02	0,49	-	12,3
Primavera_2012	EST	SUP	TR09_PS2-57	8,5	0,61	0,39	0,45	0,4	-	3,8
	EST	INF	TR09_PS2-59	8,66	0,39	0,13	0,17	0,39	-	4,8
	INT	SUP	TR09_PS2-60	8,5	0,60	0,17	0,35	0,55	-	5,3
	EST	SUP	TR09_PS2-80	8,38	0,90	0,34	0,11	0,83	-	7,8
	EST	INF	TR09_PS2-80	8,79	0,66	0,11	0,18	0,29	-	7,7
	INT	SUP	TR09_PS2-81	8,5	0,70	0,12	0,48	0,37	0,17	8,2
	EST	SUP	TR09_PS2-101	8,11	2,06	0,27	0,09	0,6	-	3,6
	EST	INF	TR09_PS2-101	8,34	1,59	0,16	0,15	0,44	-	6,1
	INT	SUP	TR09_PS2-102	8,23	1,96	0,13	0,52	0,39	0,24	2,8
	EST	SUP	TR09_PS2-122	8,85	1,62	0,22	0,19	0,47	-	6,8
	EST	INF	TR09_PS2-122	9,06	1,38	0,08	0,57	0,19	1,02	10,7
INT	SUP	TR09_PS2-123	8,71	1,79	0,24	0,16	0,65	-	8,0	

La reazione (pH) dei suoli varia da subalcalina ad molto alcalina, la variabilità del pH all'interno del gruppo è bassa (CV%=3,8).

Il contenuto d'acqua (umidità) oscilla da un minimo di 1,4% ad un massimo di 12,3% e la variabilità all'interno del gruppo è moderata (CV%=49,6%).

I valori di ECw (Figura 8.12.) del *top-soil*, riscontrati nelle campagne eseguite nel 2011, rientrano nella classe di salinità moderata-forte. Dalla primavera 2012 i valori di ECw aumentano e i campioni di suolo passano da classe forte nella prima campagna a molto forte nelle campagne successive. La variabilità della conducibilità elettrica ECw è alta (CV%=68,2).

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

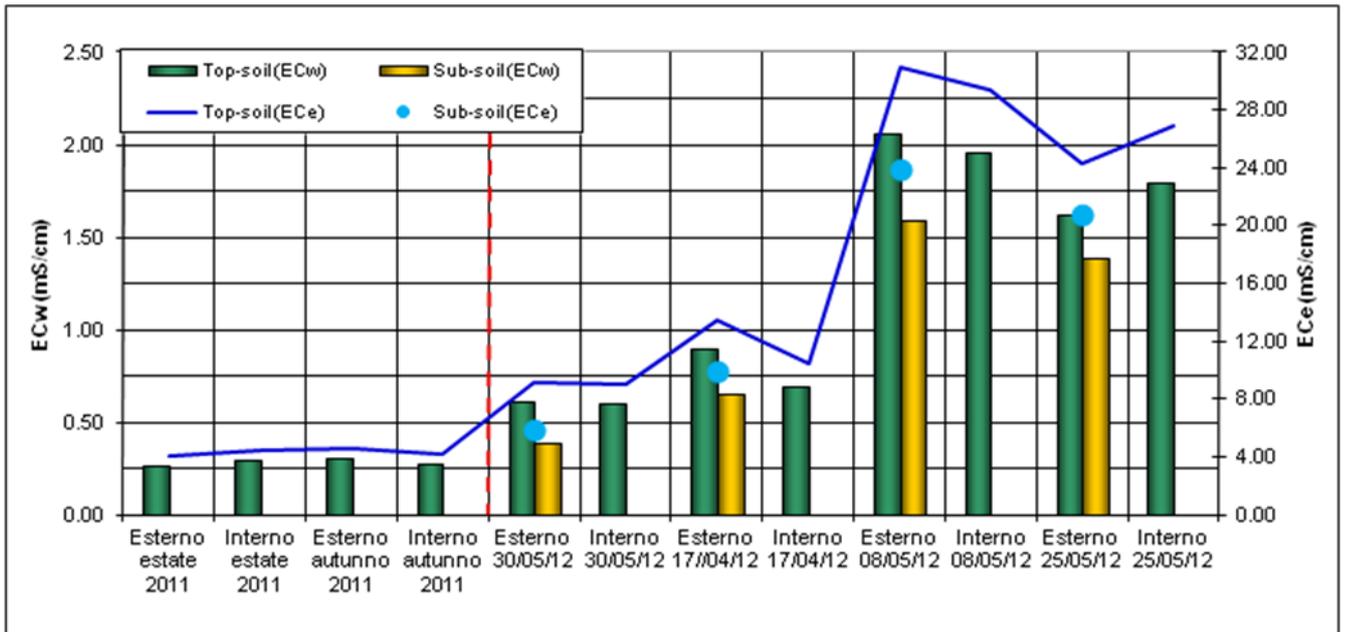


Fig. 8.12. Andamento valori di ECw e ECe

L'elaborazione dei dati di ECw per la determinazione della conducibilità in pasta satura (ECe), ha permesso di classificare i suoli del transetto PS09 in salini (ECe >4 mS/cm).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

8.3.10. Transetto vegetazionale PS10

I campionamenti eseguiti per la caratterizzazione chimico-fisica del suolo sono stati ubicati in corrispondenza delle Unità Vegetazionali U08 e U12.

Risultati ed elaborazioni delle analisi di laboratorio

In Tabella 8.26. sono riportati i valori delle percentuali di sabbia, limo e argilla e le classi tessiturali USDA a cui appartengono i campioni.

Tabella 8.26. Classi tessiturali USDA

CODICE CAMPIONE	PROFONDITA'	SABBIA	LIMO	ARGILLA	Classe tessiturale USDA
			%	%	
TR10_PS2-15	SUP	90,60	7,67	1,73	S
TR10_PS2-55	INF	95,46	3,32	1,22	S
TR10_PS2-16	SUP	89,38	8,71	1,90	S
TR10_PS2-56	INF	95,32	3,56	1,12	S

La tessitura del *top-soil* e del *sub-soil* rientra nella classe tessiturale sabbiosa, con percentuali di sabbia, limo e argilla, omogenee sia lungo il transetto sia nella sezione verticale.

In Tabella 8.27. sono riportati i risultati delle analisi di tutte le campagne di monitoraggio.

Tabella 8.27. Risultati analisi chimiche. "-"=valori di ESP=0%

STAGIONE	POSIZIONE	PROFONDITÀ	CODICE CAMPIONE	pH	ECw	Magnesio	Sodio	Calcio	ESP	UMIDITÀ
					mS/cm	mmol/l	mmol/l	mmol/l	%	%
Estate_2011	EST	SUP	TR10_PS2-15	7,97	0,35	0,71	0,39	0,72	-	5,4
	INT	SUP	TR10_PS2-16	8,05	0,39	0,5	1,66	0,72	1,84	3,0
Autunno_2011	EST	SUP	TR10_PS2-35	8,31	0,27	0,5	0,2	0,5	-	16,3
	INT	SUP	TR10_PS2-36	8,02	0,44	0,32	0,81	0,52	0,58	11,6
Primavera_2012	EST	SUP	TR10_PS2-55	7,95	1,00	0,36	0,26	0,52	-	17,5
	EST	INF	TR10_PS2-55	8,02	1,00	0,21	0,95	0,29	1,52	16,3
	INT	SUP	TR10_PS2-56	8,56	0,58	0,36	0,75	0,53	0,40	7,1
	INT	INF	TR10_PS2-56	8,74	0,47	0,04	1,21	0,15	4,33	8,9
	EST	SUP	TR10_PS2-76	8,46	3,48	0,58	0,29	0,59	-	14,0
	EST	INF	TR10_PS2-76	8,61	2,14	0,27	0,53	0,25	0,27	20,2
	INT	SUP	TR10_PS2-77	8,53	2,65	0,38	0,25	0,61	-	11,9
	INT	INF	TR10_PS2-77	8,67	2,08	0,1	0,29	0,25	-	13,0
	EST	SUP	TR10_PS2-97	8,25	2,79	0,69	0,29	0,7	-	12,1
	EST	INF	TR10_PS2-97	8,46	1,79	0,28	0,2	0,29	-	15,5
	INT	SUP	TR10_PS2-98	8,35	2,29	0,17	0,95	0,32	1,55	6,6
	INT	INF	TR10_PS2-98	8,49	1,66	0,06	0,98	0,14	3,20	10,0
	EST	SUP	TR10_PS2-118	8,96	1,89	0,93	0,4	0,89	-	13,7
	EST	INF	TR10_PS2-118	9,01	1,76	0,2	2,08	0,2	5,30	25,7
INT	SUP	TR10_PS2-119	8,84	1,80	0,39	0,36	0,6	-	12,1	
INT	INF	TR10_PS2-119	9,2	1,37	0,07	0,82	0,19	2,05	12,9	

La reazione (pH) dei suoli varia da subalcalina ad molto alcalina, la variabilità del pH all'interno del gruppo è bassa (CV%=4,3).

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Il contenuto d'acqua (umidità) oscilla da un minimo di 3,0% ad un massimo di 25,7% e la variabilità all'interno del gruppo è moderata (CV%=41,4%), generalmente il contenuto d'acqua del *sub-soil* è più alto che nel *top-soil*.

I valori di ECw (Figura 8.13.) del *top-soil*, riscontrati nelle campagne eseguite nel 2011, sono classificabili in moderata-forte. Dalla primavera 2012 i valori di ECw dei campioni di suolo passano da classe forte (nella sezione esterna-H1) e moderata-forte (nella sezione interna-H2) nella prima campagna, a salinità eccessiva nella seconda campagna. Nella terza campagna si riscontra che la salinità del *top-soil* rientra nella classe eccessiva, mentre nel *sub-soil* si osserva un lieve abbassamento che fa rientrare i suoli nella classe molto forte. I campioni di suolo prelevati nell'ultima campagna primaverile hanno tutti salinità molto forte. La variabilità della conducibilità elettrica ECw è alta (CV%=61,3).

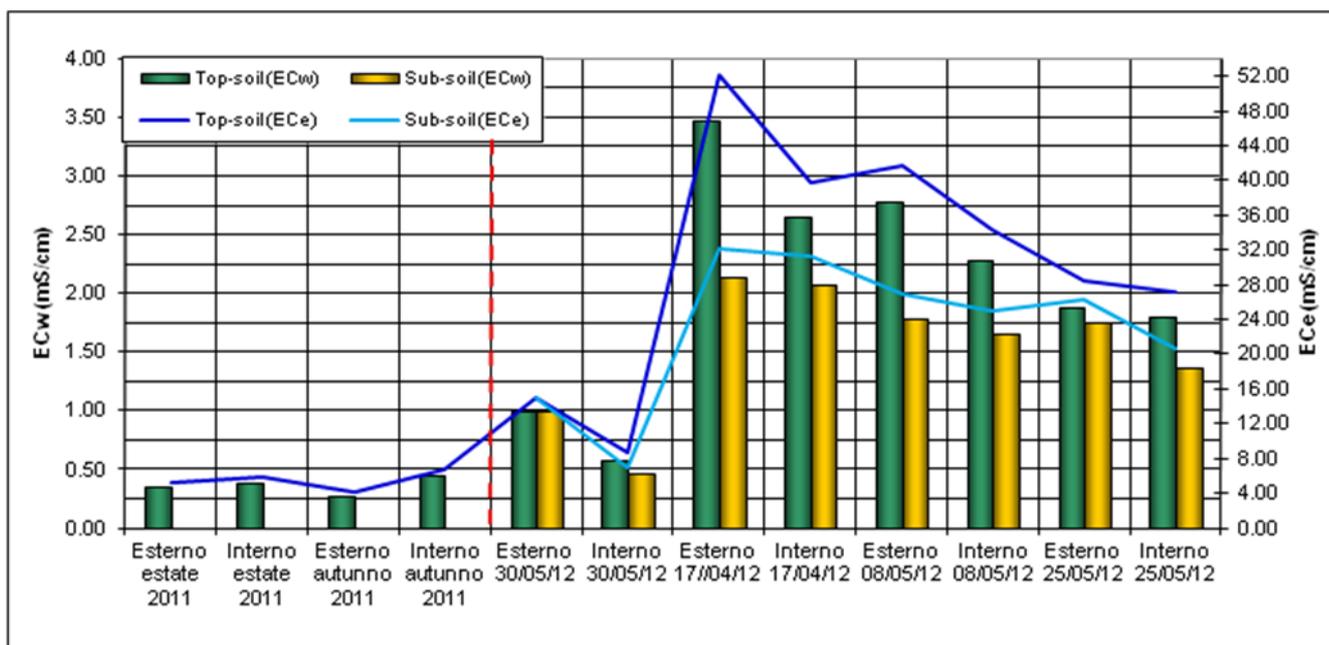


Fig. 8.13. Andamento valori di ECw e ECe

L'elaborazione dei dati di ECw per la determinazione della conducibilità in pasta satura (ECe), ha permesso di classificare i suoli del transetto PS10 in salini (ECe >4 mS/cm).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

8.3.11. Salinità nel suolo del Tortulo-Scabiosetum

Risultati ed elaborazioni delle analisi di laboratorio

In Tabella 8.28. sono riportati i valori delle percentuali di sabbia, limo e argilla e le classi tessiturali USDA a cui appartiene il campione.

Tabella 8.28. Classi tessiturali USDA

CODICE CAMPIONE	PROFONDITA'	SABBIA	LIMO	ARGILLA	Classe tessiturale USDA
			%	%	
PS2-61	SUP	96,40	2,15	1,45	S

La tessitura del *top-soil* e del *sub-soil* rientra nella classe tessiturale sabbiosa.

In Tabella 8.29. sono riportati i risultati delle analisi relative a tutte le campagne di monitoraggio.

Tabella 8.29. Risultati analisi chimiche. "-"=valori di ESP=0%

STAGIONE	PROFONDITÀ	CODICE CAMPIONE	pH	ECw	Magnesio	Sodio	Calcio	ESP	UMIDITÀ
				mS/cm	mmol/l	mmol/l	mmol/l	%	%
Primavera_2012	SUP	PS2-61	8,48	0,49	0,16	0,1	0,64	-	5,9
	SUP	PS2-82	8,33	0,54	0,23	0,07	0,72	-	2,4
	SUP	PS2-103	8,33	1,89	0,43	0,11	0,92	-	1,7
	SUP	PS2-124	8,8	1,78	0,47	0,16	0,71	-	5,0

La reazione (pH) dei suoli varia da alcalina ad molto alcalina (PS2-124). Il contenuto d'acqua (umidità) oscilla da un minimo di 1,7% ad un massimo di 5,9%.

I valori di ECw del suolo variano da classe forte, nelle prime due campagne della primavera, a molto forte nella terza e quarta campagna primaverile 2012. L'elaborazione dei dati di ECw per la determinazione della conducibilità in pasta satura (ECe), ha permesso di classificare i suoli del in salini (ECe >4 mS/cm).

8.3 Conclusioni

I suoli dell'area di monitoraggio, allo stato attuale, sono caratterizzati da valori di conducibilità elettrica EC_w piuttosto elevati. Da tali risultati, con i quali è stato possibile derivare i valori di conducibilità elettrica in pasta satura (EC_e), è stata derivata la classe di salinità dei suoli. I risultati di EC_e sono generalmente superiori a 4 mS/cm e pertanto i campioni analizzati rientrano nella classe di suoli salini.

In base ad alcuni risultati di EC_e , rilevati durante il monitoraggio autunnale 2011, qualche campione di *top-soil* dei transetti PS1, PS2, PS3, PS7 e PS8 rientra nella classe di suoli non salini. Questi risultati potrebbero indicare che, l'appartenenza dei suoli alla classe salina potrebbe avere in alcuni transetti un carattere temporaneo. Generalmente, l'accumulo di sali nel suolo, in caso di terreni caratterizzati da tessitura sabbiosa, è strettamente correlato alla presenza e intensità dei fenomeni meteorici: questi suoli, a scarsa capacità di ritenuta d'acqua, favoriscono la lisciviazione dei sali negli strati più profondi.

Dai risultati di conducibilità elettrica (EC_w) ottenuti nelle diverse campagne di monitoraggio, è evidente un notevole aumento di tale parametro dalla seconda campagna primavera 2012; tale evidenza potrebbe essere imputata alle scarse precipitazioni occorse nel periodo, con conseguente accumulo di sali nel suolo.

Per le campagne estate e autunno 2011 e per la prima campagna 2012, l'analisi della conducibilità elettrica EC_w nel *top-soil* evidenzia che:

- i valori più alti si riscontrano in corrispondenza del transetto PS05;
- i valori più bassi, si riscontrano generalmente nei transetti PS01, PS02, PS09 e PS10;
- i suoli non superano mai la classe di salinità molto forte, pertanto hanno sempre valori di EC_w inferiori a 2 mS/cm.

Dalla seconda campagna primavera 2012 in poi, l'aumento della conducibilità elettrica EC_w nel *top-soil* è presente in tutti i transetti e per la maggior parte con valori che superano i 2 mS/cm e pertanto rientrano nella classe di salinità eccessiva. Solo nei transetti PS08 e PS09 i valori di EC_w non superano in nessuna campagna la soglia dei 2 mS/cm.

L'analisi della EC_w per i campioni di *sub-soil*, eseguite nelle campagne della primavera 2012, evidenzia che:

- valori puntuali molto elevati si rilevano in corrispondenza dei transetti PS05 e PS06;
- i transetti PS01, PS02, PS03, PS04, PS05 e PS06 hanno valori di EC_w del *sub-soil* più alti rispetto al *top-soil*, mentre per gli altri transetti non si osserva questo andamento;
- la classe di salinità del *sub-soil* per i transetti PS02, PS03, PS04, PS05, PS06 e PS07 è eccessiva e pertanto con valori di EC_w superiori a 2 mS/cm.

L'analisi dell'ESP sui campioni di *top-soil* e *sub-soil* evidenzia che:

- i suoli dei transetti PS01, PS08, PS09 e PS10 non hanno problemi legati ad eccesso di sodio, infatti non superano mai la soglia di 8%, valore al di sotto del quale non si hanno effetti di tossicità per la crescita e sviluppo delle piante;

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCHE LAGUNARI

- per il transetto PS07 il superamento di tale soglia si riscontra solo nel monitoraggio estate 2012;
- i transetti PS02 e PS06 presentano sporadicamente valori di ESP elevati;
- nella maggior parte dei campioni di suolo prelevati in corrispondenza dei transetti PS03, PS04 e PS05 si rilevano valori elevati di ESP e pertanto vengono classificati a sodicità forte.

Dai valori di conducibilità elettrica ECw e di ESP si evidenzia che, in particolare per il transetto PS05, ma anche per i transetti PS04 e PS06, possono essere presenti effetti di stress da salinità e di tossicità da sodio nelle specie vegetali più sensibili o meno adattate.

Dall'analisi del contenuto d'acqua nel suolo si osserva che i transetti PS02, PS03, PS04, PS05, PS06 e PS07 hanno valori di umidità più alti rispetto ai transetti PS01, PS08, PS09 e PS10. Nei transetti a contenuto d'acqua maggiore si rileva la presenza di specie che meglio si adattano a queste condizioni quali *Juncus maritimus* e *Juncus littoralis*. Inoltre, in questi transetti generalmente si riscontra un contenuto di salinità nel suolo relativamente più elevato rispetto ai transetti meno umidi, con una conseguente soluzione circolante nel suolo ricca di sali.

In relazione a tali risultati analitici, la riduzione a tratti totale di individui vitali di *Erianthus ravennae*, osservata nei transetti PS05 e PS06, potrebbe essere imputata agli alti valori di ESP riscontrati durante i monitoraggi (in particolare nel transetto PS05). Elevati livelli di sodio, associati ad una situazione non equilibrata nella composizione cationica e quindi a ESP elevati, possono determinare infatti fenomeni di tossicità acuta a carico degli apparati radicali delle piante, sia di tipo metabolico che di tipo strutturale, con conseguenti fenomeni di mortalità.

Tale interpretazione viene supportata anche dal confronto tra i valori di ECw e ESP dei transetti PS05 e PS06 con quelli del PS10: in quest'ultimo non si osservano fenomeni di sofferenza a carico di *Erianthus ravennae*, anche se la ECw è comunque elevata, ma non associata ad elevati valori di ESP.

Per quanto riguarda la caratterizzazione del suolo in corrispondenza Tortulo-Scabiosetum, i suoli sono classificabili in salini, con valori di ECw che possono variare da un minimo di 0,5 mS/cm ad un massimo di 1,89 mS/cm.

9 MONITORAGGIO DELLA PRODUTTIVITA' DELLE AREE ORTICOLE A PUNTA SABBIONI

Nel Disciplinare Tecnico è stata inserito un programma di attività finalizzate al monitoraggio delle aree orticole in prossimità del cantiere a Punta Sabbioni. Le attività svolte sono di seguito descritte nei metodi e nei risultati ottenuti.

9.1 Carta dell'uso del suolo

E' stata aggiornata la carta dell'uso del suolo in scala 1: 5.000 dell'area compresa entro circa 1 Km dal litorale Dante Alighieri (via Montello - via Hermada - via Tolmino) per l'estensione complessiva stimata di circa 130 ettari.

Dall'analisi dell'area effettuata durante il sopralluogo del 15 novembre 2011 si riconferma la situazione distributiva di alcune tipologie di uso del suoli rilevata nel 2007, tipica della zona litoranea veneta.

Complessivamente sono state individuate e descritte otto tipologie:

- fossati con vegetazione arborea e/o arbustiva
- alberature sparse
- aree urbane ed i giardini
- area a campeggio e sosta camper
- coltivazioni estensive
- aree incolte
- piccole aree boscate o a boscaglia
- serre e coltivazioni intensive all'aperto.

Di tutte verrà data di seguito una breve descrizione. Le carte di è stata redatta utilizzando foto aeree di proprietà SELC del luglio 2011, aggiornate con osservazioni di campo del 15 novembre 2011.

9.1.1 Fossati con vegetazione arborea e/o arbustiva

Si tratta di alcuni fossati di maggiori dimensioni, rispetto alle normali scoline comprese all'interno delle coltivazioni, interessati dalla presenza lungo le loro sponde di siepi a composizioni arborea e/o arbustiva. Si tratta nel complesso di un tratto del fossato posto lungo il confine sud-occidentale dell'area di indagine e di un fossato interno alle coltivazioni estensive nel settore più meridionale della stessa. La vegetazione presente è in gran parte composta da pioppi e salici, oltre che da alcune specie arbustive rustiche.

9.1.2 Alberature sparse

Si tratta di alcuni alberi disposti in maniera irregolare lungo stradine, scoline, o di confine tra proprietà agricole, qualche volta interne ad appezzamenti coltivati, raramente disposte in piccoli filari, più spesso diffuse isolatamente. Per la maggior parte sono pioppi o robinie.

9.1.3 Aree urbane e giardini

Rientrano all'interno di questa categoria case, giardini e aree comunque di pertinenza delle abitazioni. La vegetazione qui presente è quella tipica delle aree urbanizzate, composta anche da specie esotiche e/o da piante da frutto.

9.1.4 Campeggio

Questa tipologia si localizza sia a ridosso del margine centro-occidentale sia del margine sud-orinetale della superficie indagata. Al suo interno è presente una copertura arborea rada, composta in prevalenza da tre specie: Platano, Pioppo nero e Robinia.

9.1.5 Coltivazioni estensive

Si tratta di tutte le aree agricole destinate alla coltivazione estensiva, cioè su ampie superfici e con minore produttività per unità di superficie. Si tratta di Mais, Grano, Soia e altre coltivazioni con le medesime caratteristiche di sforzo di lavorazione per unità di superficie (Fig. 9.1).

9.1.6 Incolti

Questi sono costituiti da tutte le superfici non coltivate o che sono apparse come tali durante il sopralluogo effettuato, per evidente stato di abbandono colturale oppure per semplice assenza di lavorazioni del terreno evidenti. Quindi rientrano all'interno di questa categoria sia i terreni effettivamente abbandonati, che quelli in semplice riposo colturale per le normali rotazioni colturali (Fig. 9.2).

9.1.7 Piccole aree boscate e boscaglia

Si tratta nel complesso di piccole superfici boscate con caratteristiche prevalenti di boscaglia in termini compositivi. Si rileva una presenza prevalente di Robinia e secondariamente Pioppo nero, oltre ad alcuni arbusti, sempre con evidenti carattere di ruderalità. La densità di copertura al loro interno è media (Fig. 9.2).

9.1.8 Serre e coltivazioni intensive all'aperto

Queste superfici sono costituite da tutti i terreni interessati da coltivazioni intensive orticole sotto serra, comprendendo in questa tipologia sia le superfici che al momento del sopralluogo sono state osservate coperte dalle strutture fisse di coltura, sia quelle che erano momentaneamente scoperte.

Rientrano all'interno di questa tipologia anche tutti quei terreni costantemente scoperti ma occupati da coltivazioni intensive, ossia tutte quelle che si possono far rientrare nel settore orticolo (Fig 9.3).

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI



Fig. 9.1 - aspetto invernale di una superficie a coltivazione estensiva.



Fig. 9.2 - Superficie incolta con a retro una formazione a boscaglia.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI



Fig. 9.3 – superficie a insalata gentile sotto serra.

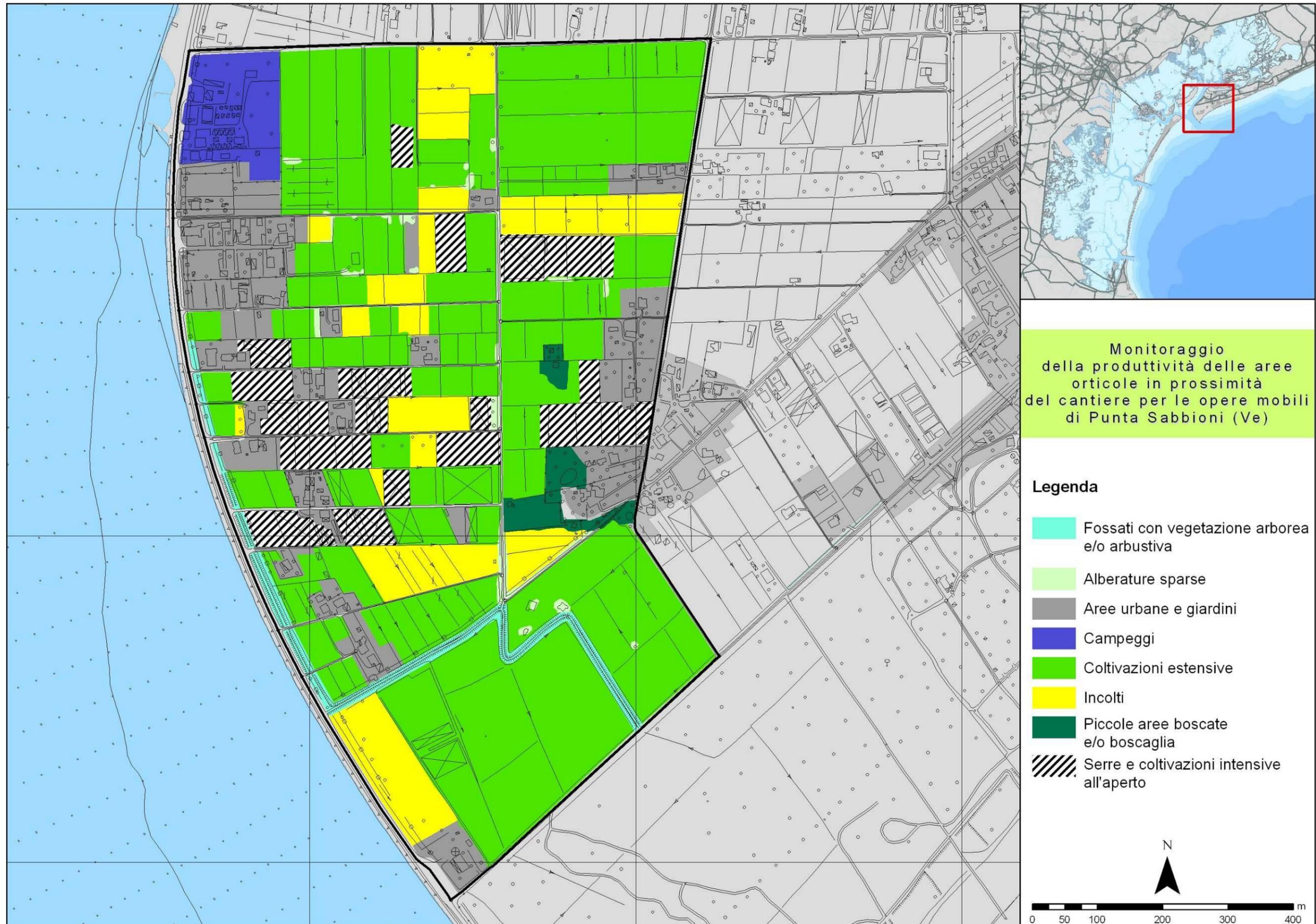


Fig. 9.4 - Carta degli usi dei suoli dell'area d'indagine. Situazione al gennaio 2007.

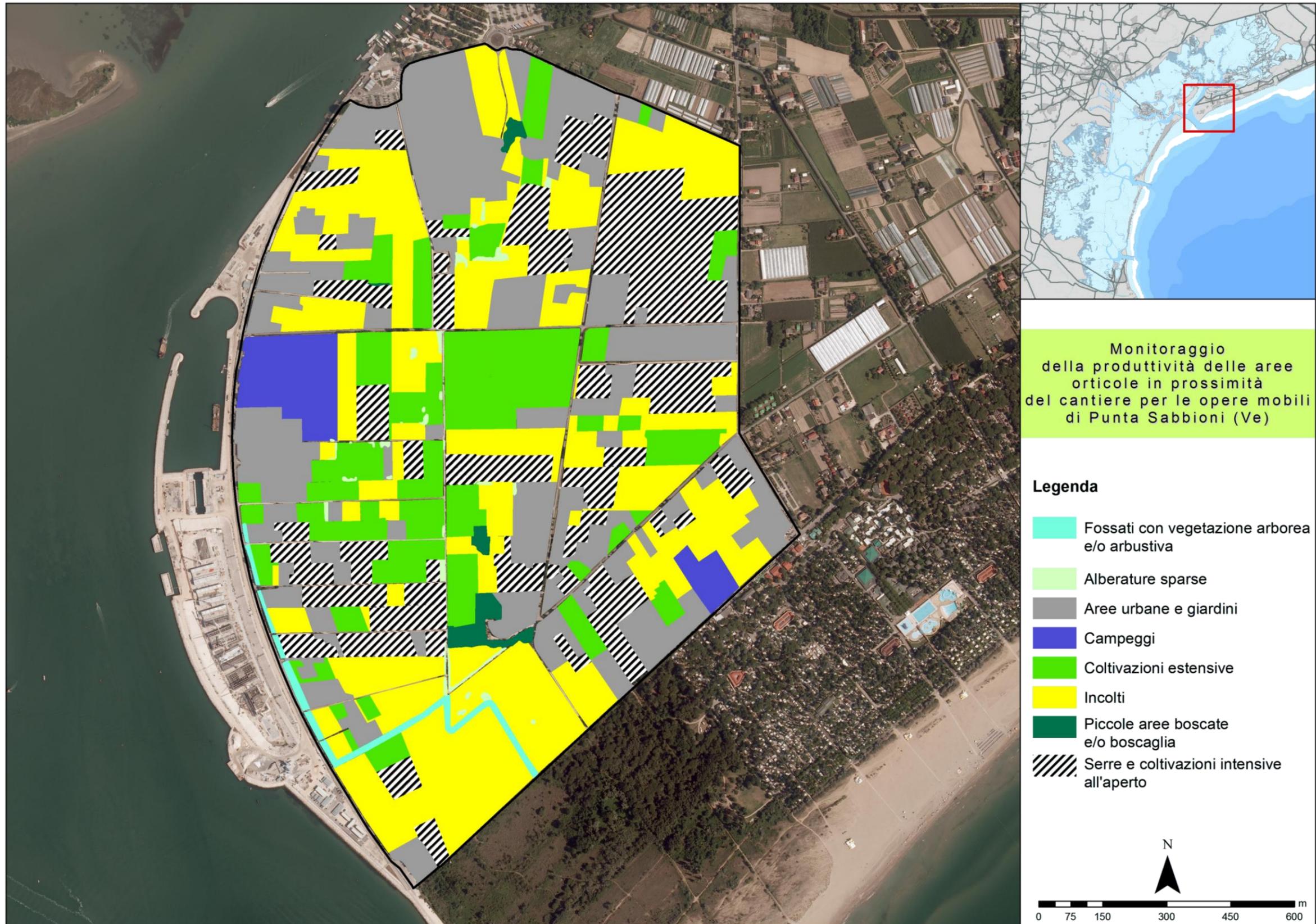


Fig. 9.5 - Carta degli usi dei suoli dell'area d'indagine. Situazione al novembre 2011

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tab. 9.1 - Estensione delle diverse tipologie di uso del suolo nell'area d'indagine. Situazione al novembre 2011

Uso del suolo	Area (ha)
Incolti	54.37
Aree urbane e giardini	43.13
Serre e coltivazioni intensive all'aperto	34.58
Coltivazioni estensive	27.68
Campeggio	5.87
Fossati con vegetazione arobrea e/o arbustiva	1.82
Piccole aree boscate e boscaglia	1.59
Alberature sparse	1.08
Totale	170.12

Tab. 9.2 - Variazioni di uso del suolo tra quanto rilevato nella campagna 2007 e la situazione rilevata al novembre 2011

Uso del suolo	2007	2011	Variazione %	Variazione % nell'area
Alberature sparse	0.71	0.77	9.5%	0.1%
Aree urbane e giardini	11.50	11.77	2.4%	0.4%
Campeggio	2.55	4.63	81.6%	2.7%
Coltivazioni estensive	41.53	19.43	-53.2%	-28.8%
Fossati con vegetazione arobrea e/o arbustiva	1.82	1.82	0.0%	0.0%
Incolti	9.54	25.39	166.2%	20.7%
Piccole aree boscate e boscaglia	1.31	1.31	0.0%	0.0%
Serre e coltivazioni intensive all'aperto	7.74	11.57	49.4%	5.0%

Come si evince dall'analisi delle carte degli usi del suolo di Fig. 9.4 e Fig. 9.5, nonché dei dati di Tab. 9.1 e tab. 9.2, l'area indagata è caratterizzata per più del 50% da terreni incolti (32%) e da aree urbane a tessuto sparso (25%). Il rimanente è costituito per la maggior parte da coltivazioni intensive per il 20% circa e da coltivazioni estensive per il 17% circa dell'area.

Rispetto alla situazione rilevata nel 2007, si registra, a parità di area indagata, una significativa diminuzione (-29%) delle coltivazioni estensive, sostituite per la maggior parte da aree incolte e/o a riposo (+21%, con un incremento di 2,5 volte la superficie occupata nel 2007) e in piccola percentuale (+5%) da coltivazioni intensive, per le quali la superficie risulta raddoppiata rispetto alla precedente rilevazione.

9.2 Misura della conducibilità dell'acque usate per l'irrigazione

In collaborazione con Coldiretti Veneto sono state individuati 5 pozzi che nell'area in esame sono regolarmente utilizzati per l'irrigazione delle colture.

Su ciascuno di essi sono state effettuate nove campagne di prelievo delle acque con frequenza quindicinale nel periodo Febbraio - Giugno 2012 per un totale di circa 120 giorni. Sui campioni è stata effettuata la misura della conducibilità e della temperatura.

Il periodo considerato, fine inverno-inizio estate, è quello in cui potrebbero verificarsi variazioni più o meno rilevanti nei livelli della falda qui considerata, anche con possibili modifiche nella concentrazione salina. L'elevata frequenza di campionamento effettuata in questa fase ha permesso di acquisire dati di dettaglio specificatamente relativi alle acque utilizzate in orticoltura.

9.2.1 Aziende di rilevamento e relative colture prevalenti

I cinque pozzi selezionati per il monitoraggio sono ubicati nelle vicinanze dell'area di cantiere: 4 entro 200 m e uno a 500 m circa, come illustrato dalla figura 9.6.

Tutti i pozzi sono regolarmente utilizzati dalle 5 aziende agricole sotto elencate e presentano le stesse caratteristiche: 120 m circa di profondità, diametro di 2,5 pollici in profondità e di 6 pollici nei primi 25 m.

A ciascun pozzo e alla rispettiva azienda è stato assegnato un codice come di seguito indicato.

Azienda 1

Proprietario: sig. Luigi Scarpa.

Indirizzo produttivo: coltura specializzata in orticole (insalata, pomodori, cetrioli, peperoni, lattughe in inverno, piante da frutto).

Precedenti analisi chimiche e chimico-fisiche svolte nel giugno 2005 documentano un valore di conducibilità elettrica pari a 735-757 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

Azienda 2

Proprietario: sig. Attilio Baldissera.

Indirizzo produttivo: coltura specializzata in orticole (zucchine, pomodori, cetrioli, peperoni, lattughe in inverno).

Precedenti analisi chimiche e chimico-fisiche: no.

Il proprietario comunica problemi di aridità del suolo a partire dal 2007 con conseguenti cali delle vendite e necessità di usare con più frequenza l'acqua del pozzo.

Azienda 3

Proprietario: sig. Germano Bozzato.

Indirizzo produttivo: coltura specializzata in orticole (zucchine, pomodori, cetrioli, peperoni, lattughe in inverno).

Precedenti analisi chimiche e chimico-fisiche: no.

Azienda 4

Proprietario: sig. Severino Baldissera.

Indirizzo produttivo: coltura specializzata in orticole (cavolfiori, piselli, pomodori, cetrioli, peperoni, lattughe in inverno).

Precedenti analisi chimiche e chimico-fisiche: no.

Azienda 5

Proprietario: sig. Fabio Scarpi.

Indirizzo produttivo: coltura specializzata in orticole (cavolfiori, zucchine, pomodori, cetrioli, peperoni, lattughe in inverno).

Precedenti analisi chimiche e chimico fisiche: no.

Il proprietario comunica problemi di aridità del suolo a partire dal 2007 con conseguenti cali delle vendite e necessità di usare con più frequenza l'acqua del pozzo.

9.2.2 Metodi

I campioni d'acqua sono stati prelevati dal rubinetto dei pozzi dopo aver fatto scorrere l'acqua per qualche minuto in modo da escludere l'acqua in giacenza nelle tubature. Solo in un caso, presso l'azienda Bozzato (codice di riferimento 3), l'acqua estratta dal pozzo è depositata in un'autoclave prima di essere utilizzata, pertanto l'analisi è stata condotta su un campione di acqua in giacenza nell'autoclave.

La conducibilità elettrica, espressa in $\mu\text{S}/\text{cm}$ e riferita a 25°C , è stata eseguita con strumentazione da campo WTW LF92 con sensore Tetracon 96 con sensore integrato di temperatura (cfr. Fig. 9.7).

I campioni d'acqua sono etichettati e custoditi nel laboratorio della ditta scrivente.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

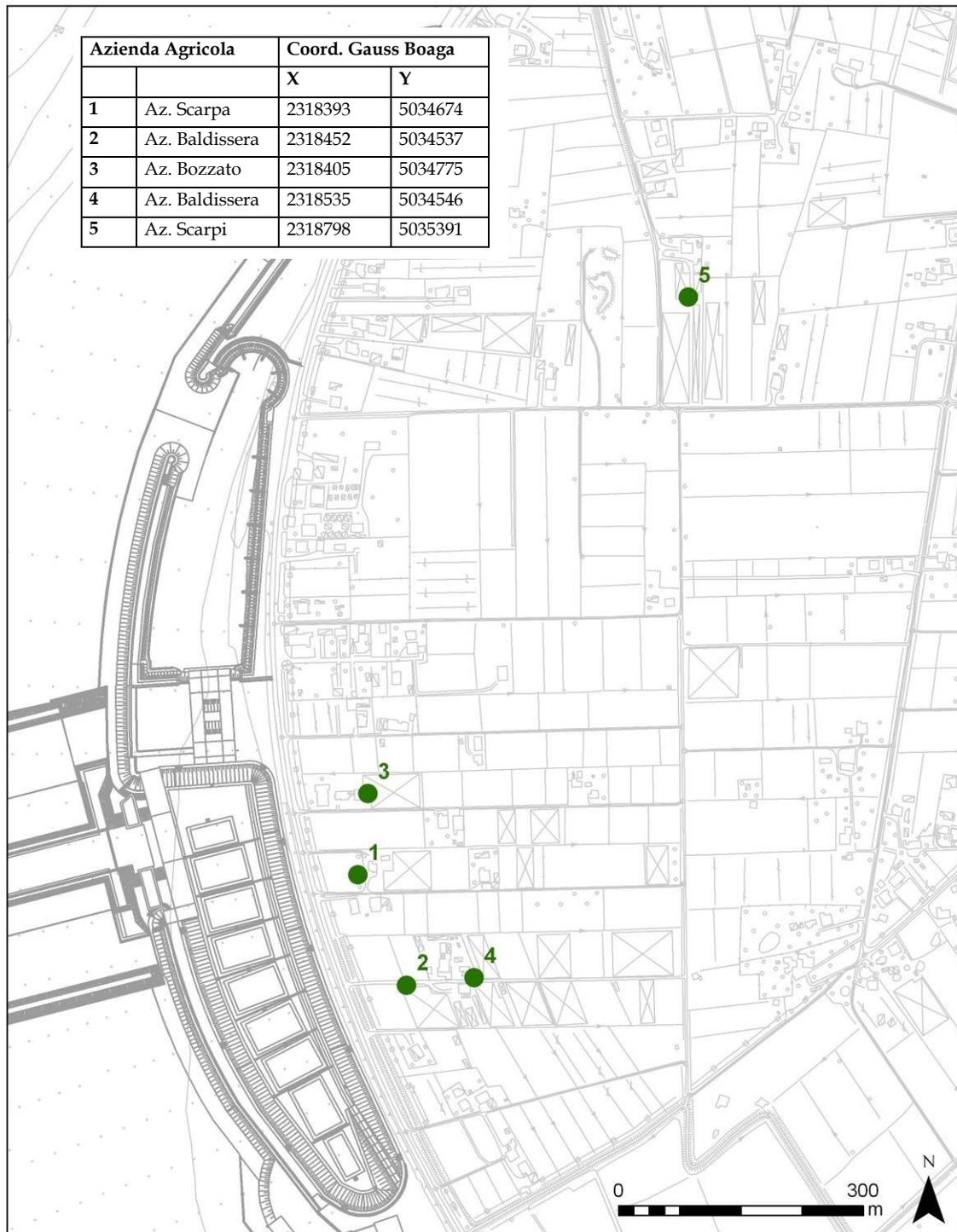


Fig. 9.6 Ubicazione dei pozzi per l'irrigazione scelti per il monitoraggio.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI



Fig. 9.7 Conducimetro WTW LF 92 con sensore Tetracon 96.

Fig. 9.8 Pozzo dell'Az. Agricola Scarpa.



Fig. 9.9 Pozzo dell'Az. Baldissera A.



Fig. 9.10 Pozzo dell'Az. Scarpi

9.2.3 Risultati

I valori di conducibilità misurati, forniti dallo strumento alla temperatura di 25°C sono presentati nella tabella 9.3 in $\mu\text{S}/\text{cm}$, ordinati per azienda e per data. Sono presentati anche i dati della temperatura Tabella 9.4.

CORILA
 ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
 COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tab. 9.3 Valori di EC misurati nei 5 pozzi da Febbraio a Giugno

Data campagna	EC ($\mu\text{S}/\text{cm}$)				
	1	2	3	4	5
08/02/2012	753	746	747	742	738
27/02/2012	751	759	750	745	746
14/03/2012	751	935	752	752	745
30/03/2012	758	781	748	753	746
17/04/2012	756	755	756	762	746
08/05/2012	747	740	748	760	741
25/05/2012	754	737	745	746	740
11/06/2012	746	735	746	752	734
30/06/2012	745	735	742	747	731

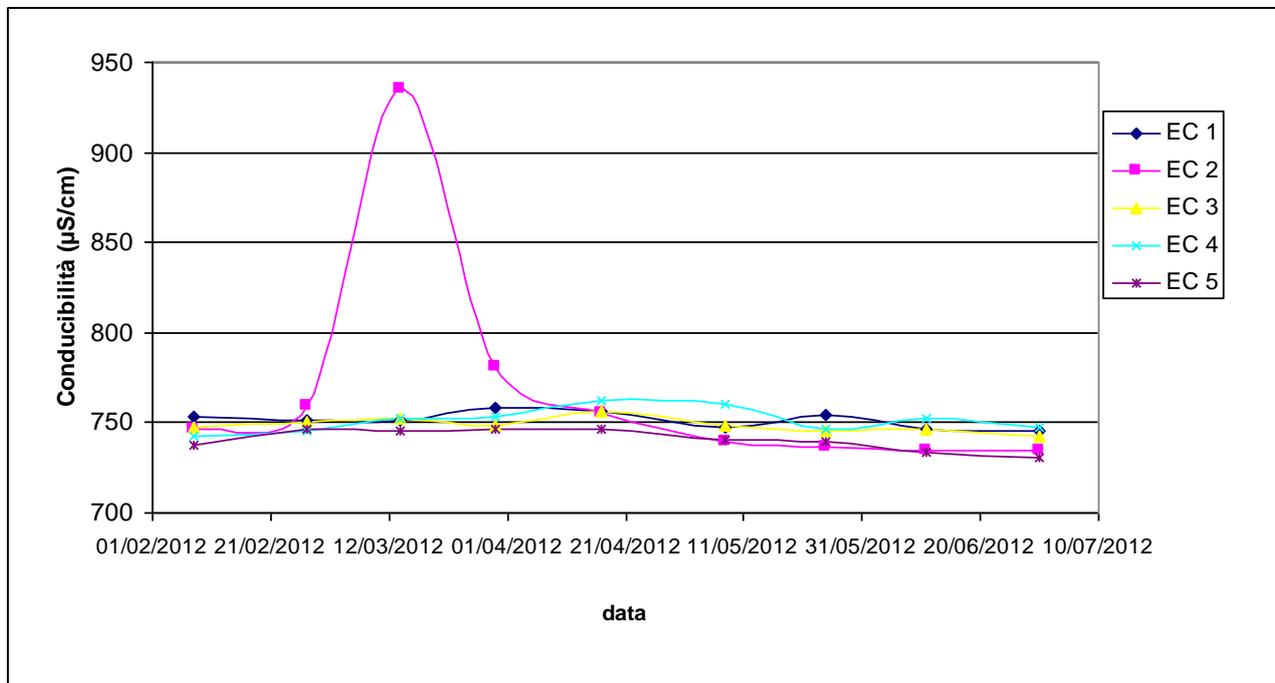


Fig. 9.11 Grafico dei valori di EC misurati nei 5 pozzi da Febbraio a Giugno

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

Tab. 9.4 Valori di Temperatura misurati nei 5 pozzi da Febbraio a Giugno

Data campagna	T (°C)				
	1	2	3	4	5
08/02/2012	15.7	16.1	14.6	16	16
27/02/2012	16.3	15.8	16	15.5	14
14/03/2012	16.4	15.6	16.5	16.6	16.5
30/03/2012	16.6	15.8	17	16.1	16.8
17/04/2012	16.4	16.3	16.4	15.8	16.7
08/05/2012	17.7	16.7	17.3	16.3	17.1
25/05/2012	17.6	17.2	17.8	17.7	16.7
11/06/2012	17.7	17.2	17.8	17.7	16.7
30/06/2012	17.7	17.4	17.8	17.7	17.0

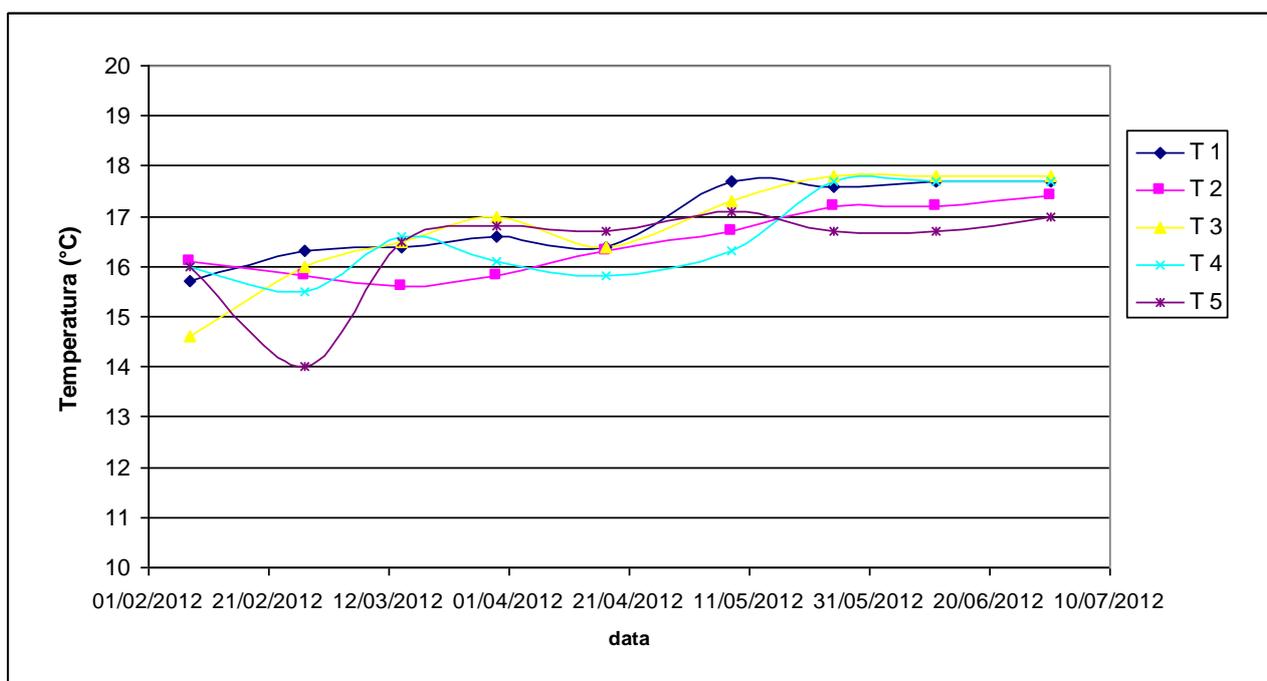


Fig. 9.12 Grafico dei valori di Temperatura misurati nei 5 pozzi da Febbraio a Giugno

Considerazioni finali

I valori di *conducibilità* misurati sono compresi tra un minimo di 734 $\mu\text{S}/\text{cm}$ e un massimo di 781 $\mu\text{S}/\text{cm}$, escludendo un unico valore anomalo che non ha trovato conferma nelle campagne successive. Le temperature sono comprese tra un minimo di 14 °C e un massimo di 17.8 °C e denotano un andamento lievemente crescente con l'avanzare della stagione.

La *conducibilità elettrica* (EC) è un parametro che fornisce precise informazioni sul contenuto complessivo dei sali nell'acqua e quindi sulla pressione osmotica da essi esercitata. Valori elevati di conducibilità nell'acqua di irrigazione determinano un aumento della salinità del terreno con conseguente incremento del potenziale osmotico della soluzione circolante e crescente difficoltà di

nutrizione idrica da parte delle colture, nonché effetti di fitotossicità diretta nei confronti delle piante.

Secondo quanto riportato da articoli scientifici (Landi e Baroncelli, 2004), i limiti consigliati per le colture di serra sono 750 μS e per le colture di campo 1500 μS . Giardini (2002) e Silvestri e Gorreri (2008) suddividono le acque irrigue in 4 classi a seconda delle loro caratteristiche chimiche. Il parametro EC nelle acque irrigue di ottima qualità, ossia che consentono un esercizio irriguo continuativo è inferiore a 750 μS ; acque con EC compresa tra 750 e 2500 μS sono definite “di qualità buona”, e consentono un esercizio irriguo continuativo ma con eventuali limitazioni riguardanti i volumi stagionali. Acque con EC compresa tra 2500 e 4000 μS sono invece adatte ad un irrigazione saltuaria. EC superiori rendono l’acqua inutilizzabile per scopi irrigui.

Pertanto per il parametro esaminato nel periodo febbraio-giugno 2012, i valori misurati nei pozzi in esame si mantengono pertanto entro le classi di qualità ottima e buona e sono adatte per l’irrigazione delle colture.

A titolo di completezza, si aggiunge che le analisi sulla densità dell’acqua nei piezometri superficiali condotte nell’ambito della macroattività “livelli di falda” hanno rivelato valori di salinità variabili. Si è osservato infatti che nella falda superficiale si è verificato un incremento consistente della salinità dell’acqua di falda (alla quale sono legati i parametri conducibilità elettrica e densità), attribuibile alla diminuzione dei livelli causata dal prolungato periodo di siccità, con conseguente intrusione del cuneo salino e riduzione della diluizione dei sali disciolti (Magistrato alle Acque di Venezia – CORILA, 2012).

I due acquiferi esaminati non sono comunicanti tra loro pertanto i valori di salinità nei due studi (“livelli di falda” e “produttività orticole”) non sono direttamente correlabili. Nell’arco di quattro mesi le analisi condotte sulle acque destinate all’orticoltura, poste entro un raggio di 500 m dalle aree di cantiere, non hanno comunque dimostrato alcuna significativa variazione nei parametri considerati, rimanendo perfettamente utilizzabili per lo scopo per cui sono destinate.

10 CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Si sintetizzano in questo capitolo i principali risultati di tutte le attività condotte nell'anno 2011 e le considerazioni emerse dal confronto con gli anni precedenti per ogni sito oggetto di indagine. In generale rispetto al 2010 non sono state osservate variazioni significative correlabili alle attività di cantiere.

10.1. Punta Sabbioni

Punta Sabbioni è la stazione con maggiore ricchezza di specie e minori o assenti fenomeni di stagionalità. L'evoluzione temporale a livello di sito, in termini di numero totale di specie rilevate per stagione, ha confermato nel 2011 la tendenza evidenziata negli anni precedenti.

Dai rilievi condotti considerando l'intero periodo 2005-2011 è emerso quanto segue.

Variazioni sono state rilevate nell'area psammofila (transetto PS1, tratto VEI-PS-01 infestanti) in cui si è osservata una forte variabilità nel numero e nella copertura delle specie attribuibile per lo più al disturbo causato dal passaggio dei bagnanti. Tale situazione è mutata negli ultimi due anni in seguito all'ampliamento dell'area interdotta ai bagnanti ad opera dei Servizi Forestali. Dopo tale intervento infatti si riscontra un aumento graduale del numero di specie e delle coperture fino all'ultimo rilievo del 2011. Si è inoltre creata una ampia area a junceto sull'arenile con significativa presenza di piante alofile (*Salicornia* sp.pl., *Halimione portulacoides*...).

Nell'area umida interna la situazione appare invariata rispetto al 2010. Nei transetti PS5, PS6 e PS7, plot 6, come evidenziato dall'analisi statistica e dalle osservazioni di campo, nelle campagne condotte nel 2008 e nel 2009 alcune specie hanno subito un progressivo calo delle coperture fino alla scomparsa. Dopo il minimo del 2009 è stato osservato un nuovo incremento nella ricchezza delle specie. Tuttavia la scomparsa di *Erianthus ravennae*, specie caratteristica di *Eriantho ravennae-Schoenetum nigricantis* permane.

Si conferma inoltre la scomparsa dell'area a canneto in favore di *Puccinellio festuciformis-Juncetum maritimi*, come segnalato nel 2010 e la ripresa di *Bolboschoenus maritimus* in corrispondenza del plot 5.

Le analisi chimico-fisiche nei campioni di terreno, hanno portato ad affermare che i suoli dell'area di monitoraggio, allo stato attuale, sono classificabili come salini, con valori di conducibilità elettrica (ECe) generalmente superiori a 4 mS/cm. Altro parametro importante per la caratterizzazione dei suoli salini è la percentuale di sodio scambiabile (ESP) che, per alcuni campioni di suolo (in particolare nel transetto PS05) risulta elevata e per lo più compresa tra 8-15%.

In particolare, per il transetto PS05, ma anche per i transetti PS04 e PS06, possono essere presenti effetti di stress da salinità e di tossicità da sodio nelle specie vegetali più sensibili o meno adattate.

La riduzione a tratti totale di individui vitali di *Erianthus ravennae*, osservata nei transetti PS05 e PS06, potrebbe essere imputata agli alti valori di ESP riscontrati durante i monitoraggi (in particolare nel transetto PS05). Elevati livelli di sodio, associati ad una situazione non equilibrata nella composizione cationica e quindi a ESP elevati, possono determinare infatti fenomeni di tossicità acuta a carico degli apparati radicali delle piante, sia di tipo metabolico che di tipo strutturale, con conseguenti fenomeni di mortalità.

Tale interpretazione viene supportata anche dal confronto tra i valori di conducibilità elettrica e ESP dei transetti PS05 e PS06 con quelli del PS10: in quest'ultimo non si osservano fenomeni di sofferenza a carico di *Erianthus ravennae*, anche se la conducibilità elettrica è comunque elevata, ma non associata ad elevati valori di ESP.

Per quanto riguarda la caratterizzazione del suolo in corrispondenza di *Tortulo-Scabiosetum*, i suoli sono classificabili in salini, con valori di conducibilità elettrica che possono variare da un minimo di 0,5 mS/cm ad un massimo di 1,89 mS/cm.

Il monitoraggio della conducibilità condotto nell'acqua utilizzata per l'irrigazione delle aree orticole in prossimità del cantiere, ha indicato valori compresi nelle classi di qualità ottima e buona per l'irrigazione delle colture.

L'aggiornamento della carta dell'uso del suolo condotta ha portato alle seguenti considerazioni: l'area indagata è caratterizzata per più del 50% da terreni incolti (32%), da aree urbane a tessuto sparso (25%), da coltivazioni intensive per il 20% circa e da coltivazioni estensive per il 17% circa dell'area. Rispetto alla situazione rilevata nel 2007, si registra, a parità di area indagata, una significativa diminuzione (-29%) delle coltivazioni estensive, sostituite per la maggior parte da aree incolte e/o a riposo (+21%, con un incremento di 2,5 volte la superficie occupata nel 2007) e in piccola percentuale (+5%) da coltivazioni intensive, per le quali la superficie risulta raddoppiata rispetto alla precedente rilevazione.

10.2. S. Nicolò

A S. Nicolò le attività di controllo dei plot permanenti e di aggiornamento della cartografia vegetazionale non hanno evidenziato cambiamenti significativi.

10.3. Alberoni

L'aggiornamento dell'elenco floristico ha portato alla segnalazione della specie notevole *Cistus incanus*. Si tratta di una specie stenomediterranea presente in tutta l'Italia peninsulare e nelle isole, ma con sporadici ritrovamenti in Veneto, inclusa nelle Liste Rosse Regionali con lo status di specie "gravemente minacciata" [Conti *et al.*, 1997]. Da segnalare inoltre il ritrovamento di *Ambrosia artemisiifolia*: specie nord-americana in fase di espansione nell'Italia settentrionale. Sia il rilievo dei plot che l'aggiornamento della cartografia hanno evidenziato variazioni circoscritte all'area psammofila quindi maggiormente soggetta al disturbo antropico e alla comparsa/scomparsa di entità la cui presenza effimera e di scarsa rilevanza nelle coperture non determina condizioni di particolare attenzione.

10.4. Ca' Roman

L'analisi statistica condotta sui transetti dinamici nei 7 anni di monitoraggio mette in luce una forte stabilità della composizione vegetazionale.

Le principali variazioni evidenziate dalla carta della vegetazione riguardano il settore in prossimità del mare e il bacino a Ovest e sono attribuibili alla variabilità delle specie annuali, perciò non destano interesse.

Analogamente, nell'analisi dei plot non evidenzia variazioni di particolare importanza.

I rilievi condotti sulle specie infestanti hanno evidenziato una variazione della vegetazione a ridosso della barriera fonoassorbente con un notevole sviluppo di *Amorpha fruticosa* che ha comportato l'inserimento del un nuovo tratto di rilievo VEI-CR-13 e l'inserimento nella cartografia della vegetazione reale della nuova categoria "Aggr. a *Amorpha fruticosa*".

Si ritiene che un improvviso consistente sviluppo di *Amorpha fruticosa* non vada sottovalutato considerata la notevole capacità riproduttiva della specie; inoltre, considerata anche la posizione

CORILA

ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

prossima al cantiere, non va escluso che tale incremento possa essere stato causato dall'apporto di terreno di riporto contenente porzioni ancora vitali della pianta; *A. fruticosa* si riproduce infatti agevolmente per via vegetativa.

BIBLIOGRAFIA

- Anguillara L., 1561. *Semplici dell'eccellente M. Luigi Anguillara*. Vinegia (Venezia). 304 pp.
- Arnou Lois A., 1994. *Koeleria macrantha* and *K. Pyramidata* (Poaceae): Nomenclatural Problems and Biological Distinctions. *Systematic Botany* 19 (1): 6-20.
- ARPAV, 2007. *L'interpretazione della analisi del terreno. Strumento per la sostenibilità ambientale*.
- Bagnouls F., Gaussen H., 1957. Les climats biologiques et leur classification. *Ann. Geogr.*, 355: 193-220.
- Béguinot A., 1913. La vita delle piante superiori nella laguna di Venezia e nei territori ad essa circostanti. *Pubbl. 54 Uff. Idr. R. Magistrato alle Acque di Venezia*.
- Braun-Blanquet, 1964. *Pflanzensoziologie*. Springer, Wien.
- Braun-Blanquet J. (1972). *Plant Sociology, the study of plant communities*. Hafner Publishing Company, New York.
- Brower J.C., Kyle K.M., 1988. Seriation of an original data matrix as applied to palaeoecology. *Lethaia*, 21:79-93.
- Conert H. J., 1997. *Elymus*. In Hegi G.: *Illustrierte Flora von Mitteleuropa*, 1(3): 777-802. Parey, Berlin.
- Conti F., Manzi A., Pedrotti F., 1992. *Libro Rosso delle piante d'Italia*. WWF- Ministero dell'ambiente.
- Conti F., Manzi A., Pedrotti F., 1997. *Liste rosse regionali delle piante d'Italia*. Dipartimento di Botanica ed Ecologia, Università di Camerino, Camerino.
- Conti F., Abbate G., Alessandrini A., Blasi C., 2005. *An Annotated Checklist of the Italian Vascular Flora*. Ed. Palombi, Roma
- Costalonga S., 2004. *Segnalazioni Floristiche venete*. Quaderni del Museo Naturalistico-Archeologico Vicenza, 8: 136.
- European Union, 2007. *Interpretation manual of European union habitats-EUR 27*. DG Environment, 142 pp.
- Giardini L., 2002. *Agronomia generale*. Patron Editore, Bologna, 742 pp.
- Ghirelli L., Sburlino G., 1995. Valore fitogeografico e importanza della tutela di *Cistus incanus* L. alla foce del Tagliamento. *Lavori Soc. Ven. Sc. Nat.*, 20: 169-170
- Gini C. W., 1912. Variabilità e mutabilità. *Studi Economico-Giuridici della R. Università di Cagliari* 3, 3 - 159.
- Géhu J.-M., Costa M., Scoppola A., Biondi E., Marchiori S., Peris J.B., Franck J., Caniglia G., Veri L. 1984. Essai synsystématique et synchorologique sur les végétations littorales italiennes dans un but conservatoire. I - Dunes et vases saeées. *Doc. Phytosoc.* 8: 393-474.
- Géhu J.-M., Scoppola A., Caniglia G., Marchiori S., Géhu-Franck J., 1984. Les systèmes végétaux de la côte nord-adriatique italienne, leur originalité à l'échelle européenne. *Doc. Phytosoc. n.s.* 8: 485-558.
- Hammer Ø., Harper D.A.T., Ryan P.D., 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica* 4(1): 9pp. Web: <http://folk.uio.no/ohammer/past>.

Jaccard P., 1900. Contribution au problème de l'immigration post-glaciaire de la flore alpine. Bull. Soc. Vaudoise Sci. nat., 36: 87-130.

Jaccard P., 1901. Etude comparative de la distribution florale dans une portion des Alpes et du Jura. Bull. Soc. Vaudoise Sci. nat., 37: 547-579.

Jaccard P., 1908. Nouvelles recherches sur la distribution florale. Bull. Soc. Vaudoise Sci. nat., 44: 223-270.

Kaligarič M., Bohanec B., Simonovik B., Sajna N., 2008. Genetic and morphologic variability of annual glassworts (*Salicornia* L.) from the Gulf of Trieste (Northern Adriatic). Aquatic botany. 89(2008) 275-282.

Landi e Baroncelli, 2004. L'acqua irrigua: campionamento, analisi chimico fisiche e interpretazione dei risultati. Quaderno Arsia 5/2004.

Lomagno R., Montacchini, F., Polini, V., Gallesio, M.T. and Furno, F.: 1984. Diffusione del genere *Ambrosia* in Piemonte e nota pre-liminare sulla sua rilevanza allergologica nella nostra casistica. Folia Allergol. Immunol. Clin. 31, 151-158.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2006. Studio B.6.72 B/1 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Vegetazione terrestre. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2007. Studio B.6.72 B/2 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Vegetazione terrestre. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2008. Studio B.6.72 B/3 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Vegetazione terrestre. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2009. Studio B.6.72 B/4 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Vegetazione terrestre. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2010. Studio B.6.72 B/5 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Vegetazione terrestre. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2011. Studio B.6.72 B/6 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Area: Ecosistemi di pregio. Macroattività: Vegetazione terrestre. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Magistrato alle Acque di Venezia - CORILA. 2012. Studio B.6.72 B/7 - Attività di rilevamento per il monitoraggio degli effetti prodotti dalla costruzione delle opere alle bocche lagunari. Macroattività: Livelli di falda. Rapporto Finale. Prodotto dal Concessionario, Consorzio Venezia Nuova.

Marcello A., 1960. Lacuna floristica del Veneziano e sue condizioni bioclimatiche. Mem. Biogeogr. Adr., 5: 51-118.

Masin R., Bertani G., Favaro G., Pellegrini B., Tietto C., Zampieri A.M., 2009. Annotazioni sulla flora della Provincia di Venezia. *Natura Vicentina*, 13: 5-106.

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 2010a. Manuale italiano di interpretazione degli habitat (Direttiva 92/43/CEE). A cura di: Andreis C., Biondi E., Copiz R., Galdenzi D., Pesaresi S.

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, 2010. Le Aree Importanti per le Piante nelle Regioni d'Italia: il presente e il futuro della conservazione del nostro patrimonio botanico. A cura di: C. Blasi, M. Marignani, R. Copiz, M. Fipaldini, E. del Vico.

Northcote K.H., 1979. A Factual Key for the Recognition of Australian Soils.

Pignatti S., 1982. Flora d'Italia. Edagricole, Bologna.

Rivas-Martínez S., Sánchez-Mata D., Costa M., 1999. North American boreal and western temperate forest vegetation. *Itinera Geobotanica*, 12: 5-316.

Rizzieri Masin, Bertani G., Favaro G., Pellegrini B., Tietto C., Zampieri A.M., 2009. Annotazioni sulla flora della Provincia di Venezia. *Natura Vicentina* n. 13, 5-106, 2009, ISSN 1591-3791.

Scoppola A., Spampinato G., 2005. Atlante delle specie a rischio di estinzione. CDROM SBI, Palombi, Roma.

Sequi P., 1991. Chimica del Suolo. Pàtron Editore.

Silvestri N. e Gorreri L.(a cura di), 2008. Il monitoraggio delle acque ad uso irriguo nel Parco Regionale Migliarino San Rossore Massaciuccoli. Tenute di Tombolo e Coltano. Pacini Editore

Simpson E. H., 1949. Measurement of diversity. *Nature* 163, 688.

Smirnov, N.V., 1939. Estimate of deviation between empirical distribution function in two independent samples. *Bulletin Moscow University* 2, pp. 3-16.

Smirnov, N.V., 1948. Tables for estimating the goodness of fit of empirical distributions. *Annals of Mathematical Statistics*, 19, 279.

Soldano A., 1993. Il genere *Oenothera* L., subsect. *Oenothera*, in Italia (Onagraceae). *Natura Bresciana*, Ann. Mus.Civ. Sc. Nat., 28: 85-116.

Van der Maarel E., 1979. Transformation of cover-abundance values in phytosociology and its effects on community similarity. *Vegetatio*, 39:97-114.

United States Salinità Laboratori Staff, 1954. Diagnosis and Improvement of Saline and Alkali Soil. Agriculture Handbook No. 60

Violante P., Ministero delle Politiche Agricole e Forestali Osservatorio Nazionale Pedologico e per la Qualità del Suolo, 2000. Metodi di Analisi Chimica del Suolo. FrancoAngeli.

Wilcoxon F., 1945. Individual Comparisons by Ranking Methods. *Biometrics Bulletin* 1 (6): 80-83.

Wrigley F. 1986. Taxonomy and chorology of *Silene* section *Otites* (Caryophyllaceae). *Ann Bot Fennici* 23:69-81.

Wrigley F. 1993. *Silene* L. sect. *Otites*. In: Tutin TG, Burges NA, Charter AO, Edmondson JR., Heywood VH, Moore DM, Valentine DH, Walters SM, Webb DA, editors. *Flora Europaea* 1. 2nd ed. Cambridge: Cambridge University Press.

CORILA
ATTIVITÀ DI RILEVAMENTO PER IL MONITORAGGIO DEGLI EFFETTI PRODOTTI DALLA
COSTRUZIONE DELLE OPERE ALLE BOCCHE LAGUNARI

SOFTWARE

Microsoft Excel 2007

Microsoft Access 2010

PAST version 2.05 (Hammer et al., 2001)

Visual Data version 2.9.1, GraphNow