

## Flora e vegetazione degli argini fluviali del Po cremonese



Fabrizio Bonali - Giovanni D'Auria



Provincia di Cremona

---

Fabrizio Bonali  
Giovanni D'Auria

# **Flora e vegetazione degli argini fluviali del Po cremonese**

---

“MONOGRAFIE DI PIANURA” N. 8  
CREMONA 2007

**Coordinamento scientifico:**

*Valerio Ferrari*, Settore Ambiente della Provincia di Cremona

**Cura redazionale:**

*Alessandra Facchini*, Settore Ambiente della Provincia di Cremona

**Foto di copertina:**

*Fausto e Mario Leandri*

*Fabrizio Bonali* (Viola canina; Centaurea deusta)

**Citazione bibliografica consigliata:**

BONALI F. & D'AURIA G., 2007 - *Flora e vegetazione degli argini fluviali del Po cremonese*, "Monografie di Pianura" n. 8, Provincia di Cremona, Cremona.

**Fotocomposizione e fotolito:**

Fotolitografia Orchidea, Cremona

**Stampa:**

Monotipia Cremonese, Cremona



**Finito di stampare il:** 22 giugno 2007

Non è consentita la riproduzione anche parziale del testo senza citarne la fonte

## Presentazione

*Chiunque frequenti d'abitudine, per puro diporto o per l'esercizio di qualche attività fisica salutare, la rete di strade, sentieri o tratturi che si snodano alla sommità del sistema arginale del Po, si sarà senz'altro lasciato sorprendere qualche volta dal fascino di quelle straordinarie e coloratissime fioriture primaverili che, come d'incanto, sbocciano sui fianchi e al colmo dei rilevati arginali, possono trasformare nel volgere di pochi giorni un paesaggio dai più ritenuto, a torto, monotono e inespessivo.*

*Per tutti costoro sarà un gradito stimolo, ora, al di là di questo spontaneo approccio esteriore, conoscere l'importanza che la flora e la vegetazione nascenti sugli argini posti a chiusura della golena padana, rivestono sia sotto il profilo naturalistico-ambientale sia sotto l'effetto della sua capacità complessiva di consolidare e proteggere il corpo arginale medesimo: azione che il manto erbaceo superficiale svolge amplificando in modo eccellente le funzioni di presidio contro le ondate di piena fluviale che gli argini sono chiamati a svolgere.*

*Quanto si pubblica nella presente "Monografia" della rivista Pianura, testata scientifica a diffusione internazionale edita sin dal 1987 dalla Provincia di Cremona, è il frutto di uno studio promosso nell'ambito delle attività culturali ed educative cui è destinato uno specifico lascito che l'Amministrazione del disciolto "Comprensorio dell'argine maestro inferiore cremonese al fiume Po" ha assegnato alla nostra Provincia con l'impegno di promuovere, tra l'altro, studi superiori in campo scientifico inerenti la porzione di provincia già di competenza di quel soppresso organismo.*

*Nato nel 1856, il "Comprensorio dell'argine maestro inferiore cremonese al fiume Po" raccoglieva la storica e gloriosa tradizione del cinquecentesco Ufficio degli Argini e dei Dugali, specifica magistratura in cui il Comune di Cremona, nella seconda metà del XVI secolo, volle radunare le varie attribuzioni precedentemente assegnate a soggetti diversi dalle svariate redazioni degli statuti cittadini, inerenti il delicato e vitale aspetto della gestione degli argini e dei canali colatori, detti dugali, del territorio cremonese inferiore, vale a dire dei due più importanti presidi realizzati nel tempo per la difesa idraulica della regione.*

*Ben presto sostituito dallo Stato nel compito di provvedere alla manutenzione e al governo delle opere pubbliche di seconda categoria, tra cui si annoveravano gli argini del Po, il Comprensorio perse la sua funzione originaria, rimanendogli attribuito soprattutto l'esercizio del riparto delle spese tra i consorziati e quello della riscossione dei tributi. Venuti meno, dunque, gli scopi e i fini statutari il Comprensorio venne sciolto nel 1994. I proventi ricavati dalla vendita dei suoi beni furono devoluti a favore di istituti di assistenza e di beneficenza esistenti nell'antico territorio di competenza, oltre che a favore di opere di restauro di una chiesa a Martignana di Po e di sostegno al Museo della civiltà contadina ospitato presso la cascina Cambonino di Cremona e, non ultimo, al riordino del proprio archivio.*

*Le restanti somme confluirono nel lascito gestito dalla Provincia di Cremona, la cui rendita annuale si devolve per i tre quarti a favore di cinque borse di studio da desti-*

*nare a studenti universitari residenti da almeno tre anni in uno dei diciassette comuni già appartenenti al territorio di spettanza del Comprensorio, che si siano distinti in materie scientifiche, con speciale riguardo per l'ingegneria, la veterinaria, la geologia, le scienze dell'alimentazione e dell'educazione, con un rendimento non inferiore ai 27/30.*

*Il rimanente quarto viene destinato alla promozione di studi e ricerche in materie agrarie, ambientali, ecologiche e di difesa idraulica e strutturale del territorio compreso tra la strada provinciale "Giuseppina" e il Po, nel suo tratto intercorrente tra Bonemerse e Martignana di Po, compresi i comuni di San Giovanni in Croce, Casteldidone e Spineda, tra i quali rientra a pieno titolo lo studio che si pubblica in questa sede.*

*Certi, dunque, di aver anche in questa occasione egregiamente assolto al nobile mandato ricevuto, licenziamo con soddisfazione il presente lavoro, consapevoli di aver aggiunto non solo un significativo contributo di maggiore familiarità e comprensione del nostro territorio particolare, ma anche un apporto di nuove acquisizioni a favore di un più vasto mondo scientifico e tecnico che dallo studio che segue potrà senza dubbio trarre spunti di conoscenza e di esperienza davvero poco frequenti nella letteratura nazionale relativa al tema specifico e, dunque, ancor più meritevole di attenzione.*

Cremona, 22 maggio 2007

*on. Giuseppe Torchio*  
Presidente della Provincia di Cremona

## Prefazione

*Degli argini del Po sapevamo molte cose e, tra le prime, ci balzavano alla mente quelle rievocate dei traumatici eventi connessi con gli episodi di piena fluviale e con le drammatiche "rotte" degli argini stessi, così intensamente narrate da un'indimenticabile letteratura e così veristicamente impresse nelle immagini di una misurata cinematografia d'altri tempi.*

*Ultimo baluardo su cui rifugiarsi con il bestiame e le povere e più indispensabili cose durante il tempo delle alluvioni, gli argini hanno rappresentato per le popolazioni rivierasche del grande fiume, sin dalle epoche più remote, un elemento vitale ed imprescindibile della propria esistenza quotidiana, al quale riservare attenzioni pari almeno a quelle dedicate ai campi, all'industria o ai commerci, al fine di mantenerne nel tempo la massima efficienza e al quale guardare con trepidazione, giorno e notte, ad ogni evento di piena.*

*Sapevamo delle sollecite premure assunte dai governi locali sin dai secoli più antichi dirette alla loro rigorosa manutenzione e gestione, sfociate di norma in alcune puntuali rubriche ad essi dedicate dagli statuti di Cremona e, poi, assunte sin dal 1568 da una specifica magistratura cittadina operante attraverso l'Ufficio degli argini e dei dugali, della cui adeguatezza possiamo renderci conto attraverso la compulsazione delle sue Provisiones, dense di precetti e di buone misure di governo sia degli argini sia dei dugali, ossia di quella fitta rete di canali di scolo estesa su tutto il territorio cremonese inferiore, e intimamente connessa con la gestione delle "chiaviche" arginali, senza la quale difficilmente questa regione avrebbe potuto essere così densamente popolata e sfruttata sotto il profilo agricolo.*

*Sapevamo, ancora, dell'architettura degli argini, scandita nelle sue parti da una terminologia precisa e allo stesso tempo insolitamente evocativa, che al petto, all'antipetto, al parapetto, oppone la schiena d'argine, e poi la banca, la sottobanca, il piè di banca e così via. Sapevamo della composizione delle diverse sezioni del rilevato, a partire dal nucleo più interno del corpo arginale; sapevamo del modo di costruire un argine e del suo comportamento rispetto ai fenomeni idraulici e idrostatici.*

*Avevamo coscienza dell'importanza assunta da questa estesa rete di terrapieni nel paesaggio locale sia nella loro qualità di barriere impermeabili allo sguardo e limitanti le più ampie prospettive, se considerati dalle quote di campagna, sia, allo stesso tempo, nel loro ruolo di straordinari punti di osservazione rispetto a spazi ben più ampi di quanto in genere sia consentito abbracciare anche all'occhio più allenato e curioso, se considerati dalla loro sommità.*

*Quanto alla flora radicata sui rilevati arginali - e in ciò non esclusiva, dunque, di quelli delimitanti la golena padana - molti altri, come chi scrive, si erano probabilmente accorti della sua evidente peculiarità. Un connotato ulteriore può distinguere, semmai, la flora degli argini del Po, e cioè il fatto che su questo estesissimo complesso di terrapieni asciutti e diversamente esposti abbia finito per rifugiarsi, già da numerosi decenni, una flora estromessa dalla campagna latistante ormai resa irrigua nella*

*sua totalità e coltivata in ogni suo recesso.*

*Come per le popolazioni rivierasche dei secoli passati durante le alluvioni, gli argini del Po si pongono, dunque, anche nei confronti della flora locale, come ultimi baluardi di sopravvivenza contro il dilagare incontenibile di un'agricoltura dispotica e vorace, incurante delle specificità di un ambiente con il quale, in passato, ha pur saputo convivere in modo più equilibrato.*

*Alla stabilità e alla resistenza dei corpi arginali questa compatta e continua copertura vegetale offre del resto un contributo sostanziale, con l'azione raffrenante dei suoi apparati radicali - talora sorprendentemente densi, profondi ed estesi, come si potrà apprendere dallo studio che segue - e con la protezione meccanica superficiale offerta dal manto delle sue infinite "fronde".*

*L'occasione, dunque, di poter proporre - forte di queste indubbie oggettività - alla Commissione incaricata di gestire il lascito attribuito alla Provincia di Cremona dal disciolto "Comprensorio dell'argine maestro inferiore cremonese al fiume Po" la possibilità di attuare uno studio di merito sull'argomento specifico, trovando una piena ed entusiastica approvazione da parte dei suoi componenti, ha consentito di realizzare l'insolito interessante lavoro che ora si pubblica felicemente in questa sede, compiuto con la consueta passione e accuratezza da Giovanni D'Auria e Fabrizio Bonati.*

*Così si aggiunge, ora, alle altre conoscenze relative agli argini del Po anche il dato riguardante l'aspetto ecologico, qui mediato dalle risultanze di ordine più strettamente floristico e vegetazionale. E si scopre, in questo modo, che le praterie estese sui pendii arginali annoverano la bellezza di 350 specie botaniche diverse: circa un terzo della gamma floristica finora rilevata nell'intero territorio provinciale, come è facile dedurre dal confronto con i dati dell'Atlante corologico delle piante vascolari della provincia di Cremona, pubblicato nella monografia di Pianura precedente a questa. Ma il divario tra ricchezza floristica degli argini del Po e quella dei territori circostanti ai medesimi si amplierebbe ulteriormente se si procedesse ad un rilievo botanico della campagna basso-cremonese e casalasca.*

*Altra peculiarità di questi ambienti, spesso francamente asciutti, è costituita dalla presenza, qui, di non poche specie botaniche decisamente rare in gran parte dell'area pianiziale padana e, per quanto riguarda il territorio provinciale, spesso esclusive dei rilevati arginali del Po.*

*Sono specie caratteristiche, per lo più, di ambienti xerici, che trovano nei prati dagli evidenti caratteri aridi presenti al colmo o, comunque, nella parte sommitale degli argini condizioni molto prossime a quelle dei loro habitat d'elezione; ma vi si incontrano anche specie proprie di ambienti più umidi che trovano, in tal caso, alla base dei terrapieni arginali, soprattutto nei punti poco esposti, dove trapela l'umidità interna, i requisiti ideali alla loro esistenza.*

*È necessario, infine, rivolgere uno sguardo all'azione raffrenante che questo manto erboso, con il serratissimo impalcato delle sue radici, esercita nei confronti dell'erosione superficiale. Presi in esame gli apparati radicali delle due graminacee prevalenti nei due tipi vegetazionali che compongono essenzialmente la copertura vegetale degli argini - e cioè *Dactylis glomerata* che forma, insieme a poche altre specie, i prati regolar-*

*mente falciati e Agropyron repens che prevale nelle praterie aride in genere non sottoposte a sfalci regolari - se ne sono valutate le caratteristiche morfologiche e strutturali, in funzione della loro capacità di stabilizzare gli strati superficiali del terreno, svelandone particolarità del tutto inaspettate che si invitano a scoprire nell'ultima parte del lavoro che segue.*

*Lieta, dunque, di poter offrire allo studioso come al lettore interessato questo nuovo contributo alla conoscenza di un peculiare aspetto del nostro territorio - ma così denso di rilievi più generali da superare i ristretti confini provinciali cremonesi - ho il dovere di ringraziare, in uno con il Comitato scientifico di Pianura, la Commissione chiamata ad amministrare il lascito del disciolto "Comprensorio dell'argine maestro inferiore cremonese al fiume Po" che ha inteso accogliere e sostenere la ricerca da cui discende il presente lavoro, nonché i suoi Autori, sempre disponibili ad effettuare nuovi approfondimenti nonché al confronto con le esigenze editoriali.*

*Anche il nostro, dunque, sebbene molto specifico, vuole essere un tributo di esaltazione alle funzioni svolte dagli argini del Po, "antichissimo monumento di provvidenza civile" come li definì intorno alla metà del XIX secolo Francesco Robolotti, medico e storiografo cremonese, condensando in poche parole la vera essenza di un'opera umana di impressionante estensione, complessità ed efficacia che da due millenni offre alle nostre terre la sua insostituibile protezione.*

Cremona, 3 maggio 2007

Valerio Ferrari



## Premessa

La presente ricerca riguarda il censimento della flora e la definizione dei tipi di vegetazione presenti sugli argini fluviali che, sviluppati in un ampio e complesso sistema, accompagnano in sponda sinistra il corso del Po cremonese.

È stata effettuata un'indagine sull'intera rete arginale, al fine di raccogliere dati floristici che hanno consentito di ottenere un inquadramento complessivo di tale componente biologica con la definizione di spettri biologici, corologici ed ecologici, la segnalazione di specie rare o di particolare valore biogeografico, ecologico, estetico o con particolari capacità protettive nei confronti del suolo.

Inoltre, lungo transetti diretti trasversalmente all'area golenale, sono stati effettuati rilievi fitosociologici in corrispondenza degli argini attraversati per caratterizzare, dal punto di vista fisionomico ed ecologico, le tipologie vegetazionali erbacee presenti, con particolare attenzione alla definizione delle forme di crescita, carattere correlato alla capacità dei differenti apparati radicali di raffrenare e/o di consolidare il terreno.

Per meglio definire quest'ultimo aspetto sono stati anche analizzati i caratteri morfologici e morfometrici delle radici di due tra le specie erbacee più diffuse sugli argini: *Agropyron repens* e *Dactylis glomerata*.

## 1. Inquadramento generale

L'area d'indagine ricade nel suo complesso nell'ambito della regione mesaxerica, sotto-regione ipomesaxerica (TOMASELLI *et al.* 1973). Questa regione è caratterizzata da:

- curva delle temperature medie mensili sempre positiva;
- temperatura media del mese più freddo compresa tra 0 e 5°C;
- temperatura media del mese più caldo superiore a 20°C.

La situazione è ben espressa dai diagrammi climatici di Cremona e di Casalmaggiore di seguito riportati (Fig. 1). Si rileva uno sdoppiamento della stagione piovosa in due massimi, primaverile e autunnale, e due minimi, invernale ed estivo, con la tendenza al manifestarsi durante il periodo estivo di una stagione sub-arida, nel Cremonese, e di una stagione arida, nel Casalasco.

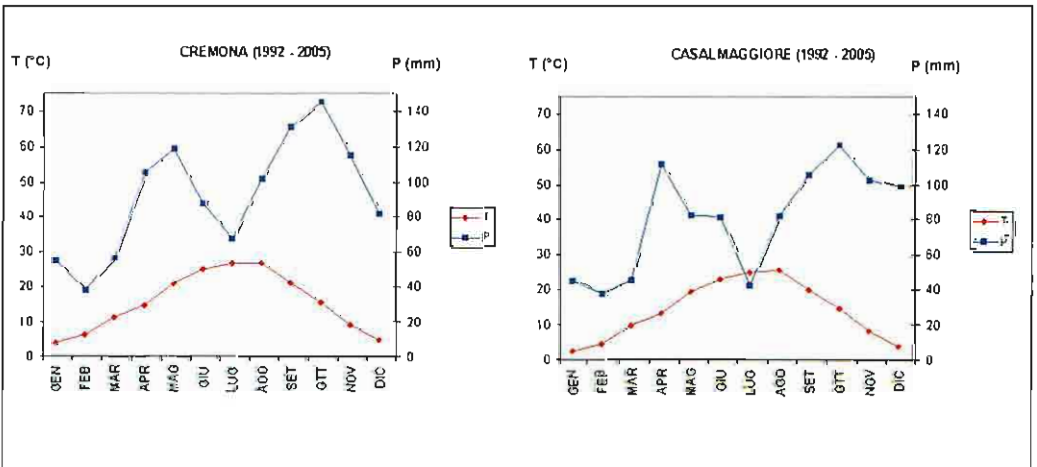


Fig. 1: diagrammi climatici.

Dal punto di vista geologico e geomorfologico l'area si situa nella "bassa pianura" tra il corso del fiume Po e il livello fondamentale della pianura, ed è occupata da alluvioni attuali e medio-recenti formate in massima parte da sabbie, limi e, in subordine, ghiaie (alluvioni attive e degli alvei abbandonati).

Il Po, in riferimento alla presenza di arginature, può essere diviso in tre tronchi (GIANDOTTI 1933):

1. da Torino fino a Pavia, con arginature discontinue;
2. da Pavia a Borgoforte nel Mantovano, con difese imponenti e zona golenale ampia anche diversi chilometri;
3. da Borgoforte alla foce, con il fiume pensile tra arginature.

Le arginature maestre lungo il Po hanno un andamento assai irregolare, infatti in alcuni tratti si trovano a ridosso del fiume mentre in altri giacciono anche a più di 500 metri di distanza (GIANDOTTI 1933).

I primi dati attendibili sullo sviluppo delle arginature del Po sono stati pubblicati, nel 1878, in un rapporto del MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI: venivano indicati 801 km di argini in riva destra e 772 km in riva sinistra. Da allora il sistema, a testimonianza di interventi sempre più completi e continuativi, è cresciuto di ben 700 km. Nello stesso tempo le aree golenali si sono ridotte, fra Pavia e Ostiglia nel Mantovano, di circa il 50% (GIANDOTTI 1933) a testimoniare indirettamente come si sia fatto fronte alle accresciute necessità economiche con il restringimento dell'area golenale e la conseguente necessità di un maggior rafforzamento delle difese per l'aumento dei fenomeni erosivi. L'esito di tutti questi cambiamenti è stato l'innalzamento dei livelli di massima piena del Po.

Attualmente le difese principali nel Cremonese sono costituite da circa 70 km di argini maestri (CATI 1981; LOCATELLI 2004) che proteggono una golena di 9.836 ettari, di cui 5.190 investiti a seminativi e prati, 885 a bosco, 3.080 a pioppeti coltivati, 680 ad altro (Contributo... 1996).

In quest'area nel corso del tempo, e in particolare nel XX secolo, sono stati realizzati degli argini golenali, interni quindi alla golena, alti al massimo un metro meno dell'argine mae-

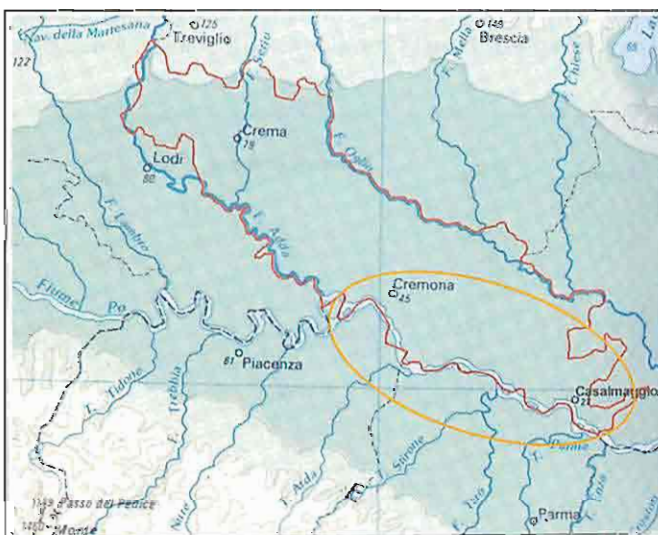


Fig. 2: inquadramento generale: la provincia di Cremona (linea rossa) e l'area d'indagine (linea arancione)

(Da *Allante enciclopedia Touring. Vol. 1: Italia*, 1986, Touring club italiano, Milano, mod.).

stro e soggetti alla servitù di allagamento per espansione delle acque di piena. In alcuni casi, come nel territorio di Stagno Lombardo, si trovano fino a tre diversi livelli di arginelli gonfali a testimoniare il continuo tentativo di salvaguardare ampi spazi di coltivazioni dalle piene ordinarie.

La vegetazione potenziale dell'area è rappresentata da boschi igrofilo a pioppi (*Populus alba* e *Populus nigra*), salici (*Salix alba*) e ontani (*Alnus glutinosa*) sostituiti da formazioni forestali a farnia (*Quercus robur*) e olmo (*Ulmus minor*) nelle stazioni più distanti dal fiume o con falda più profonda. Dal punto di vista fitosociologico tali formazioni rientrano nelle classi *Salicetea purpureae* Moor 1958 (boschi ripari a pioppi e salici), *Alnetea glutinosae* Br.-Bl. et Tuxen 1943 (boschi igrofilo su suoli umidi) e *Querceto-Fagetetea* Br.-Bl. et Vlieg. 1937 (boschi di latifoglie tendenzialmente mesofili).

## 2. Annotazioni storico-geografiche

Il fiume Po, fin dall'antichità, ha rappresentato una tra le più importanti vie di accesso naturali alla valle omonima e un punto di riferimento per le popolazioni che, nel corso dei secoli, hanno scelto questa vasta pianura, un tempo ricca di grandi foreste, per i loro insediamenti.

Come per la gran parte del settore pianiziale lombardo, anche nel territorio provinciale cremonese gli elementi morfologici più estesi ed evidenti sono rappresentati dalle incisioni prodotte dai corsi d'acqua, con la formazione di ampie valli fluviali, attive o relitte, dove le scarpate morfologiche che le delimitano, raccordandole al livello fondamentale della pianura, si innalzano anche di parecchi metri (Zanoni in: *Contributo...* 1996, p. 35; Braga, Meisina & Pellegrini in: *Storia di Cremona...* 2003, p. 29-30), apparendo probabilmente ai primi abitanti di questa regione come buone difese naturali per i propri insediamenti.

I fiumi con portate minori presentavano, ovviamente, minori rischi per gli abitati che lungo il loro corso erano infatti numerosi, come dimostrano i reperti archeologici risalenti al Mesolitico noti per il tratto mantovano del fiume Oglio e per il Serio morto, ovvero riferibili al Neolitico per quanto riguarda il Vhò di Piadena e San Salvatore di Ostiano (Pearce in: *Storia di Cremona...* 2003, p. 38-61). In entrambi i casi appare chiaro come venissero sfruttati in generale i terrazzi nei pressi dei paleoalvei dei due fiumi. Per quanto riguarda invece il Po, che nell'antichità ricopriva con le sue ramificazioni vasti territori creando estese aree paludose, risultava probabilmente più difficile individuare luoghi adatti ad una permanenza stabile e infatti le testimonianze di insediamenti umani lungo il suo corso sono piuttosto scarse e limitate a meandri o a rami abbandonati del fiume; proprio in aree con simili caratteristiche sono stati trovati reperti che testimoniano la costruzione di brevi ponti per collegare la terraferma ad arginelli di difesa, pertinenti alle cosiddette "terremare" (PARAZZI 1882; MORI 1923, p. 8, 13; TOZZI 1972, p. 10).

Successivamente gli Etruschi, penetrati a più riprese in area padana e sicuramente giunti ad occupare anche parte dell'attuale territorio mantovano, colonizzarono queste regioni dedicandosi al loro sfruttamento agricolo, espandendo sin qui la loro organizzazione fatta di abitati urbani e rustici e di una rete infrastrutturale organizzata che consentì loro di bonificare terre paludose, di mettere in opera progetti di difesa degli insediamenti, di porre in atto un solido controllo idraulico del territorio, anche costruendo argini lungo i corsi d'acqua e provvedendo alla loro regolare manutenzione (MORI 1923, p. 17; BOCCHI *et al.* 1985, p. 23-24).

Significativi, per il periodo seguente, sono i reperti, riconducibili a insediamenti gallici, ritrovati a Brancere di Stagno Lombardo: località ora posta a circa un chilometro dalla sponda fluviale ma che a quei tempi probabilmente, come è possibile evincere dalla cartografia, si trovava all'incrocio di varie ramificazioni del fiume, qui da sempre piuttosto instabile nel suo percorso, come dichiara l'ancora attuale presenza di un braccio fluviale abbandonato denominato Po morto (Tozzi 1972, p. 11 nota 4).

Il periodo romano fu caratterizzato dalla colonizzazione stabile di ampie aree a nord del Po con la creazione di numerosi insediamenti, alcuni anche di notevole importanza, le cui attività risultavano facilitate dalla presenza del fiume e condizionate dai suoi improvvisi mutamenti. Per quanto riguarda Cremona, fondata nel 218 a.C., e il territorio circostante i dati della centuriazione effettuata nel 42 a.C. indicano che la zona tra Oglio e Po, vasta circa 550 kmq, era sicuramente occupata da coloni mentre restavano isolate le aree nei pressi dei fiumi per le quali, solo successivamente al periodo delle invasioni barbariche, si ebbe una colonizzazione definitiva (Bertinelli Spotti in: *Contributo...* 1996, p. 42: «Non furono interessati alla centuriazione i terreni lungo le rive dell'Oglio e del Po... in quanto verosimilmente l'incerta morfologia dei siti, dovuta alle divagazioni delle acque e alle esondazioni di piena, suggerirono prudenza»; DURANDO 1997, si vedano le schede relative a Cremona est p. 79, Stagno Lombardo p. 83, San Daniele Po p. 103, Scandolara Ravara p. 127 e Gussola p. 143).

Si può ritenere che risalgano a quest'epoca i primi tentativi di realizzare opere di difesa che potessero anche facilitare gli interventi di bonifica volti al recupero di nuovi territori. Le piene, che dovevano essere disastrose (BOTTONI 1872), per poter essere affrontate richiedevano la costruzione di difese più ampie e meno frammentarie che fossero distribuite dal centro della pianura padana fino al delta del fiume. Notizie riguardanti antiche inondazioni ci vengono da numerosi scrittori, come Cluverio Filippo (108 a.C.) e da Virgilio, che ne fa menzione nelle *Georgiche*. Dell'esistenza, lungo il Po, di argini posti a protezione delle aree agricole ci rimane una vivace testimonianza da parte di Lucano: «*Sic pleno Padus ore tumens super aggere tutas excurrit ripas et totos concutit agros, succubuit si qua tellus cumuloque furentem undarum non passa ruit, tunc flumine toto transit et ignotos aperit sibi gurgite campos; illos terra fugit dominos, bis rura colonis accedunt donante Pado...*»; *Pharsalia*, VI, 272-278 («Così il Po, quando si gonfia, si riversa, superato l'argine, sulle rive sicure e squassa per intero la campagna. Se qualche terra cede o rovina perché non sopporta la massa violenta dei flutti, allora il Po passa con tutta la corrente e impetuosamente si apre campi sconosciuti. La terra fugge i padroni, a nuovi coloni toccano in sorte i fondi, per dono del Po...»). Questo stesso autore è, probabilmente, anche il primo a utilizzare nelle sue descrizioni il termine *agger* mentre, nel passo appena citato, riferisce delle modifiche, note in ogni epoca, apportate dal corso del fiume alle terre circostanti tramite lo spostamento di masse di sedimenti tali da cambiare la dislocazione e le dimensioni delle proprietà rivierasche (GUALAZZINI 1964).

Cremona, posta sulla riva sinistra del Po, era uno dei centri più importanti della zona grazie alla sua posizione favorevole per i trasporti e i commerci con il resto dell'Italia settentrionale. Tacito riferisce che a Cremona le sponde del fiume in autunno e primavera erano superate dalle acque di piena; si ritiene tuttavia che queste inondazioni non creassero danni al nucleo abitativo principale, collocato su una prominenza del terreno. Del resto anche in ambito rurale gli insediamenti venivano posti su lievi dislivelli. Si può ritenere quindi che le difese fossero ancora piuttosto deboli e che perciò si ritenesse più opportuno sfruttare le differenze altimetriche. La conquista della campagna circostante indica tuttavia

un progressivo affrancamento di queste terre che vennero via via rese sicure mediante difese sempre più consistenti e continue.

Comunque, lungo l'asta del Po, i coloni dovevano tener conto dell'impeto del fiume che condizionava la stabilità dei loro insediamenti. La sola Gussola, tra le attuali località rivierasche a sud-est di Cremona, pare avere un'origine romana (in quanto ritenuta corrispondere all'antico abitato di Vulturina, TOZZI 1972, p. 30) e questo potrebbe essere dovuto al fatto che in quel periodo erano rare, in adiacenza al fiume, le zone in grado di garantire sicurezza rispetto alle esondazioni (TOZZI 1972, p. 12). In particolare a Gussola, lungo l'argine del Po, sono state trovate numerose tombe di epoca romana e si suppone che lungo la direttrice Brescello-Viadana-Cremona scorresse una strada che, per la sua importanza, era protetta da difese arginali che (TENTOLINI 1961), varie volte e in diverse epoche, vennero distrutte dal divagare del Po.

È interessante, infine, ricordare che Tacito, nel 69 d.C., a proposito della via Postumia, che da Cremona verso est portava a *Bedriacum* (l'attuale Calvatone), riferisce che la strada poggiava su un argine con fosse scoscese ai lati (TOZZI 1970, p. 121 note 149, 150, 152; alla nota 150 precisa che Tacito ha usato solo in riferimento alla Postumia il termine *agger*). Ulteriore sostegno alla tesi proposta è fornito dalla scoperta lungo la via Giuseppina, che esce a est della città di Cremona, di oggetti appartenenti a palafitticoli (*Cremona romana...* 1985, p. 23-24). Se si pensa al corso del Po, una volta più vicino alla città ed alla strada di importanza strategica, se ne può dedurre, con sufficiente approssimazione, che l'arginamento della strada fosse volto sia a drenare le acque meteoriche sia a scongiurare che le eventuali piene ne potessero minare la struttura.

Per il periodo medievale compreso tra l'VIII e il XII secolo, tra le località rivierasche note attraverso le fonti d'archivio si trovano Motta Baluffi, Solarolo Monasterolo, Sommo, Scandolara Ravara, Gussola, Casalmaggiore, mentre non sembra emergere nulla relativo a Torricella del Pizzo (GRANDI 1856-1858, II, 300-301). Ciò potrebbe forse significare che un insediamento stabile in quel tratto, in cui le difese erano ancora deboli o mancanti, fosse pericoloso. L'affermazione del LOMBARDINI (1840) secondo cui «... il sistema arginale cremonese fosse completato, pur coi limiti e i difetti immaginabili, intorno al XII secolo» non convince alla luce di quanto deducibile dalla cartografia storica risalente alla fine del XVI secolo che, proprio nell'area tra Motta Baluffi e Torricella del Pizzo, mostra un tracciato, riferibile all'arginatura, pressoché inconsistente oltre alla presenza di un ramo del Po posto più a nord dell'attuale (si veda la Mappa Smeraldo Smeraldi 1605 nella quale la zona dove attualmente sorge Torricella del Pizzo appare delimitata a sud dalla parte attiva del Po e protetta da una difesa, e a nord da un ramo del fiume, nei pressi di Scandolara Ravara, già allora poco attivo, detto Po morto). Sono segnalati, inoltre, alcuni piccoli insediamenti, probabili cascinali, collocati sulle terre forse conquistate proprio grazie alla nuova difesa, da poco predisposta. Si percepisce, inoltre, il progressivo allontanamento del fiume che descrive una brusca curva verso sud, con terreni coltivabili alternati a zone decisamente paludose e ampi boschi. Verosimilmente potrebbero essere state le nuove arginature a costringere, poco alla volta, il fiume a convogliare la massa d'acqua verso direttrici differenti. Conferma di quanto desunto dalla lettura delle mappe sembra venire dalla storia di Torricella del Pizzo, i cui primi insediamenti risalirebbero all'inizio del XV secolo (SALOMONI 1997).

Circa il periodo cui far risalire l'affermazione dell'utilizzo delle arginature lungo il Po, ebbe luogo nell'Ottocento una disputa tra i noti ingegneri idraulici Elia Lombardini e Pietro Stoppani (LOMBARDINI 1843, p. 18). Lo Stoppani asseriva che i Romani, copiando le

pratiche agricole egizie, non avrebbero utilizzato arginature per poter sfruttare nella coltivazione i benefici del limo; Lombardini, dal canto suo, asseriva che il limo, favorendo la coltivazione avrebbe portato ad una economia prettamente agricola con la conseguente necessità di difendere i campi coltivati. Si poteva quindi ritenere, secondo Lombardini, che gli argini venissero sì realizzati ma di altezza modesta, in modo tale che proteggessero ma fossero comunque sormontabili e consentissero quindi il deposito sui campi di sedimenti utili alla coltivazione. Lo Stoppani affermava, inoltre, che le arginature erano state completate solo alla fine del XVI secolo mentre Lombardini osservava che se lo scavo del canale della Tagliata, che regolava il deflusso delle acque colatizie nella media provincia cremonese, era stato completato alla fine del XIII secolo poteva significare che le difese erano state completate in quello stesso periodo (sulla questione riguardante la Tagliata si veda PETRACCO 1998, p. 85 e seguenti).

Dopo le invasioni barbariche delle difese arginali non rimaneva quasi nulla anche a causa di ripetute inondazioni che avevano colpito l'area alla fine del VI secolo (Vera in: *Storia di Cremona...* 2003, p. 322 e nota 316: Paolo Diacono nell'*Historia Langobardorum*, - III, 23 - a proposito della piena del 589 d.C. scriveva: «*Eo tempore fuit aquae diluvium in finibus Veneciarum et Liguriae seu ceteris regionibus Italiae, quale post Noe tempore creditur non fuisse. Factae sunt lavinae possessionum seu villarum hominumque pariter et animantium magnum interitus. Destructa sunt itinera, dissipatae viae...*»). «In quel tempo si abbatté un diluvio sui territori delle Venezie e della Liguria come di altre regioni d'Italia, quale non si crede essercene stati dal tempo di Noè. Campagne e villaggi vennero ridotti a sterili lande e ci fu una grande moria tanto di uomini quanto di animali. Le strade vennero distrutte e le vie cancellate... »).

Un preciso riferimento toponomastico, risalente all'alto medioevo, riguarda la riva destra del Po, nell'attuale territorio piacentino, ed è relativo ad una località detta *insula mediana*, concessa nell'895 per il suo sfruttamento agro-silvo-pastorale. L'utilizzo di questo, come di altri analoghi toponimi, rintracciabili anche nel Cremonese nella forma di Mezzano, Mezzanone o simili, pur facendo riferimento ad un tratto di terreno in posizione "mediana" rispetto al corso fluviale, vale a dire nel suo bel mezzo, non consente di sapere se l'area stessa fosse frequentata da popolazioni stabili e al riparo di apposite difese o solo di occasionali fruitori (GALETTI 1979, p. 131-155).

Si ritiene che, nell'alto medioevo, fossero i monaci benedettini a progettare e realizzare nella pianura padana insediamenti difesi da manufatti, terrapieni e argini utili a proteggere coltivazioni, monasteri, canali di scolo e chiaviche (MORI 1923, p. 47; CANEVARI 1990, p. 29 ricorda che la chiesa di San Martino in Lagoscuro, località nei pressi di Stagno Lombardo un tempo interessata più da vicino dal Po, appartenne ai monaci di Nonantola). Ma si trattava pur sempre di difese precarie in balia delle inondazioni che si verificarono numerose nei secoli successivi (VIGNA 1997-1998, p. 52 e seguenti, cita tra le più terribili quelle del 1082, 1152 e 1280).

Per la prima volta nel 1339 negli Statuti della città di Cremona si dettavano disposizioni per il corretto funzionamento degli scoli e dei dugali e per la manutenzione degli argini; in particolare, la rubrica CLIII stabiliva l'elezione ogni sei mesi dei responsabili, o sapienti, che avrebbero riferito al Consiglio generale su argini, dugali e scoli, ponti e vie pubbliche, disponendone nel caso il riordino; mentre la rubrica IL (che è una rubrica del Codice L 78", a. 1349) stabiliva che alla manutenzione degli argini del Po dovessero concorrere i proprietari delle terre comprese tra la strada di Sospiro e gli argini stessi. Di grande interesse è infine la rubrica CLVI nella quale si indica per l'intera provincia il valore del-



le terre che stavano al di qua o al di là degli argini (*arzenis infra e arzenis extra*) e vengono citate tutte le località rivierasche, da ciò si desume che il sistema di difesa fosse pressoché completato in ogni sua parte (Gualazzini in *Statula...* 1952, p. 208-230; Menant in *Storia di Cremona...* 2004, p. 361 nota 195: le terre poste all'esterno degli argini in genere valevano meno, anche 2-3 volte, di quelle protette. Per le terre di Torricella del Pizzo non si facevano invece distinzioni, quasi a sottolinearne l'uniformità, anche geografica, forse per la mancanza di difese arginali).

Gli interventi non erano comunque facili, si doveva tener conto della particolare situazione del Po, spesso pensile rispetto ai territori circostanti, ragion per cui gli argini dovevano presentare chiavi che capaci di trattenere le piene del Po e di scaricare in modo opportuno l'acqua in eccesso che si veniva ad accumulare nei terreni interni agli argini.

Nelle fonti documentarie relative al territorio cremonese le difese arginali sono citate per lo più in relazione a inondazioni di particolare portata, che in un territorio ben dissodato e coltivato determinavano danni ingenti. Ad esempio per il 1496 un autore anonimo riporta: «In lo dicto anno del mese di novembre lo Po fece una crescita tanto grande, che andò fora delle sue rive, et andò insino in cima delli arzeni, per tutto dove confinava» (Robolotti in: *Bibliotheca...* 1876, p. 191); nel 1503 «... una inondatione d'acqua per el grande piovvere, che vene fora el Po e dete grandissimo danno per lo paese... , rompì el Po... et fece uno bodrio a Solarolo de Paganino, che fu a dece d'aprile» (Robolotti in: *Bibliotheca...* 1876, p. 200) e nella primavera del 1522 «... comenzò a venir fora el Po et rompì in cremonese l'arzeno nel loco di Scandolara, et così rompì de là de Po et tolse tutte le frue, comenzando a Cremona insino a Manta... » (Robolotti in: *Bibliotheca...* 1876, p. 243). Prove certe della costruzione di difese con requisiti di solidità si hanno in numerosi documenti a datare dalla fine del XVI secolo: ne parlano diffusamente enti preposti agli argini e dugali e sono riportati con accuratezza sulle mappe del Catasto teresiano (1723).

Momento decisivo per le difese arginali del territorio cremonese fu la costituzione dell'Ufficio argini e dugali decretata dal Senato di Milano nel 1568 (per la nascita



Foto 1: un bodrio formatosi per la rottura di un argine golendale durante un evento di piena.

dell'Ufficio *aggerum et dugalium* e gli antefatti si veda BELLABARBA 1986; un decennio prima erano stati rilevati gli argini secondo istruzioni contenute in: Archivio di Stato di Cremona, d'ora in poi ASCr, Comune di Cremona, *Fragmentorum*, 1559, cc. 308-313 e c. 329). Risultava ormai evidente che era necessario disporre di un unico coordinamento per il governo delle acque della provincia inferiore cremonese: proprio un'inondazione, nel 1559, che causò la rottura dell'argine di Sommo con Porto presso San Daniele Po e ingenti danni, ne accelerò la costituzione. L'anno successivo una nuova inondazione, più distruttiva della precedente, coinvolse anche il comune di Casalmaggiore i cui governanti, come testimoniano i documenti, addirittura accusavano i cremonesi di negligenza e "malizia" e di essere «... sempre stati renitenti e ostinati in non riparare il predetto argine come è di suo carico sperando veder la total rovina come ora vedeno di detta povera giurisdizione» (ASCr, Archivio Comune di Cremona, Sez. Antico Regime, Cause e liti, b. 54, doc. 23, 27 maggio 1560).

L'Ufficio argini e dugali era retto da sei nobili prefetti, quattro dei quali dovevano essere scelti tra coloro che possedevano terre inondabili nella porzione meridionale della provincia; compiti fondamentali erano l'emanazione di ordinanze e la riscossione di tasse fissate per sostenere le spese per la costruzione e la manutenzione di argini, dugali e chiavi- che. Alle ordinanze emanate dall'Ufficio dovevano attenersi non solo i proprietari delle terre, ma tutti coloro che, anche indirettamente, potevano avere a che fare, per qualsiasi ragione, con le strutture di difesa e di bonifica. Ogni anno venivano effettuati sopralluoghi, con lo scopo di verificare le condizioni delle strutture ed eventualmente realizzare campagne di consolidamento o ricostruzione in vista delle successive inondazioni, i cui risultati erano poi presentati in ampie relazioni tuttora disponibili. Una ricca serie di grida e atti, inoltre, regolava le attività che si svolgevano sul territorio, già estesamente coltivato e produttivo, tanto da dar vita a istanze, denunce e ricorsi. Nella rubrica XXIII, «Del modo di costruire gli argini», si stabiliva che «... gli argini pubblici, nella parte inferiore, avranno per ogni braccio di altezza la larghezza di sei braccia, e di tre braccia nella parte superiore... e dalla base fino alla parte superiore, saranno pieni e presso di essi si faranno delle banchine... ». La rubrica XXVII, «Della pronta e opportuna riparazione degli argini in caso di inondazioni», ci informa invece che lungo gli argini era custodito materiale per interventi rapidi e «... una quantità di lucerne, lanternoni, sì che, tanto di giorno che di notte, si possa andare, sicuramente, per gli argini e, ad ogni ora, si possano vedere gli ingrossamenti del Po... ». Dopo un primo intervento di riforma nel 1767 l'Ufficio, la cui autonomia era già stata ridimensionata durante il periodo giuseppino, venne soppresso nel 1786 e sostituito dalla Congregazione municipale di Cremona. (*Inventario...* 1999; *Provvisori...* 1929: oltre a considerazioni sull'etimologia dei termini argine e dugale, il testo è corredato da una ricca bibliografia che riguarda anche la legislazione in materia).

Da un documento dei primi decenni del XVII secolo emerge l'interessante e certa indicazione della presenza dell'argine maestro nel tratto medio della pianura inferiore cremonese, dove possedeva terre l'abbazia di San Lorenzo di Cremona. Poiché vi si citano il dugale Dosolo, immissario del dugale Possolo, e la chiavica della Malgarida, si ritiene trattarsi della zona tra Cà de' Gatti e San Daniele Po (ASCr, Archivio Argini e Dugali, d'ora in poi AD p.a., sez. I, cassetta 63, doc. 21, s.d. ma 1622 circa). Poiché vi si dichiara che la «... fabbricazione dell'argine fù fatta già sono 60 anni con il parere dei periti... » si può ritenere la struttura realizzata, o in parte rifatta su una preesistente difesa più modesta, ma con i miglioramenti del caso, intorno alla metà del XVI secolo. E nei pressi della città di Cremona, sempre insidiata da vicino dal Po, si trovano notizie di arginature relative al 1586,



quando venne deciso da alcuni proprietari che avevano campi tra la città e il fiume, di intervenire: «Noi della Regona del mezano fuori della porta di Po' di Cremona, ci contentiamo che si fabbrichi un nuovo argine nel loco del mezano a cominciar dall'argine della regona del Castello... sino alla chiavica delli Sig. Dati... » (ASCr, Arch. Comune di Cremona, Sez. Antico Regime, Cause e liti, b. 54, doc. 19).

I controlli che venivano effettuati sui manufatti, alcuni dei quali eseguiti con tecniche oggi definibili come ingegneria naturalistica, sono ben descritti nella documentazione dell'archivio dell'Ufficio argini e dugali depositato presso l'Archivio di Stato di Cremona.

Per disposizione dell'Ufficio iniziò la pratica di limitare gli ingenti danni delle piene del Po con la rottura volontaria di tratti dell'argine maestro per alleggerire la pressione delle acque, anche se «si producevano danni a proprietà limitrofe... » (ASCr, AD p.a., sez. I, cassetta 49, doc., 30 maggio 1587). A ciò fa riferimento quanto scritto da un proprietario che lamentava che «... ne essendo ancora stato fabbricato l'argine di Ronchi, conforme a quello era stato promesso... le SS.VV. avevano però ordinato che si facesse tale apertura, dette acque si sono allargate, et sparse sopra li sudetti beni delli Ronchi, per la qual innundatione li sudetti signori Sommi, ne hanno patito danno notabile senza loro fatto, ò colpa, ma solamente per salvar il publico... ».

Un disegno relativo alla proposta di costruzione di un tratto di argine nel territorio di San Daniele Po, è corredato da una perizia molto dettagliata con le indicazioni delle operazioni di spostamento di terra, del posizionamento di pali, ecc. Nel linguaggio dell'epoca si intravedono le conoscenze che avevano gli ingegneri del tempo, in questo caso Giovannino Mozzi e Gio. Andrea Mori. Si trattava della «fabbrica dell'Argine maestro qual va a' traversar le fosse del castello de Santo Daniele de ragione del conte (?) Paganino Ugolano». La struttura è detta «... casteletto nominato comunamete Il Beccho... ». Il progetto prevedeva il riempimento di parte dei fossati, in modo che superassero in altezza di almeno un braccio la base del castello, il livellamento dei fossati contigui su tre lati e il posizionamento di due ordini di colonne in file parallele alla struttura arginale che dovevano servire sia per contenere la terra di riempimento sia per impedire il travaso dell'acqua dai fossati (ASCr, AD p.a., sez. I, cassetta 49, doc. 56, 15 aprile 1587; imprenditori dell'epoca come Manfredo Trecchi, Sigismondo Mainoldi e Pietro Fodri avevano dato la loro disponibilità a realizzare questo tratto di argine, ASCr, AD p.a., sez. I, cassetta 51 doc. 26, 9 aprile 1587; *Provvistoni*... 1929, p.40; l'area prescelta per la realizzazione del manufatto in base ai toponimi tuttora in uso è quella in cui sorge attualmente l'argine maestro di San Daniele Po, appena oltre la diramazione per la frazione di Sommo con Porto, tra le cascine Colombarone e Palazzina, dove si trova tuttora un campo denominato *Galfure*. Si ringrazia per le informazioni Ermanno Mantovani di San Daniele Po).

Il castello qui nominato doveva quindi apparire più che altro come una semplice fortificazione sopraelevata impostata su terrapieni difesi da fosse con minimi elementi in muratura. Tali interventi facevano seguito alle risultanze emerse da ampi sopralluoghi del territorio nei quali vennero valutate diverse soluzioni, tenendo conto dei dislivelli da superare o da colmare e quindi delle spese conseguenti, in rapporto alla convenienza idraulica. Proprio nell'area di San Daniele Po sopra indicata, doveva essere continuato l'argine maestro, a partire dalla zona del castello, secondo due tracciati diversi. Alla fine venne proposto una soluzione con la seguente motivazione: «Et dà tutte la predette cose, da noi molto ben considerate, siamo venuti in questo parere di comune concordia, che il secondo sito proposto, di argine, qual incomincia alla siepe et finisce al salesone, si è utile sicuro, et di manco spesa né patire alcuna di quelle eccezioni che sono misse... anzi per bonissimo si-

to, con fuga conveniente senza seno ò saccha alcuna... » (ASCr,AD p.a., sez. I, cassetta 49, doc. 56, 21 marzo 1587).

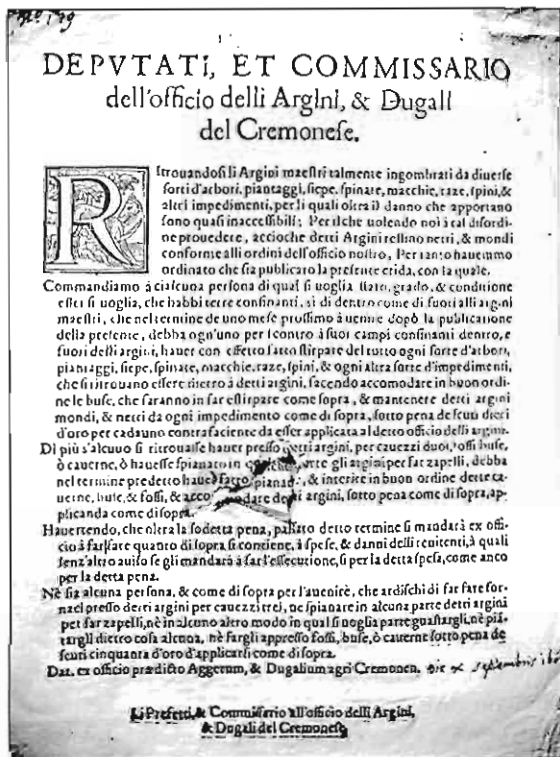
Sotto la spinta e il controllo dell'Ufficio preposto, vennero eretti numerosi argini anche privati. Una precisa testimonianza si può leggere in un documento nel quale alcuni proprietari di terre presso Straconcolo e Gerre del Pesce, nei pressi dell'attuale Stagno Lombardo, si impegnavano ad erigere un argine, con l'intesa che se entro dieci anni detto argine fosse stato di nuovo abbattuto sarebbe stato ricostituito a spese loro. Un documento, ben più recente, allegato al precedente ci informa che il territorio di Gerre del Pesce rimaneva all'esterno degli argini maestri, recintato dall'argine del serraglio, e che «... essendo più basso degli argini maestri resta ancora sottoposto ad essere tagliato per ordine del detto magistrato nelle circostanze di pericolose inondazioni del fiume Po... e di fatto fu anche tagliato in più luoghi nell'occasione dell'ultima inondazione del novembre 1725» (ASCr,Arch. Sommi-Picenardi, b. 85, 25 febbraio 1585 e 24 maggio 1727; la presenza di questi arginelli è confermata da un disegno a china conservato presso l'Archivio di Stato di Cremona - ASCr,Arch. Sommi-Picenardi, b. 92, s.d., ma si ritiene dei primi decenni del XVII secolo - in cui ogni tratto viene denominato con il nome della famiglia proprietaria dei terreni adiacenti riportando anche l'indicazione delle singole misure, per un totale di 227 cavezzi di lunghezza, corrispondenti a circa 660 metri).

Nonostante i complessi studi effettuati, accadeva che l'imprevedibile reazione del fiume a particolari eventi meteorologici, lasciasse spazio soltanto alla costruzione di difese inadeguate. È questo il caso dell'argine maestro detto "del Pilastro", nel territorio di Torricella del Pizzo: durante un sopralluogo, a seguito di una piena, si verificò che la sponda del fiume e l'argine distavano tra loro solo sei cavezzi (circa 18 metri) e che l'erosione aveva ormai intaccato la struttura stessa dell'argine; ne

venne quindi progettato un nuovo distante dal fiume ben 120 cavezzi (circa 360 metri), lungo circa 264 cavezzi (circa 760 metri), e alto 8 bracci, circa 4 metri (ASCr,AD p.a., sez. I, cassetta 54, doc. 239, 5 settembre 1601).

I proprietari di terreni posti nei pressi di un argine erano inoltre tenuti a mantenere sgombra l'area da qualsiasi impedimento che potesse rallentare le ispezioni o essere asportato dalla corrente. I commissari dell'Ufficio argini e dugali in una grida stabilivano che «A ciascuna persona... che habbi terre confinanti sì di dentro come di fuori alli argini maestri, che... debba ogn'uno... haver con effetto fatto estirpare del tutto ogni sorte d'arbori, piantaggi, siepe, spinate, macchie, raze, spini et

Fig. 3: grida relativa alla manutenzione degli argini e delle aree adiacenti. (ASCr,AD p.a., sez. II, Carteggio, scatola n. 56, fascicolo n. 179, grida del 10 settembre 1607; ripr. con autorizzazione n. 6/2007 del 26/4/2007).



ogn'altra sorte d'impedimenti... »; il divieto riguardava il manufatto stesso allo scopo di «mantenere detti argini mondi et netti da ogni impedimento... » (ASCr,AD p.a., sez. I, cassetta 56 doc. 162, 16 giugno 1607) e il terreno circostante «... s'alcuno si ritrovasse haver presso detti argini per cavezzi duoi, fossi, buse, o caverne o avesse spianato in qualche parte gli argini per fare zapelli, debba nel termine predetto haver fatto spianare et interrire in buon ordine dette caverne buse et fossi... ». Infine si faceva divieto di utilizzare l'area compresa entro tre cavezzi dall'argine per la realizzazione di fornaci (presumibilmente si intende fare riferimento a cave di materiale argilloso destinato alle fornaci). La pratica di liberare gli argini dalla vegetazione mediante sfalci, di solito due per annata soprattutto nel lato interno, è ancora oggi in uso; contemporaneamente vengono eliminate le plantule di alberi e arbusti in modo da evitare che sviluppino un apparato radicale che alla morte della pianta resti in sito favorendo infiltrazioni delle acque di piena. Questo argomento veniva affrontato in grida successive, a partire dalla metà del XVII secolo, nelle quali si raccomandava il taglio delle piante e l'eliminazione delle radici potenzialmente dannose per le strutture in caso di piena (ASCr,AD p.a., sez. I, cassetta 81, doc. 73, 10 novembre 1654; cassetta 91, doc. 346, 8 aprile 1686).

Per gli interventi sugli argini corrosi o sulle bocche aperte dalla furia del fiume si spendevano ingenti cifre che l'Ufficio argini e dugali reperiva tassando i proprietari dei terreni limitrofi alle arginature. Un rendiconto dei lavori effettuati e delle relative spese si ottiene consultando i libri spese conservati presso l'Archivio; in quello relativo al 1616 l'allora commissario Cesare Verdelli riportava giorno per giorno il nome dei lavoranti e la quantità degli animali usati. Si apprende, così, che alla fine di quell'anno si dovette procedere alacremente al ripristino dell'argine nei pressi di Torricella del Pizzo, all'altezza della bocca cosiddetta "del muratore". Dal 17 di ottobre in poi gli operai impiegati quotidianamente furono, mediamente, 48 fino ad un massimo di 95; in alcune giornate vennero utilizzati più di settanta paia di buoi e alcuni cavalli e il lavoro venne interrotto solo la domenica (ASCr, AD p.a., sez. I, cassetta 61, doc. libro A, 17 ottobre 1616).

La lettura di queste fonti ci ha riservato anche la scoperta di toponimi curiosi, come nel caso della zona di Scandolara Ravara, allora attraversata da un ramo del Po, per la quale viene citato un bodri detto delle *bisse scüdelere* con riferimento alla testuggine d'acqua dolce (*Emys orbicularis*), così detta nel dialetto locale e senz'altro a quei tempi molto più comune (ASCr,AD p.a., sez. I, cassetta 56, doc. 168, 8 maggio 1607).

Annualmente i commissari dell'Ufficio preposto percorrevano gli argini, partendo da Cremona, per tutta la loro lunghezza, annotando minuziosamente gli interventi necessari per ripristinarli. Venivano così individuati tratti ingombri di alberi e rovi, tratti in cui si doveva livellare l'argine, chiaviche bisognose di riparazioni soprattutto alle paratie, fossi pericolosi nei pressi delle strutture e quindi da colmare, buche residue, dopo il taglio di alberi, che andavano coperte, argini da rialzare e quant'altro (ASCr,AD p.a., sez. I, cassetta 63, doc. 65, 6 maggio 1622; a Torricella del Pizzo, per esempio, la chiavica delle Tavernelle funzionava così male, a causa della cattiva tenuta delle paratie, da lasciar entrare l'acqua del Po intasando con acqua stagnante il colo relativo).

Per evitare qualsiasi intervento di disturbo sulle strutture arginali, che data la loro rilevante superficie potevano essere sottoposte ad uno sfruttamento illegale, venivano pubblicate grida che ingiungevano «... che non ardisca piantar arboree pioppe, o altri piantaggi, spinate, siepi, nelli Argini maestri, e tanto di dentro quanto di fuori di essi... Et più che niuno ardisca, guastar, ne zappar detti Argini; per far zapelli, montate, ò carezzate... » (ASCr, AD p.a., sez. I, cassetta 72, doc. 10, 2 marzo 1634).

Le rotture arginali, considerando l'altezza delle strutture ancora modesta e il loro continuo rifacimento che dava una stabilità troppo provvisoria, producevano rilevanti danni su ampie superfici e provocavano le continue lamentele dei proprietari che, pur avendo pagato somme rilevanti, si ritrovavano le terre allagate. È il caso documentato per le terre tra Motta Baluffi, Torricella del Pizzo e Scandolara Ravara, dove una rottura dell'argine maestro aveva provocato danni fino a quest'ultimo paese non più protetto da un cosiddetto "argine già derelitto". In una "supplica" si criticava il rifacimento dell'argine maestro, mostrando un'esperienza derivata dall'osservazione dei fenomeni: «... la restaurazione del'Argine... fù con poco sanamente cominciata nella parte inferiore, seguendo all'insù, siccome per ogni bona ragione dovevasi fare il contrario... » il risultato fu l'allagamento dei paesi di Bellozza e Motta (ASCr,AD p.a., sez. I, cassetta 63, doc. 138, 24 aprile 1623, che documenta come l'argine derelitto di Scandolara Ravara dovesse già essere ripristinato dal 1615).

Gli argini potevano anche essere opportunamente rotti per scopi che nulla avevano a che fare con l'economia della regione. Nel Seicento il territorio cremonese fu teatro di numerose invasioni da parte di truppe straniere. Grande importanza strategica ebbe la possibilità di rendere il terreno artificialmente paludoso e impraticabile. È quanto accadde, per esempio, nel 1648 nelle campagne cremonesi invase dall'esercito franco-estense di Francesco I. Questi si era portato verso Cremona per attaccarla, in seguito aveva ripiegato verso Casalmaggiore per poi tornare a nord dopo aver ricostituito le forze. Una lettera del Governatore dello stato di Milano dell'ottobre dell'anno seguente invoca la ricostruzione degli «... argini tagliati per impedire li progressi del nemico l'ano passato... » testimoniando, quindi, una manovra atta a rendere difficili gli spostamenti (ASCr,AD p.a., sez. I, cassetta 78, doc. 113, 12 ottobre 1649; si veda BRESCIANI, o Bressiani, 1650, p. 27: l'Autore cita la situazione del novembre 1647 quando il Po ebbe una piena sfruttata con «un taglio fatto nell'argine maestro di detto fiume per annegare Casalmaggiore e daneggiare l'inimico»; si veda inoltre ROMANI 1829, vol. V, pag. 208-209). Comunque chi riceveva sempre un danno dalle rotture arginali erano le popolazioni che vivevano nella zona «... ugualmente infelici nei moti della guerra, e nella calma della pace... » (ASCr,AD p.a., sez. I, cassetta 78, doc. 122, 6 gennaio 1650).

Gli studi nel frattempo proseguivano e fornivano indicazioni sempre più precise su come dovevano essere costruiti gli argini, alla luce anche dell'esperienza maturata negli anni precedenti. Nel suo trattato "Architettura dell'agrimensura di terre et acque" il cremonese Alessandro CAPRA (1672) forniva disegni con i rapporti che dovevano avere tra loro le varie parti di un argine e le differenti percentuali di pendenza opportune per la parte verso il fiume e per quella interna (si veda la figura 6 di pagina 29).

Tutto il territorio della provincia inferiore era sottoposto ad un rigoroso controllo delle strutture difensive, compresi i dugali - colatori destinati a convogliare le acque meteoriche nei fiumi - e numerose erano le lamentele quando gli uomini venivano distolti dalle occupazioni agrarie per soccorrere gli argini corrosi. Le fonti documentarie testimoniano le timide proteste di coloro che, proprio durante l'estate, quando dovevano raccogliere prima il fieno e poi il grano, non riuscivano a trovare il tempo per altri lavori per quanto necessari, oppure di coloro ai quali veniva chiesto di lavorare ancora, senza che avessero ricevuto il pagamento di interventi effettuati in precedenza (ASCr,AD p.a., sez. I, cassetta 91, doc. 207, 4 giugno 1685; cassetta 91, doc. 214, 1 dicembre 1685; ancora un tal Zermignasi si lamentava che nella zona della Malgarida, a San Daniele Po, «l'argine maestro è guasto da molinari, avendo essi fatto sin con le zappe una salita per i muli, indebolendo il fianco interiore di detto argine... »).

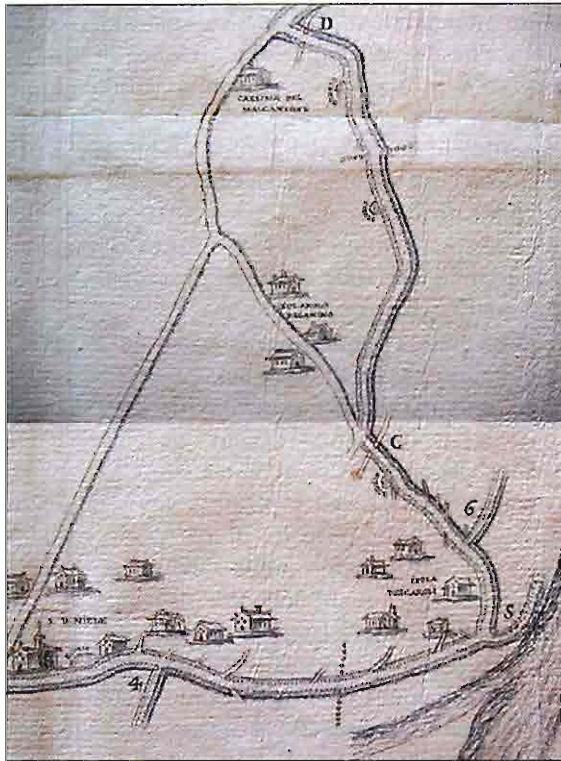


Fig. 4: “Dissegno dell’argine maestro con il principio degli argini di serraglio e chiaviche de dugali”, 1724. (ASCr, AD p.a., Raccolta mappe e disegni, mappa n. 5, particolare; ripr. con autorizzazione n. 6/2007 del 26/4/2007).

Qualsiasi accadimento, anche quelli apparentemente meno significativi, provocava la preoccupazione nelle popolazioni che, essendo costantemente in balia del fiume, vivevano già in condizioni di grande precarietà.

Nel 1606 l’ingegnere cremonese Filippo Delindati aveva presentato una relazione, nella quale indicava i punti deboli del sistema idraulico dell’area, e un progetto con il quale intendeva risolvere definitivamente la situazione nella provincia inferiore: proponeva nuove difese esterne per la zona tra Sommo e Torricella del Pizzo per lo spazio di 12 miglia e un argine esterno al maestro da Motta Baluffi a Casalmaggiore. Il suo progetto fu sottoposto alla valutazione dell’ingegnere cremasco Alessandro Betinzoli il quale mosse al progetto di Delindati vari appunti tra cui uno relativo ai costi, ritenuti eccessivi. Il progetto venne perciò realizzato solo parzialmente: si procedette alla sola verifica di bocche e seriole, alla manutenzione degli argini pubblici, affiancandoli con la costruzione di argini privati, per sottrarre sempre nuove terre coltivabili al fiume, ma

lo scarso coordinamento tra queste strutture procurò frequenti inconvenienti e problemi anche ad aree lontane dal fiume, verso il confine mantovano, come a Spineda e a Rivarolo del Re (PETRACCO 1998, p. 105 e seguenti; *Provvisori...* 1929, p. 54-68).

Comunque, ancora nulla si poteva contro le disastrose piene del fiume come quella del novembre 1705 che colpì l’intero territorio ma in particolare il Casalasco dove la rottura dell’argine principale, posto a difesa della città di Casalmaggiore, provocò un vero disastro e le acque giunsero fino a Sabbioneta distante ben 6 chilometri; l’anno successivo cedette invece per ben tre volte l’argine ad Agoiolo (VIGNA 1997-1998, p. 57-58; per Cremona si veda ASCr, Comune di Cremona, sez. Antico Regime, Ragioneria, b. 2, 27 novembre 1705: si ricorda il novembre di quell’anno, perché venivano richieste le dichiarazioni dei danni occorsi. Le acque avevano invaso la parte meridionale della città e danni si constatavano anche in zone più centrali con forti infiltrazioni negli scantinati anche per infradiciamento del terreno già dall’estate precedente molto piovosa: si citano danni nelle parrocchie di Sant’Elena, San Vincenzo e San Leonardo poste tra gli attuali via Palestro e corso Garibaldi). L’evento viene ricordato anche in una iscrizione in latino che si trova a Cella Dati nella quale si ricorda che le acque giunsero sino al paese, distante oltre 4 chilometri dal Po (F. Lavezzi com. pers.).

Si cominciava tuttavia a rendersi conto che solo da un esame complessivo dell’intero

bacino idrografico del fiume poteva venire un modello di difesa capace di risolvere o contenere le disastrose inondazioni; fu così che a causa di una situazione idraulica di instabilità lungo il fiume Reno a Bologna, per la quale si prospettava una serie di problemi che potevano riflettersi a monte fino a Cremona e oltre, si giunse alla creazione di una commissione di esperti che aveva il compito di studiare il corso del grande fiume da Pavia a Cremona. Tra i partecipanti, figurava anche l'abate e matematico cremonese Guido Grandi, allora Sovrintendente alle Acque per il Granducato di Toscana (TENCA 1954). Questi accompagnato da un nutrito gruppo di tecnici discese il fiume, nel 1719, ottenendo una visione diretta delle golene, delle isole e degli argini e lasciando relazioni di viaggio che costituiscono ancora oggi una preziosa testimonianza di prima mano.

Delle migliori e più affinate conoscenze idrauliche conquistate nel corso nel XVIII secolo sono testimoni le opere stampate a quel tempo, ricche di insegnamenti relativi anche al modo di edificare o ristrutturare gli argini in rapporto alla loro posizione rispetto alla corrente fluviale, secondo regole ben precise. Nel Settecento Antonio Lecchi - già ben noto per aver modificato il corso del Po nelle vicinanze della città di Cremona mediante l'uso di ripari, detti "pennelli", e aver pubblicato a questo proposito nel 1758 un volume denso di esempi pratici - in una dettagliata relazione riguardante un progetto di intervento sugli argini del Po nei territori piacentino e milanese, esternava i propri dubbi sull'intervento proposto e forniva le motivazioni derivanti da ripetuti sopralluoghi nelle due province: egli distingueva, in quella sede, tre tipi di argini detti "soprastante", "laterale" e "soggiacente" e indicava quest'ultimo come quello da considerarsi pericoloso per la possibilità della formazione di torbide al momento dell'urto delle onde di piena. Così i suoi studi lo inducevano a ritenere che nel caso in cui il fiume avesse effettuato una brusca curva l'argine lo dovesse accompagnare, allontanandosi però da esso il più possibile in modo che la corrente lo colpisse solo sul fianco (LECCHI 1760) e a conferma di quanto affermato riportava l'opinione di Giovan Battista BARATTIERI (1699) che nei suoi scritti aveva proposto come distanza di sicurezza di un argine dal fiume quella adottata per strutture che non avessero subito corrosioni per almeno 25-30 anni; sulla questione il Barattieri a sua volta ricordava il punto di vista di Leon Battista Alberti che, due secoli prima, così si era pronunciato: «Fa che la linea de gli argini non sia repente, ma stringa, e serri à poco à poco i fianchi».

Qualche anno dopo venne dato alle stampe un manuale redatto da Francesco Maria COLLE (1779) che passava in rassegna i motivi del degrado delle arginature del Po, partendo dalla situazione rilevabile nei pressi della foce. Egli individuava tra i principali responsabili delle ripetute piene il disboscamento selvaggio, la riduzione della pendenza dell'alveo per i forti depositi, le ripetute diramazioni e l'innalzamento dell'acqua per l'azione del mare, finendo con il suggerire rimedi che, di riflesso, mettevano sotto accusa proprio gli argini come i principali responsabili della destabilizzazione dell'intero bacino del Po. A suo parere se almeno nella parte finale del corso del Po si fossero demoliti alcuni argini o si fosse provveduto a costruire qualche taglio lungo l'alveo, riducendo così la lunghezza del fiume, si sarebbero ottenuti grossi vantaggi anche per le località più a monte.

Come accennato in precedenza, l'Ufficio degli argini e dugali venne sciolto nel 1786 e le competenze passarono a vari uffici municipali, dipartimentali e provinciali, come documentato da Bruno LOFFI (1990, p. 167 e seguenti) che scrive «All'unità d'Italia le arginature di difesa, pur bisognose di irrobustimento e regolarizzazione, sono già estese, nel Cremonese, lungo tutta l'asta di Po... tutte sono gestite da proprietari singoli o associati».

Tra i diversi problemi da affrontare c'era quello relativo allo spostamento del filone principale della corrente che, a sua volta, mobilitava ingenti quantitativi di sedimenti. Il di-

vagare del fiume obbligava a controllare di continuo i confini tra le diverse proprietà, onde stabilirne le pertinenze. Sintomatico, al proposito, si rivela il caso dell'isola Jesus, posta di fronte a Torricella del Pizzo, dove si trovava una cava per l'approvvigionamento di materia prima destinata ad una fornace per tegole, per la quale divenne necessario definire l'appartenenza tra il dominio austriaco e quello parmense. (ASCr, Arch. Genio Civile, b. 1, 29 gennaio 1844).

A volte anche strutture apparentemente resistenti cedevano all'impeto delle acque: nell'impossibilità di individuare le responsabilità di queste improvvise e inaspettate rotture si ipotizzava che a causarle potessero essere le tane di volpi e topi (ASCr, Arch. Genio Civile, P. I, b. 91, 5 dicembre 1807 a proposito di una rottura che aveva interessato argini a monte di Cremona, nel Lambro e nell'Adda), oppure il bestiame che veniva condotto al pascolo nei pressi dei "fascioni" di salice posti a difesa delle rive del fiume: masticando i giovani germogli dei salici questi animali finivano per indebolire le difese spondali (ASCr, Arch. Genio Civile, P. I, b. 91, 20 aprile 1809).

Nel frattempo si sperimentavano anche altre tecniche di difesa: presso Casalmaggiore, per esempio, venne rotto intenzionalmente un argine allo scopo di far entrare acqua di rigurgito che avrebbe dovuto trascinare e depositare della sabbia sia in un bodri, chiamato "bugno Ponzone", sia in depressioni limitrofe; in tal modo, sfruttando la forza del fiume anziché il lavoro dell'uomo, vennero eliminati dislivelli potenzialmente pericolosi in caso di piena, e contemporaneamente venne valutata la solidità di un nuovo tronco di argine che era stato da poco realizzato (ASCr, Arch. Genio civile, b. 5, 23 aprile 1811: «A norma del di lui verbale incarico ho fatto eseguire il taglio nel tratto d'argine vecchio di fronte al Bugno Ponzone acciò all'avvenire delle piene di Po' possi la torbida entrare nel perimetro circoscritto dal detto argine, e dal nuovo costruito nel 1809 e così coi depositi elevare il fondo del Bugno, e della campagna stessa essendo sempre sparsa di sorgive, e conseguentemente di nessun reddito ai rispettivi possessori. Il motivo principale però si è di sperimentare così la solidità del detto nuovo tronco d'argine onde poter esser certi ad ogni emergenza della sicurezza del medesimo, non che di rinforzarlo maggiormente nella sua base, mercè li sopraccitati depositi, che si otterranno dalle replicate innondazioni... »).

Preoccupavano sempre i fossi nei pressi delle basi arginali, per cui si arrivò a obbligare i proprietari alla loro chiusura, per scongiurare eventuali cedimenti o la creazione di pericolosi fontanazzi (ASCr, Arch. Genio civile, Sez I, b. 5, 30 marzo 1811; il documento riferisce di una simile azione intrapresa nel territorio a est di Martignana Po in cui si effettuò un censimento di tutti i proprietari dei fossi, dando «... il termine perentorio di giorni dieci dalla consegna della lettera d'avviso a dover otturare con terra forte e battuta li fossi stessi, estratte prima le materie fracide, e svelte le piante colle loro radici che fossero sui cigli di medesimi, colla comminatoria di far eseguire l'opera a spese di ciascuno... »).

Come detto in precedenza a difesa delle sponde venivano realizzati i cosiddetti pennelli, strutture poste longitudinalmente rispetto alla corrente del fiume allo scopo di determinare modificazioni del flusso principale della corrente. La loro realizzazione comportava l'impiego di diverse centinaia di "buzzoni", ossia intelaiature di rami di salice riempite di terriccio mescolato a pietre, che venivano dislocati nei momenti di magra a rinforzo delle sponde fluviali e, di riflesso, degli argini che si trovavano nei pressi.

La terra necessaria per la costruzione di argini veniva reperita in loco. In un documento, relativo alla realizzazione dell'argine nella zona di Casalmaggiore, l'appaltatore nella sua relazione spiega come il terriccio necessario venisse preso a 25, 52 e 95 metri dall'argine. (ASCr, Arch. Genio civile, b. 5, 10 maggio 1809; per la zona di Martignana Po e





Foto 2: un fontazzo formatosi sul lato esterno dell'argine maestro durante un evento di piena.

Casalmaggiore viene proposto un dettaglio delle opere che comprendevano, tra l'altro, il restauro del pennello detto "della chiesa di Fossa Caprara" per una lunghezza di 48 m, larghezza di 3 m e altezza di circa 8 m, nonché il rivestimento dell'argine in frodo per una lunghezza di 237 metri, ASCr, Arch. Genio civile, Sez. I, b. 5, 18 marzo 1808).

Un altro documento, relativo alla zona di Fossacaprara, completa questa notizia riferendo che la profondità dell'escavazione, effettuata nei campi interni all'argine, non doveva superare il metro e che dopo aver eliminato i primi 15 cm di terriccio ed aver ripulito il restante da ogni componente eterogenea, si procedeva con la stesura per strati (di 15 cm circa di spessore), curando che ogni strato dovesse essere battuto prima di accogliere il successivo. In questo caso vennero posti in

opera 3047 "buzzoni". L'argine a cui fa riferimento questo documento serviva da strada per il collegamento postale tra il casalasco e il reggiano nonché per il trasporto di merci: quindi rivestiva un ruolo di particolare importanza nonostante si trovasse, per motivi logistici, in una posizione particolarmente rischiosa, molto a ridosso del fiume (ASCr, Arch. Genio civile, Sez. I, b. 5, 10 dicembre 1811: «L'argine franato serve anche di unica strada postale da Casalmaggiore a Brescello indi ai Dipartimenti traspadani, ed è frequentato da moltissimi rotanti che traducono merci da Porti, e da varie città del Regno alla Capitale ed altrove»).

I danni provocati dal fiume erano tali da spingere le autorità ad eliminare qualsiasi circostanza che potesse interferire con le strutture di difesa. Un documento, per esempio, ci racconta come due mulini natanti ancorati alla sponda del fiume a Brancere di Stagno Lombardo dovessero assolutamente essere rimossi per questo motivo (ASCr, Arch. Genio civile, b. 1, 28 luglio 1830). Quando il filone della corrente si spostava, ecco allora che i mulini venivano spostati e ancorati nei siti più idonei; in un caso se ne cita una teoria di ben 18, con l'evidente rischio di creare sia moti turbolenti delle acque sia problemi alla navigazione fluviale (ASCr, Arch. Genio Civile, P. I, b. 25, 10 dicembre 1853; per approfondire l'argomento dei mulini natanti si veda Petracco in: *Storia di Cremona...* 2006, p. 196-197).

Anche le strade alzaie, che dovevano permettere il traino dei barconi in risalita, erano regolamentate: si doveva eliminare qualsiasi impedimento potesse ostacolare la libera circolazione - tronchi di arginelli privati, piante, ceppaie, ecc. - per una larghezza di circa 8 metri (ASCr, Arch. Genio Civile, b. 1, 16 marzo 1853, dall'I.R. Direzione Provinciale delle pubbliche costruzioni di Cremona ai fratelli Saltarelli per piante e arbusti da levarsi nella zona di Gerre de' Caprioli).

Agli inizi del XIX secolo si era ormai pronti a realizzare sistemi di difesa che avessero alle spalle sia studi teorici che esperienza pratica. Antonio BORDONI, insigne matematico pa-



vese, nel suo manuale (1820) spiegava con estrema precisione come dovesse essere progettato e costruito un nuovo argine: dal dissodamento dell'area all'estirpazione delle piante con le loro radici, alla ripulitura della terra, alla semina di gramigna ed erba medica sulla struttura per irrobustirla. Tra le operazioni consigliate, poi, per il buon governo degli argini citava la pulizia dagli alberi e arbusti, la necessità di evitare il pascolo del bestiame, l'eliminazione dei tratti di argini rimasti in golena per scongiurare la formazione di gorgi e la piantagione di salici nelle cave da cui veniva estratta la terra per l'argine; inoltre forniva disegni delle strutture con le relative misure.

Altri ipotizzavano radicali interventi lungo il corso del Po, sempre minacciato dall'impeto delle piene, le cui arginature dovevano essere ricostituite ed innalzate di continuo, con un notevole dispendio di risorse. Nel 1840 Giovanni GAGLIARDI riteneva indispensabile, per non dover innalzare costantemente gli argini, accorciare il fiume, riunire le sue diramazioni e trovare una foce adeguata. Pertanto, dopo un'analisi che riprendeva il lavoro di COLLE (1779), proponeva di risolvere i problemi maggiori con la costruzione di un alveo nuovo che avrebbe condotto la maggior parte delle acque del fiume verso sud, a partire da Serravalle, nel Ferrarese, fino alla rada di Goro.



Foto 3: argine maestro in primavera. Sono evidenti le macchie gialle di *Euphorbia cyparissias*.

Nonostante i continui interventi di manutenzione (ASCr, Arch. Genio Civile, P. II, b. 5, 25 ottobre 1872: nel caso qui documentato si era formata una corrosione a circa 18 metri dalla base dell'argine: nella fossa così formata vennero calate diverse piante di gelso, facilmente reperibili in loco), quando le condizioni meteorologiche erano fortemente sfavorevoli, gli abitanti delle zone limitrofe al fiume continuavano a trovarsi in situazioni terribili, come nel 1868 quando, per le insistenti piogge, l'argine di sinistra del Po crollò a Solarolo Monasterolo, allagando 30.000 ettari di campagne fino al fiume Oglio.

Tuttavia, verso la fine dell'800 si doveva constatare che, nonostante l'impiego di tante

energie e di tanti fondi, risultava illusorio ritenere vinta la battaglia contro il grande fiume. Nel 1876 l'ingegner LOMBARDINI (1876, p. 4) riferiva che il suo collega della Provincia di Cremona, Giuseppe Paralupi, riteneva che gli argini golenali fossero solo un lusso avendo misure ritenute eccessive e arrivando a proporre la loro eliminazione, riducendo le campagne golenali a bosco. Quei tronchi del tratto inferiore del Po sarebbero così bacini di ritenuta a maggior sicurezza delle pianure. Alla luce della situazione attuale queste proposte appaiono di una modernità sconcertante.

Nella seconda metà dell'800 si erano costituiti numerosi consorzi per la difesa del fiume tra i quali il Consorzio degli interessati agli argini di Po e il Comprensorio arginale casalasco. Questi si occupavano dell'argine maestro tra Cremona e Casalmaggiore, mentre consorzi arginali minori e golenali si occupavano di tratti anche di pochi chilometri: tra questi sono da ricordare il Consorzio arginale e di scolo delle basse di Po a Cavatigozzi, Picenengo, Due miglia e Corpi santi che gestì dopo il 1881 l'argine di frontiera che misurava 4,2 km, il Consorzio di Brancere (5 km a valle di Cremona), il Consorzio del Montone e Penzoli a difesa dell'ampia golena tra Pieve d'Olmi, Stagno Lombardo e il fiume, il Consorzio di Sommo con Porto, il Comprensorio per gli argini golenali di Torricella, Gussola, Martignana (nella parte meridionale della provincia) che gestì 14 km di arginature (LOFFI 1990, p. 173 e seguenti). Una carta del corso medio del Po di quell'epoca testimonia che le difese erano ormai ben definite, evidenziando contemporaneamente innumerevoli argini golenali testimoni di una parcellizzazione degli interventi sul fiume nei tempi passati (*Carta...* 1994; la carta è costituita da 47 mappe note come "Tavole Brioschi" in onore di Francesco Brioschi, matematico e ingegnere idraulico, primo direttore dell'Istituto tecnico superiore, poi Politecnico di Milano, a cui fu affidato lo studio).

Il fiume non è mai stato imbrigliato completamente, le carte della zona a monte di Cremona evidenziano, negli ultimi quattro secoli, un continuo spostamento dell'alveo con migrazione delle anse verso valle, con salti di meandro e loro diminuzione del raggio di curvatura: sono quindi continue le erosioni delle difese ed è ancora necessario costruirne di nuove (BRAGA & GERVASONI 1984). Così come si ricordano, anche in tempi recenti, disastrose alluvioni del fiume Po come quella del 1951 con la rottura degli argini in più punti (VIGNA 1997-1998).

### **3. Caratteristiche strutturali degli argini**

La progettazione delle arginature ha sempre seguito criteri per lo più empirici assumendo come altezza di riferimento progettuale il massimo livello di piena conosciuto e imponendo che la sommità delle arginature avesse un congruo margine di sicurezza (franco arginale) sopra di esso. Le arginature venivano così rialzate nel tempo di quel tanto che consentiva il contenimento, senza tracimazione, della massima piena verificatasi aggiungendo il franco di sicurezza. La nuova sezione arginale, al fine di mantenere stabili i parametri arginali (pendii laterali) con l'aumentare dell'altezza, acquisisce nuovi elementi quali: banca e sottobanca verso l'esterno e piarda, parapetto, antipetto e petto verso l'interno.

Nel caso degli argini maestri è previsto che risultino sufficientemente alti per contenere la piena più invasiva dell'ultimo secolo, con un franco arginale non inferiore a un metro. Le arginature del fiume Po e dei tratti rigurgitati dei suoi affluenti hanno così raggiunto, nel corso del XX secolo, valori superiori di oltre tre metri rispetto a quelli di fine Ottocento.

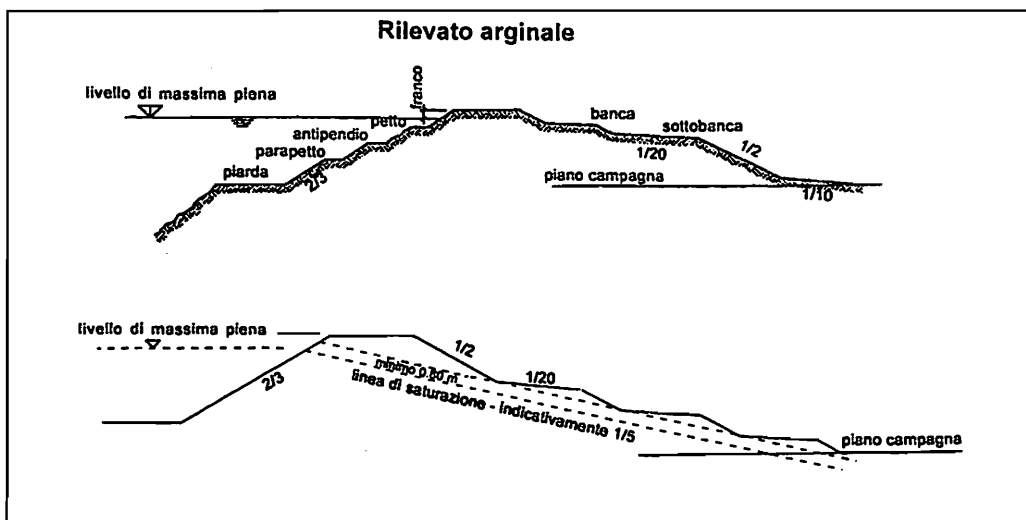


Fig. 5: sezione e caratteristiche tecniche generali di un rilevato arginale (da: Autorità di bacino del fiume Po, 1997 - *Piano stralcio per la difesa idrogeologica e della rete idrografica del bacino del fiume Po: quaderno delle Opere Tipo. Volume 1*).

Gli argini maestri dovrebbero contenere l'onda d'urto delle piene con portata quantificata in 10.000-12.000 m<sup>3</sup>/s, mentre portate di 6.000 m<sup>3</sup>/s dovrebbero essere contenute dagli argini golenali (DA DEPPO *et al.* 2002).

I materiali costituenti l'argine vengono spesso individuati nelle vicinanze anche per contenere le spese di trasporto: in genere si utilizza miscela composta da 1/3 di argilla e 2/3 di sabbia che ha modesta permeabilità e elevato peso specifico. Nelle zone più a rischio, spesso, vengono aggiunti materiali che servono per produrre o un soprizzo in rapporto alla quota di piena, oppure ringrossi arginali (ampliamento della base), diaframmatore e/o rivestimenti di sponda.

Per limitare le infiltrazioni, che potrebbero danneggiare la stabilità del sistema, viene ampliato il piede dell'argine nella parte di campagna seguendo l'antico criterio secondo cui va assunta una linea d'infiltrazione avente pendenza 1/5 a partire dal fiume dalla quota di massima piena. Nel Cremonese quindi è facile vedere argini maestri che nella parte a fiume presentano un solo gradino con notevole pendenza mentre nella parte a campagna due decisi gradini. Nel Polesine, dove il Po è pensile, si arriva anche a tre gradini. In una zona del delta la base di un argine, che nel XVII secolo era 20 metri, è oggi più di 50.

Le attività e gli interventi in prossimità degli argini sono regolati dal Testo Unico 523/1904 e dalla legge Galasso e successive modificazioni (DA DEPPO *et al.* 2002). La normativa vieta la piantumazione di alberi e arbusti sul piano e sulle scarpate degli argini e consiglia un rivestimento costituito da un tappeto erboso compatto e perenne di specie a radice strisciante e a sviluppo rizomatoso che imbriglino la parte superficiale dell'argine riducendo i fenomeni di dilavamento meteorico. Si parla di seminazione, zollatura, consolidamento con stoloni di graminacee e idrosemina con trattamento bituminoso legante (MERLA 1957). In alcune zone che presentano caratteristiche particolari sono utilizzati anche rivestimenti in conglomerato cementizio con l'interposizione di materiali elastici e resistenti, sul tipo degli antichi buzzoni. I buzzoni, intelaiature di legno dolce (ad es. salice) e cannuce, di 4-5 x 0,50 m contenenti terriccio mischiato a pietre di varie dimensioni, ve-



Foto 4: fenomeno di framamento superficiale.

nivano utilizzati in grande quantità per il rafforzamento delle sponde del fiume e contemporaneamente del piede dell'argine se in frodo, cioè nel caso in cui ci fosse coincidenza tra la sponda e l'argine stesso. L'Archivio di Stato di Cremona conserva un'ampia documentazione sull'argomento.

Attualmente gli argini sono costruiti con terra omogenea e di medio impasto, collocata in strati successivi di 50-60 cm e costipata strato per strato; gli argini meno elevati non presentano banche, o ne hanno di larghezza limitata; nei corsi d'acqua che sono soggetti a piene più brevi gli argini hanno larghezza ridotta purché il terreno su cui poggiano sia sufficientemente resistente.

In analogia con quanto avviene per le dighe in materiali sciolti, la verifica di stabilità del rilevato arginale è condotta tenendo in considerazione le diverse situazioni verificabili: al termine della costruzione (rilevato asciutto e assenza di acqua nel fiume), con il fiume al livello di massima piena e dopo un rapido abbassamento del livello idrico. L'analisi statica viene condotta ricercando tra diverse superfici potenziali di rottura, generalmente assunte di forma circolare, quella a cui corrisponde il minimo valore del coefficiente di sicurezza; tale valore deve risultare superiore a quello del coefficiente di sicurezza prescelto.

Il rilevato arginale viene realizzato con materiale poco permeabile, in modo che la superficie libera di filtrazione rimanga tutta interna al rilevato stesso, senza intersecarne il paramento lato campagna. Per valutare tale dato un criterio empirico di prima approssimazione, frequentemente utilizzato, è quello di ipotizzare che la linea freatica abbia andamento rettilineo a partire dal livello di massima piena, con pendenza compresa tra 1/5 e 1/7. Il paramento esterno deve essere sagonato in modo tale che la linea freatica sia costantemente ricoperta da uno spessore di terreno non inferiore di 0,80-1 m. Pendenze maggiori della linea freatica possono assumersi per i materiali meno permeabili e per cor-

si d'acqua le cui piene abbiano durata limitata, così che i tiranti idrici prossimi a quello di massima piena permangano solo per un periodo di tempo piuttosto breve, non sufficiente a portare a regime il moto di filtrazione, specie se il materiale di costruzione è, come detto, poco permeabile.

Le scarpate arginali devono essere opportunamente rivestite per proteggerle dall'azione erosiva esercitata dalla corrente idrica (scarpata interna), dalle acque piovane e dagli agenti meteorici. Per il paramento esterno è generalmente sufficiente un rivestimento erboso, impiantato su una ricopertura di terreno vegetale; per quello interno, i rivestimenti erbosi risultano applicabili limitatamente al caso in cui l'argine venga a contatto con l'acqua solo occasionalmente, altrimenti devono essere previsti rivestimenti particolari, in grado di resistere all'azione erosiva della corrente fluviale.

Qualora il terreno su cui poggia l'argine non sia adatto a sostenere carichi, si tende ad allargare la base dell'argine per mezzo delle banche costruendolo in tempi successivi. Nell'esecuzione dell'opera si mantiene un'altezza superiore del 10-15% rispetto all'altezza di progetto per tenere conto dell'abbassamento del terreno e del costipamento dell'argine, che viene poi rivestito d'erba, a mezzo di seminazione o con impianto di zolle erbose.

Un argine omogeneo si ottiene quando il terreno di appoggio è praticamente impermeabile e quando la terra utilizzata per la costruzione contenga almeno il 25% di argilla e limo e abbia una granulometria piuttosto estesa. Quando il terreno disponibile è prevalentemente argilloso vanno modificate le caratteristiche, almeno nella parte superficiale,

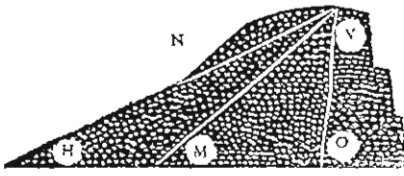
DELLE ACQUE.

69

CAPITOLO XXXXIII.

*Si addice la regola per fabricare gl'argini di tutta perfezione.*

**P**er fabbricarsi vn'argine s'edo, e sicuro contro la forza, e peso d'vn'acqua, sia di fiume, o serioso, o altro, è necessario, che la sua pianta sia larga verso l'acqua il duplicato della sua altezza, & habbia tal pendenza, o scarpata verso l'istessa, che formi il triangolo scaleno, come rappresenta il disegno H, V, O, perche facendo in tal



guisa a fornire al piano del terreno, e quello è di tale sodezza, che romperà qual suo voglia forze d'acqua, benché fosse il fiume Po, & se fosse il mare istesso con tutta la sua forza, perche sopra tale maniera d'argine pesando l'acqua per la inclinazione, che ella ha al centro delle cose gravi, lo calca, e rassoda, e dall'altra parte il di lei sforzo viene poco a poco dolcemente iminuito dal decliuo dell'argine in tal guisa può fabricato, che non venghi superato dall'acqua. Se gli si darà minor scarpata, è vero pendenza in forma

70

ARCHITETTURA

forma di triangolo l'isolese disegnato M, V, O, hauerà anche minor forza di resistere a quella dell'acqua, e per conseguenza, se hauerà pochissima, è niente di scarpata, come appare nella segnata V, O, all' hora l'argine sarà facilissimo a ruinarsi, & distruggerfi dall'acqua, ancorché fosse fabricato di tant' altezza, che l'acqua non lo potesse superare. Aggiungo per hora solo alla forma del sopradetto argine, acciò rieschi comodo a poterui condurre carra, o simili, che sarà bene dal mezzo della scarpata in sù aggiungerui terreno, & ingrossarlo al modo, che rappresenta l'esempio N, poichè in tal maniera si potrà transitarui sopra con carra, e riuscirà anche più sodo, e più sicuro.

CAPITOLO XXXXIV.

*Di molte osservazioni pratiche, per le quali si conosce la vera causa della corrosione del fiume Po distruttivo delle sue sponde in varie parti.*

**M**olti non meno pratici, che ingegnosi Ingegneri hormai si sono affaticati tanto, per ritrovare il vero rimedio alla corrosione, che continuamente va facendo il fiume Po nelle sue sponde, è ripe, con grandi rouine, e dannosi pericoli; ond' io per schiuare questi danni, hò giudicato bene apportare le osservazioni fatte fin' al tempo, che viveua la felice memoria di mio Padre, peritissimo tanto nelle machine de pesi, quanto d'acque, & altre simili, mentre si faceuano molte considerazioni sopra di quello fiume Po, delle quali sempre sin' hora ne hò conferuata la memoria, con fare molte altre con-

Fig. 6: regole costruttive alla fine del XVII secolo (da CAPRA 1672).

con opportuni miscugli di sabbia. Quando invece il terreno è prevalentemente sabbioso viene preferita la costruzione di un argine con nucleo di argilla, innestandolo nello strato di terreno impermeabile e aggiungendo, semmai, un diaframma in calcestruzzo armato.

#### 4. Materiali e metodi

L'indagine bibliografica effettuata mediante la consultazione del materiale disponibile nei principali centri di documentazione presenti nel territorio provinciale e nei dintorni, ha consentito la redazione di un elenco di fonti.

L'indagine cartografica, avente lo scopo di definire e stimare la superficie del territorio provinciale interessata dal sistema arginale riferibile al fiume Po, è stata condotta utilizzando la Carta tecnica regionale alla scala 1:10 000 (edizione 1994), nonché alcune carte tematiche e di sintesi tra cui:

- *Carta delle aree a rischio di esondazione fluviale in provincia di Cremona : (scala 1:50.000)*, 1997, Provincia di Cremona, Cremona;
- Carta pedologica 1:50.000, allegata a: *I suoli della pianura cremonese centrale: progetto Carta pedologica*, 2000, Ersal, Milano;
- Carta pedologica 1:30.000, allegata a: *I suoli della pianura cremonese centro-orientale: progetto Carta pedologica*, 1997, Ersal, Milano;
- Carta pedologica 1:25.000, allegata a: *I suoli del casalasco: progetto Carta pedologica*, 1992, Ersal, Milano.

La superficie di riferimento per l'indagine è risultata pari a 110 kmq circa, per un'estensione in direzione NW-SE pari a 42 km.

L'indagine floristica, svolta mediante uscite programmate nell'arco dell'intera stagione vegetativa, ha riguardato tutta l'area di riferimento. In particolare sono stati presi in considerazione gli argini del Po da Cremona a Casalmaggiore, sia maestri che golenali, oltre alle coronelle della zona di Stagno Lombardo. L'area è stata visitata nelle diverse stagioni, riportando per ogni esemplare determinato i seguenti dati: specie, comune e località di rinvenimento, data, ambiente, stadio fenologico e frequenza. È stata inoltre verificata la situazione distributiva lungo il fiume Po, in riferimento a tre settori: settore occidentale, da Spinadesco a Gerre de' Caprioli, settore centrale, da Stagno Lombardo a Solarolo Monasterolo, e settore orientale, da Motta Baluffi a Casalmaggiore.

Campioni d'erbario delle entità floristiche più interessanti sono conservati presso gli Autori.

L'indagine vegetazionale è stata condotta esclusivamente sulle tipologie erbacee (prati s.l.) presenti sui corpi arginali, scegliendo le stazioni sulla scorta delle informazioni emerse dall'indagine floristica, mediante rilevamento fitosociologico. Sono stati pertanto individuati tre transetti (Fig. 7 a, b, c) uno per ognuno dei settori sopra citati nei quali sono stati realizzati complessivamente 50 rilievi fitosociologici, in particolare:

- transetto A (lungo circa 2,5 km) situato nella porzione occidentale dell'area d'indagine, ricadente nei territori comunali di Spinadesco e di Cremona. Lungo questo transetto sono stati effettuati complessivamente 22 rilievi fitosociologici, tra primavera ed estate, distribuiti su tre corpi arginali differenti (argine maestro e argini extragolenali);
- transetto B (lungo circa 4,5 km) situato nella porzione centrale dell'area indagata, ricadente nei territori comunali di Stagno Lombardo e di Pieve d'Olmì. Lungo questo transetto sono stati effettuati complessivamente 16 rilievi fitosociologici, tra primavera ed estate, distribuiti su tre corpi arginali differenti (argine maestro e argini golenali);



- transetto C (lungo circa 1,5 km) situato nella porzione orientale dell'area considerata, ricadente nei territori comunali di Martignana Po e di Casalmaggiore. Lungo questo transetto sono stati effettuati complessivamente 12 rilievi fitosociologici, tra primavera ed estate, distribuiti su due corpi arginali differenti (argine maestro e argine golenale).

Sono stati inoltre utilizzati altri 3 rilievi precedentemente realizzati dagli Autori in altre aree arginali.

Per quanto riguarda le indagini relative agli apparati radicali sono state selezionate le due graminacee più frequenti: *Dactylis glomerata* e *Agropyron repens*. Per ciascuna di queste specie sono stati raccolti campioni interi e sono stati considerati i seguenti parametri:

- altezza campione (parte epigea e ipogea);
- numero di radici;
- lunghezza radicale (radici principali, secondarie e complessiva);
- diametro medio radicale (radici principali e secondarie);
- peso secco degli apparati radicali.

Inoltre sono stati ricavati, mediante calcolo, i seguenti parametri:

- volume radicale (radici principali e secondarie);
- superficie radicale;
- lunghezza specifica radicale (SRL).

Per i campioni di *Agropyron repens* sono stati misurati anche i dati morfometrici degli stoloni:

- numero stoloni per campione;
- lunghezza (singola e complessiva);
- diametro medio;
- volume medio;
- peso secco totale.

Le misurazioni sono state condotte seguendo quanto indicato da BOHM (1979):

- **altezza campione:** è stata misurata separatamente per i fusti e per l'apparato radicale con l'obiettivo di verificare un'eventuale correlazione tra i due dati;
- **numero radici:** il numero delle radici conteggiato nei diversi strati di suolo dà generalmente una buona indicazione della densità radicale in un profilo pedologico. Il numero delle radici principali e laterali viene conteggiato anche per procedere a una stima della loro lunghezza totale;
- **lunghezza radicale:** è stata calcolata conteggiando le intersezioni tra radici e una griglia regolare di linee. Si utilizza una vaschetta poco profonda di materiale plastico o di vetro trasparente, generalmente di 30x40 cm, una griglia viene quindi posizionata sotto il fondo della vaschetta, le radici umide vengono collocate nella vaschetta stessa con un po' d'acqua e disposte con una pinzetta in modo tale che non si sovrappongano, se necessario le radici più lunghe possono essere tagliate in più parti. Si contano poi le intersezioni totali delle radici con le linee orizzontali e verticali della griglia. La dimensione della griglia utilizzata è determinata in funzione della quantità di radici misurate. In letteratura vengono fornite le seguenti indicazioni:
  - per campioni di piccole radici con una lunghezza totale al di sotto di 1 m si utilizza una griglia di 1 cm di lato;
  - per campioni fino a circa 5 m si utilizza una griglia di 2 cm di lato;
  - per campioni con lunghezze totali superiori a 5 m è raccomandata una griglia di 5 cm di lato.

Sulla base delle esperienze riferite da КОРКЕ (1979) il numero di intersezioni in un so-







lo campione di radici dovrebbe essere compreso tra 50 e 400. Sotto il valore soglia decresce notevolmente l'accuratezza della misura. Alcune esperienze condotte in precedenza ci hanno permesso di verificare come ottimale, per i nostri campioni, la griglia di 2 cm.

La formula utilizzata poi per determinare le dimensioni in centimetri dell'apparato radicale è (TENNANT 1975):

lunghezza radici (R) = 1,57 x numero di intersezioni.

Numerose esperienze hanno dimostrato che la misura così ricavata è assai prossima alla misura reale, con deviazione standard sempre abbondantemente al di sotto del 10%;

- **diametro radicale:** è stato misurato direttamente su campioni di radici bagnate da poco con l'aiuto di un microscopio con oculare graduato. Sono state effettuate numerose misure campionarie per tutta la lunghezza delle singole radici. Prima di iniziare la misurazione le radici sono state poste in acqua per alcune ore, poiché molte radici seccano irregolarmente. È stata inoltre utilizzata la seguente tabella di classificazione:

| diametro radicale (mm) | classe di radici  |
|------------------------|-------------------|
| <0.5                   | molto fini        |
| 0.5-2                  | fini              |
| 2-5                    | sottili (piccole) |
| 5-10                   | medie             |
| 10-20                  | grandi            |
| >20                    | molto grandi      |

- **peso secco degli apparati radicali:** è stato determinato facendo seccare le radici, lavate e pulite, in stufa a 105°C per un periodo minimo di 4 ore e comunque fino al raggiungimento di un peso costante. Essiccatori di porcellana perforata, contenenti un prodotto disidratante (gel di silice) sono stati utilizzati per il raffreddamento dei campioni prima della pesata. È stata utilizzata anche una bilancia analitica Gibertini E42, con sensibilità pari a 0,1 mg, sia per le pesate dei campioni preventivamente sminuzzati sia per quelle delle capsule di porcellana utilizzate come tara;

- **volume radicale:** è stato calcolato, in modo indiretto, misurando il diametro medio delle radici e la lunghezza:

$$\text{volume radicale} = \pi r^2 h$$

dove  $r$  = raggio medio e  $h$  = lunghezza radicale totale;

- **superficie radicale:** questo dato, raramente utilizzato nelle ricerche ecologiche, sembra tuttavia uno dei migliori parametri per valutare l'assorbimento di nutrienti e acqua. Il metodo utilizzato ha previsto la determinazione del diametro medio di un gran numero di radici individuali e la misura della lunghezza totale radicale per campione. Da questi dati la superficie radicale è stata calcolata secondo la formula:

$$\text{superficie radicale} = 2 \pi r h$$

dove  $r$  = raggio medio e  $h$  = lunghezza radicale totale;

- **lunghezza specifica radicale (SRL):** consiste nella lunghezza radicale in riferimento al peso ed è espressa in m/g. Per la misura della lunghezza e della massa si vedano le specifiche già riportate.

Oltre alle misurazioni sopra riportate si è provveduto a scansionare e/o disegnare un rappresentativo numero di apparati radicali delle due specie.

Un ultimo saggio è stato effettuato al fine di determinare il quantitativo di radici lungo il profilo del terreno. A tale scopo è stato effettuato uno scavo sino alla profondità di 0,50 m, prelevando un campione di suolo ogni 10 cm per un totale di 5 campioni. Per ciascun campione del volume di 1.000 cm<sup>3</sup>, previa separazione, è stato pesato il quantitativo di radici in grammi. È stata inoltre determinata la tessitura del suolo di riferimento. Il peso secco degli apparati radicali ha seguito la metodica riferita precedentemente. Per la misura della tessitura è stata seguita la metodica SISS (SOCIETÀ ITALIANA SCIENZE DEL SUOLO 1985).



Foto 5: argine maestro nei pressi di San Daniele Po. La sommità è percorsa da una strada asfaltata.

## 5. La flora

Per flora si intende l'insieme delle specie vegetali presenti in un territorio; nel caso in esame sono state prese in considerazione le sole fanerogame.

Le ricerche bibliografiche effettuate dagli Autori hanno evidenziato la mancanza di studi specifici relativi alla flora arginale, sono state trovate soltanto informazioni di carattere generale in alcune "flore" locali.

Tra le ricerche più significative si possono citare l'indagine sull'area urbana di Pordenone comprensiva degli argini del fiume Noncello con prevalenti riferimenti fitosociologici (MARTINI & POLDINI 1980) e lo studio della flora del Polesine e del corso inferiore di Po e Adige (BENETTI & MARCHIORI 1992) dal quale si ricavano informazioni su circa duecento entità localizzate sulle difese arginali. Altre segnalazioni provengono dalle flore di aree adiacenti al Po, come nel caso della *Flora piacentina* (ROMANI & ALESSANDRINI 2001).

Per il Cremonese è interessante il lavoro presentato nel 1863 (ANONIMO), in occasione del primo convegno della Società agraria di Lombardia tenutosi a Cremona, nel quale è

contenuta una lista delle specie vegetali spontanee della zona. In particolare vengono segnalate per gli argini del Po una trentina di specie, tra cui alcune non più rinvenute. Fra queste ultime si segnalano: *Silene armeria*, *Stellaria holostea*, *Polygala vulgaris*, *Trigonella monspeliaca*, *Potentilla sterilis*, *Salvia verbenaca*, *Stachys germanica*, *Echinops sphaerocephalus*, *Orchis militaris*, *Danthonia decumbens* e *Bromus ramosus*.

La presente indagine floristica ha preso in considerazione gli argini della riva sinistra del Po cremonese da Spinadesco, in corrispondenza della foce del fiume Adda, fino a Casalmaggiore, in corrispondenza del confine provinciale. Sono stati considerati sia gli argini maestri sia quelli golenali sia le coronelle della zona di Stagno Lombardo. L'area è stata visitata più volte nelle diverse stagioni.

Le specie, presentate nell'elenco floristico che segue (si veda p. 72), sono indicate con il nome scientifico seguito da quello dell'Autore, la forma biologica, la forma corologica, la frequenza stimata e la distribuzione geografica nei tre settori convenzionalmente definiti lungo l'asta del Po. I dati sono stati integrati in quanto era disponibile nel database delle osservazioni effettuate a partire dal 2000 in relazione al progetto di cartografia floristica della provincia di Cremona (BONALI *et al.* 2006).

Sono state individuate complessivamente 350 specie, appartenenti a 217 generi e 61 famiglie. Tra queste ultime le più rappresentate sono risultate essere le Poaceae (Graminacee) e le Asteraceae (Compositae), rispettivamente con 52 e 43 specie, seguite dalle Fabaceae (Leguminose) con 27, dalle Lamiaceae (Labiatae) con 21 e dalle Brassicaceae (Crucifere) con 18. Le specie rinvenute nei tre settori sono rispettivamente 275 (ovest), 261 (centro), 240 (est).

Dai dati ottenuti sono stati ricavati i grafici relativi alle forme biologiche e corologiche e agli indici ecologici.

## 5.1 Spettro biologico

Le forme biologiche rappresentano un sistema per evidenziare le relazioni esistenti tra clima e flora. Le piante vascolari vengono a tal fine ripartite in una serie di categorie, denominate appunto "forme biologiche", legate agli adattamenti espressi dagli organismi vegetali per superare la stagione avversa (cioè il periodo di freddo invernale e/o di aridità estiva). Le forme biologiche secondo il modello proposto da RAUNKIAER (1934) sono:

- **Terofite (T)**: piante annuali che superano la stagione avversa allo stadio di seme;
- **Geofite (G)**: piante perenni con gemme sotterranee contenute in bulbi, tuberi o rizomi;
- **Idrofite (I)**: piante perenni acquatiche con gemme sommerse;
- **Elofite (He)**: piante perenni palustri, con gemme sotterranee, che crescono su suoli saturi di acqua;
- **Emicriptofite (H)**: piante perenni erbacee con gemme al di sotto del livello del suolo o erbacee a fusto sviluppato;
- **Camefite (Ch)**: piante perenni con gemme a meno di 0,2-0,3 m di altezza dal suolo e con base lignificata;
- **Fanerofite (P)**: piante perenni legnose con gemme a più di 0,3 m di altezza dal suolo. In questo gruppo sono confluite anche le specie dette **Nanofanerofite** cioè fanerofite di taglia ridotta.

Nella flora degli argini, ovviamente, non sono rappresentate le idrofite.

Lo spettro biologico relativo alla flora degli argini (Fig. 8) evidenzia la netta prevalenza delle emicriptofite (45,5%), seguite da terofite e fanerofite. Le emicriptofite sono nettamente avvantaggiate rispetto a tutte le altre dal tipo di clima: la loro distribuzione nelle regio-

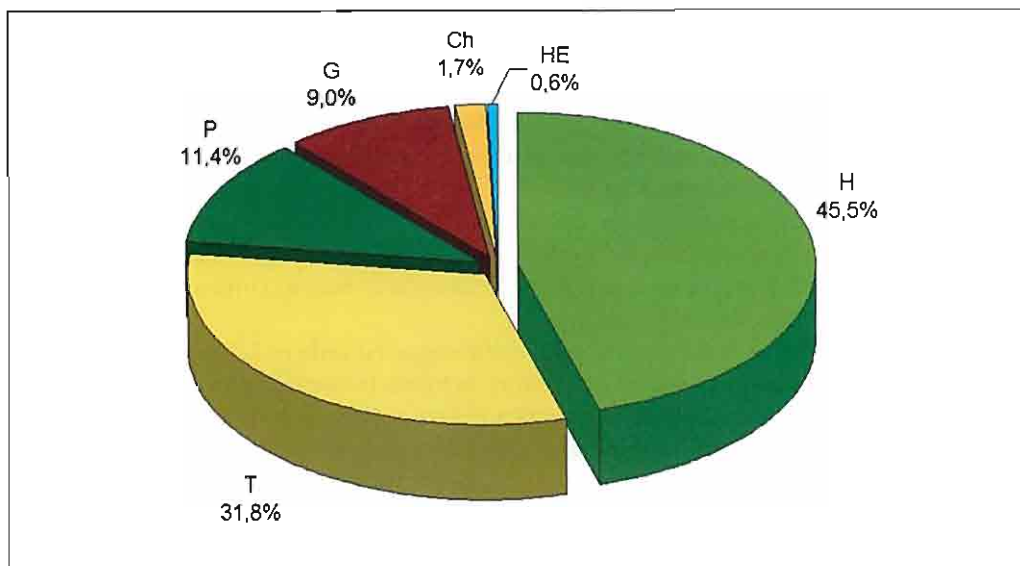


Fig. 8: spettro biologico.

ni italiane varia dal 28,1% della Sardegna al 47,3% del Piemonte (PIGNATTI 1994). Per quanto riguarda gli argini il dato ottenuto è quasi coincidente con quello relativo alla Lombardia intesa nella sua globalità (PIGNATTI 1994), comprendente, dunque, oltre alle aree di pianura anche quelle collinari e montane. Se invece teniamo conto della sola pianura (ZUCCHIERI *et al.* 1986), il valore è decisamente più alto e si avvicina ai dati riguardanti i territori pianiziali di Adda e Oglio. Per le terofite abbiamo invece una situazione diametralmente opposta: i massimi valori si hanno nelle aree a clima mediterraneo come Sicilia e Sardegna, i minimi si riscontrano in Trentino e Friuli. Per quanto riguarda gli argini si registra una percentuale pari al 31,8%, valore leggermente inferiore a quello dell'intera pianura (33,7%) ma decisamente superiore a quello relativo alle aree pianiziali di Adda e Oglio (rispettivamente 26,8% e 25%). Per la pianura centro-orientale al confine con il Cremonese, invece, il dato è molto simile (ZANOTTI 1991). Le fanerofite raggiungono qui l'11,4%, valore superiore a quello dell'intera Lombardia (8%) considerata anche la parte collinare e montana. Le geofite si attestano al 9%, richiamando condizioni più proprie dei boschi mesofili, dei quali, ovviamente, non v'è traccia sugli argini, anche grazie ai periodici sfalci. Bisogna tuttavia notare che se non venissero effettuare periodicamente operazioni di sfalcio, gli argini nel giro di poche stagioni verrebbero ricolonizzati dapprima da arbusti e poi da alberi. Tra uno sfalcio e l'altro è infatti molto frequente osservare lungo questi spazi erbosi plantule di olmo campestre, noce, robinia, gelso e arbusti quali prugnolo selvatico, sanguinello e amorfa. Camefite ed elofite sono poco rappresentate a causa del tipo di clima e di substrato poco favorevoli.

Mettendo a confronto i dati dei tre settori individuati per il presente studio (Fig. 9), si può osservare che le emicriptofite presentano variazioni minime, mentre le fanerofite procedendo lungo l'asta del Po, da ovest verso est, passano dal 10,9% al 12,64% del secondo settore, che è anche il più ricco di argini principali e secondari con una golena ampia diversi chilometri quadrati, all'8,36% del terzo settore, che ha una golena piuttosto ridotta e argini molto vicini al fiume. Il comportamento delle geofite conferma quanto appena osservato, presentando una percentuale più alta, anche se di poco, nel settore centrale rispetto agli altri due.

Adottando il rapporto emicriptofite/terofite (H/T) come unità di misura del grado di mediterraneità della flora e considerando bassi i valori meridionali e alti quelli settentrionali, possiamo interpretare il valore medio ottenuto di 1,43 come indice di discreta mediterraneità. Confrontando fra di loro tre settori si può notare che, mentre i primi due si attestano su grandezze superiori al valore medio (1,65 per il primo e 1,63 per il secondo), il terzo manifesta un valore di 1,38 che si discosta significativamente dai primi due.

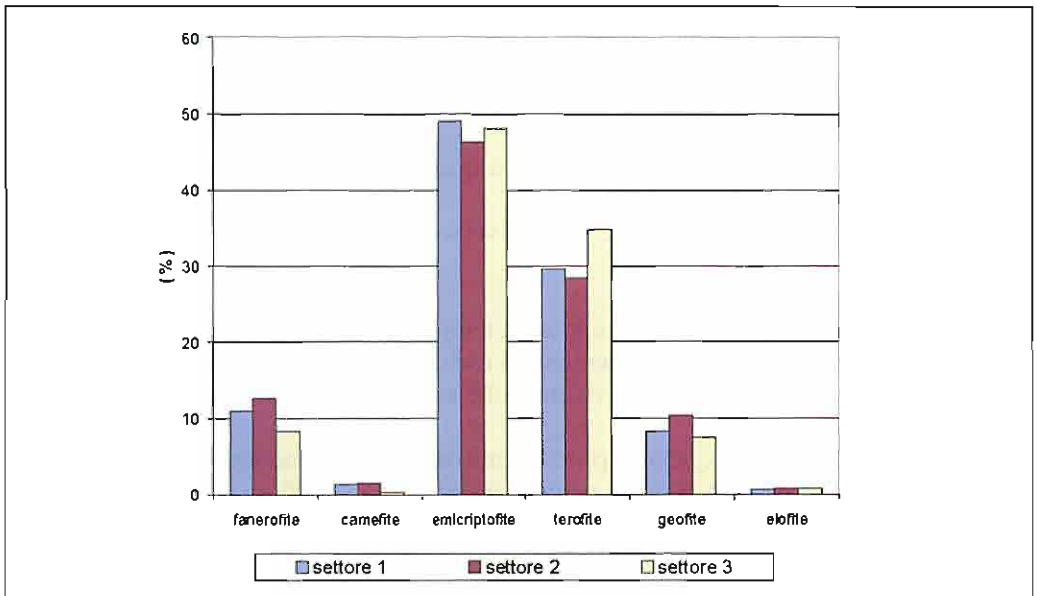


Fig. 9: confronto dei gruppi biologici nei tre settori.

## 5.2 Spettro corologico

Ogni specie vegetale possiede un proprio areale di distribuzione geografica con estensione assai diversificata in relazione a fattori ecologici (in particolare clima e substrato) e storici (luogo di speciazione) oltre che in funzione delle caratteristiche intrinseche della specie stessa. La ripetitività di determinati modelli di distribuzione delle specie consente di individuare alcuni tipi di areali, chiamati tipi corologici o corotipi. Sulla base di quanto pubblicato da POLDINI (1991), integrato con PIGNATTI (1982), sono stati individuati i seguenti corotipi:

**Macroterme** (specie di climi caldi):

- eurimediterranee: specie che dal Mediterraneo si irradiano anche nelle zone più calde dell'Europa media;
- stenomediterranee: specie strettamente legate al clima mediterraneo e che vivono generalmente solo sulle coste di questo mare;
- pontiche: specie orientali con areale gravitante su Ucraina, Valacchia e regioni a nord del mar Nero;
- sud-est-europee: specie che gravitano soprattutto nell'area Carpatico-Danubiana;
- esotiche naturalizzate: specie che si diffondono spontaneamente in un territorio estraneo



al loro areale (es.: Sud America, Nord America, Asia orientale, America tropicale, se-asiatico, neotropicale, ecc.).

**Mesoterme** (specie di climi intermedi):

- eurasiatiche: specie diffuse in tutte le zone temperate dell'Eurasia, sia in montagna che in pianura;
- eurosibiriche: specie il cui areale asiatico è principalmente in Siberia, sono pertanto legate ad un clima più freddo delle precedenti;
- europee: specie diffuse in tutte le zone temperate dell'Europa, ma che si diffondono parzialmente anche verso l'Asia e l'Africa settentrionale;
- paleotemperate: specie diffuse su tutte le zone temperate dell'Eurasia e dell'Africa settentrionale;
- mediterraneo-atlantiche: specie diffuse sia attorno al bacino del Mediterraneo che sulle coste atlantiche dell'Europa;
- cosmopolite: specie il cui areale si estende a quasi tutte le regioni del globo, eccezion fatta per le zone fredde circumpolari;
- subatlantiche: specie il cui areale gravita verso le coste atlantiche dell'Europa, dal Portogallo alla Norvegia;

**Microterme** (specie di climi freddi):

- circumboreali: specie diffuse in tutte le zone temperate e fredde dell'emisfero boreale;
- alpine: specie che vivono prevalentemente o esclusivamente sulle Alpi;
- mediterraneo-montane: specie che vivono sulle montagne che circondano il bacino del Mediterraneo;

Il gruppo più ampio è quello rappresentato dalle mesoterme che arrivano al 61,1% (Fig. 10). Il valore si eleva di 5 punti percentuali se riferito alla flora dell'intera provincia cremonese (BONALI *et al.* 2006).

Le macroterme arrivano invece al 31,6%, valore inferiore a quello riguardante l'intera provincia, che è pari a 35,7% circa. Il contributo maggiore viene dalle eurimediterranee, 15,2%, e dalle esotiche naturalizzate, 10,8%. Infine le microterme sono il 7,3%, con circumboreali quale gruppo nettamente più abbondante.

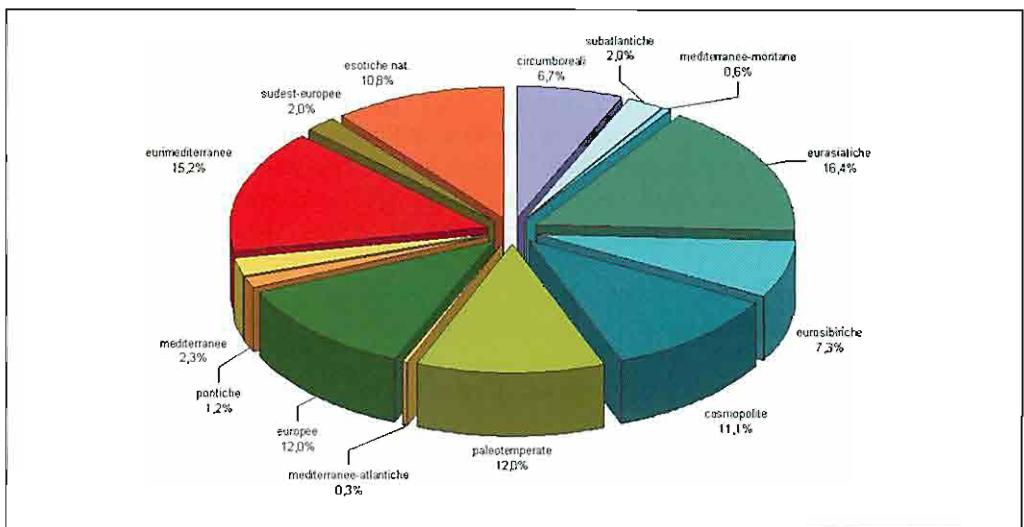


Fig. 10: spettro corologico.

Altri confronti sono possibili analizzando i singoli gruppi o aggregati. Le specie ad ampia distribuzione, cosmopolite e esotiche naturalizzate, sono, per esempio il 21,9%, dato piuttosto elevato se paragonato ai quello relativo all'intera Lombardia, ma decisamente basso se paragonato al dato relativo ad aree più ristrette come la pianura bresciana centro-occidentale (ZANOTTI 1991). Ciò a testimonianza del particolare tipo di habitat che pur risultando influenzato dalla situazione limitrofa, che è di profonde trasformazioni ambientali e coltivazioni intensive, denota ancora una sufficiente naturalità, grazie a una gestione che non si discosta di molto, se non nella meccanizzazione, da quella in uso nel passato più o meno recente. Infine i dati che presentano alcune differenze, se riferiti alla flora dell'intera provincia, sono quelli riguardanti le eurasiatiche (16,4%) e le paleotemperate (12%), di 4 e 3,5 punti rispettivamente superiori.

Le specie esotiche naturalizzate, in una pianura trasformata da secoli di agricoltura intensiva e specializzata, sono aumentate progressivamente di numero, in particolare quelle provenienti dall'America (Fig. 11; 82,5% americane - di cui 60% nordamericane e 22,5% dell'America tropicale - il rimanente dell'Asia orientale).

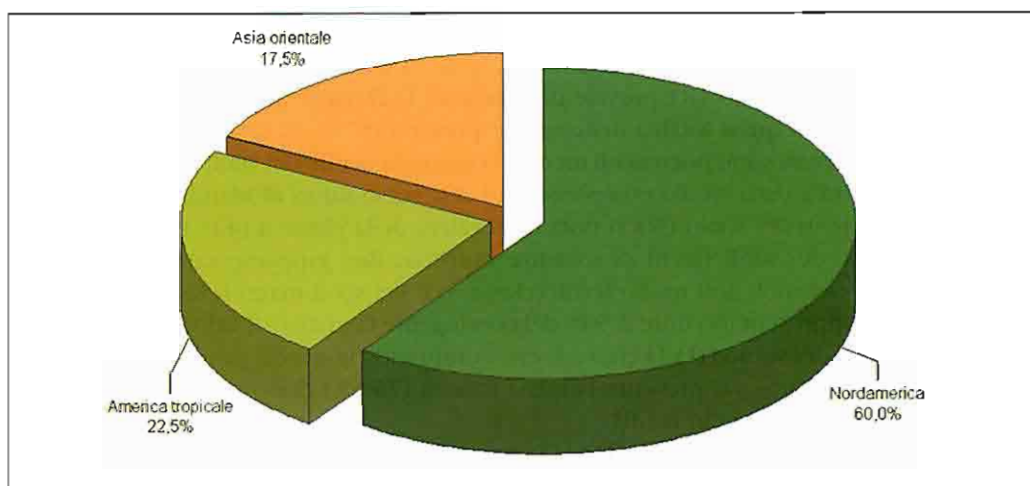


Fig. 11: aree di provenienza delle specie esotiche naturalizzate.

### 5.3 Indici ecologici

L'ecologia di una specie è definita dall'insieme delle sue esigenze ambientali, soprattutto relative al suolo (esigenze edafiche) e al clima (esigenze climatiche). Gli indici ecologici servono a valutare le limitazioni fisiologiche e di competizione con altri organismi. Anche se tali indici non soddisfano l'ampia variabilità della risposta biologica, pur tuttavia rimangono validi riferimenti per una caratterizzazione sintetica. Le scale utilizzate vanno da 1 (valori bassi) a 5 (valori elevati). Per la valutazione dello spettro ecologico sono stati utilizzati i valori definiti da LANDOLF (1977):

#### 1. esigenze edafiche

**F:** umidità del suolo. Indica l'umidità media del suolo nel periodo vegetativo;

**R:** grado di acidità del suolo. Definisce la relazione tra pianta e pH del suolo;

**N:** nutrienti del suolo. Indica il contenuto di sostanze nutritive (in particolare composti dell'azoto) presenti nel suolo;



**H:** tenore in humus del suolo. Indica la quantità di humus presente nel suolo;  
**D:** granulometria del suolo. Definisce la dimensione delle particelle del suolo e la relativa aerazione.

## 2. esigenze climatiche

**L:** luminosità. Indica l'intensità media di luce che assicura un buon accrescimento alla specie durante il periodo vegetativo;

**T:** temperatura. Indica la temperatura media ottimale per la pianta durante il periodo vegetativo.

**K:** continentalità-oceanicità. Sintetizza i parametri di escursione termica annua e giornaliera, nonché l'umidità dell'aria.

Sono stati così elaborati alcuni grafici in grado di definire la situazione ambientale complessiva mediante l'analisi dei vari fattori ecologici (Fig. 12).

- indice di umidità media del suolo (**F**): la classe 3, che comprende le specie dei suoli da moderatamente aridi a umidi, è la più rappresentata (42,8%). Sono ben rappresentate anche le due classi inferiori che comprendono le specie dei suoli aridi e molto aridi e complessivamente raggiungono il 46,1%. Tale situazione ben evidenzia le peculiarità delle praterie arginali dove i fattori inclinazione ed esposizione spesso influenzano l'umidità del suolo stesso. Inoltre il 25,7% delle specie indicano umidità del suolo variabile. Il valore medio è pari a 2,57;
- indice di acidità del suolo (**R**): prevale decisamente la classe 3 (66,6%) che assieme alla classe 4 determina la quasi totalità delle specie presenti (97%). La prima classe comprende le specie preferenti suoli poco acidi mentre la seconda quelle dei suoli tendenzialmente alcalini. Ciò sposta il dato medio complessivo (3,28), verso valori di blanda alcalinità;
- indice dei nutrienti del suolo (**N**): si nota il prevalere della classe 4 (44%) che raggruppa le specie tipiche dei suoli ricchi di sostanze nutritive. Ben rappresentate sono tuttavia anche le specie dei suoli non molto fertili (classe 3) e dei suoli magri (classe 2) che complessivamente rappresentano oltre il 50% del contingente floristico. Il valore medio è 3,34;
- indice di humus del suolo (**H**): la classe 3, che comprende le specie proprie dei suoli con tenore medio di humus, rappresenta la quasi totalità (76,6%). Sono pressoché assenti le classi estreme. Il valore medio è 3,01;
- indice di granulometria del suolo (**D**): la classe 4, che raggruppa le specie dei suoli sabbiosi, fini e poveri di scheletro, è la più rappresentata (56,3%). Segue la classe 3 (24,1%),

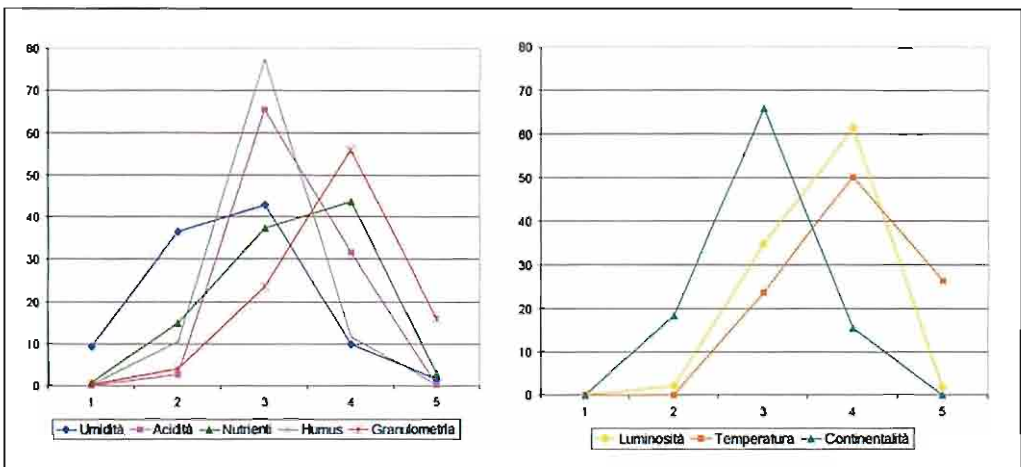


Fig. 12: diagramma degli indici ecologici in riferimento alle esigenze climatiche.

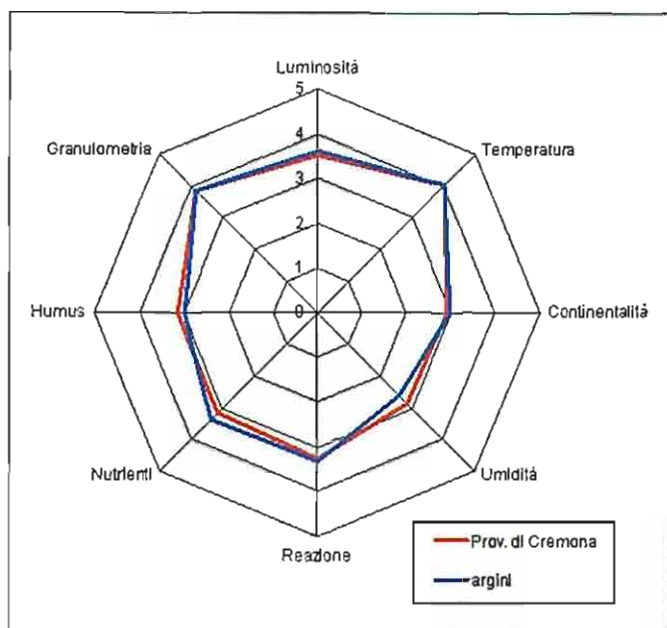


Fig. 13: confronto tra ecogramma della flora arginale e della flora provinciale.

percentuali inferiori al 5%. Il valore medio è 3,63%;

- indice di temperatura media (**T**): la classe 4, che comprende le specie con distribuzione prevalentemente collinare e planiziale, è la più rappresentata (49,5%). Ben rappresentate sono anche le classi 3 (24%), che raggruppa le specie ad ampia diffusione ma con ripartizione principale nella zona submontana, e 5 (26,5%), che comprende le specie più spiccatamente termofile con ripartizione principale nell'Europa meridionale. Sono assenti le classi 1 e 2. Il valore medio è 4,02;

- indice di continentalità del clima (**K**): la classe 3, comprendente le specie con diffusione principale fuori dalle regioni a marcata continentalità e ad ampio spettro ecologico, è decisamente dominante (65,9%). Seguono le classi 2 (18,3%), che comprende le specie proprie delle regioni a clima suboceanico non tolleranti le gelate tardive e le temperature estreme, e 4 (15,9%), che comprende le specie dei climi subcontinentali caratterizzati da variazioni anche notevoli di temperatura. Sono assenti le classi estreme. Il valore medio è 2,98.

Mediante la realizzazione di un ecogramma è stato confrontato l'ambiente arginale definito dagli indici ecologici sopra descritti con il territorio provinciale secondo i dati floristici recentemente pubblicati (BONALI *et al.* 2006). I dati che emergono sono i seguenti:

- i valori medi di umidità e humus sono decisamente superiori per il territorio provinciale nel suo complesso rispetto all'ambiente arginale;
- i valori di nutrienti e, in subordine, di luminosità sono invece superiori per i corpi arginali;
- i valori di temperatura, continentalità, acidità e granulometria del suolo degli argini sono assimilabili al valore medio provinciale.

#### 5.4 Distribuzione geografica

Oltre alla distribuzione geografica delle specie nel Cremonese, desumibile dall'elenco floristico (p. 72), è stato possibile anche effettuare un confronto con la situazione del

che comprende le specie tipiche dei suoli piuttosto permeabili, ricchi in scheletro, sabbiosi e ben areati. Discretamente rappresentata è anche la classe 5 (15,4%), comprendente le specie tipiche dei suoli argillosi o torbosi e poco ossigenati. Il valore medio è 3,83;

- indice di radiazione luminosa (**L**): la classe più rappresentata è la 4 (61,7%), che comprende le specie tendenzialmente eliofile, che sopportano solo temporaneamente l'ombra. Segue la classe 3 (34,1%), che raggruppa le specie che crescono solitamente in condizioni di penombra e raramente in pieno sole. Le altre classi sono assenti o compaiono con



Foto 6: argine maestro. Alberi e arbusti sono contenuti dalle periodiche operazioni di sfalcio.

Polesine presentata da BENETTI & MARCHIORI (1992). Sono stati estrapolati i dati che indicano le presenze relative agli argini di Po e Adige che potendo contare su ben 200 *taxa* assumono un valore più che significativo per la comparazione dei dati delle due aree riferiti agli spettri biologici (Fig. 14) e corologici (Fig. 15).

Pur tenendo presente che il Polesine si colloca circa 200 km più a est del Cremonese e quindi dal punto di vista climatico risente della vicinanza del bacino Adriatico, si può

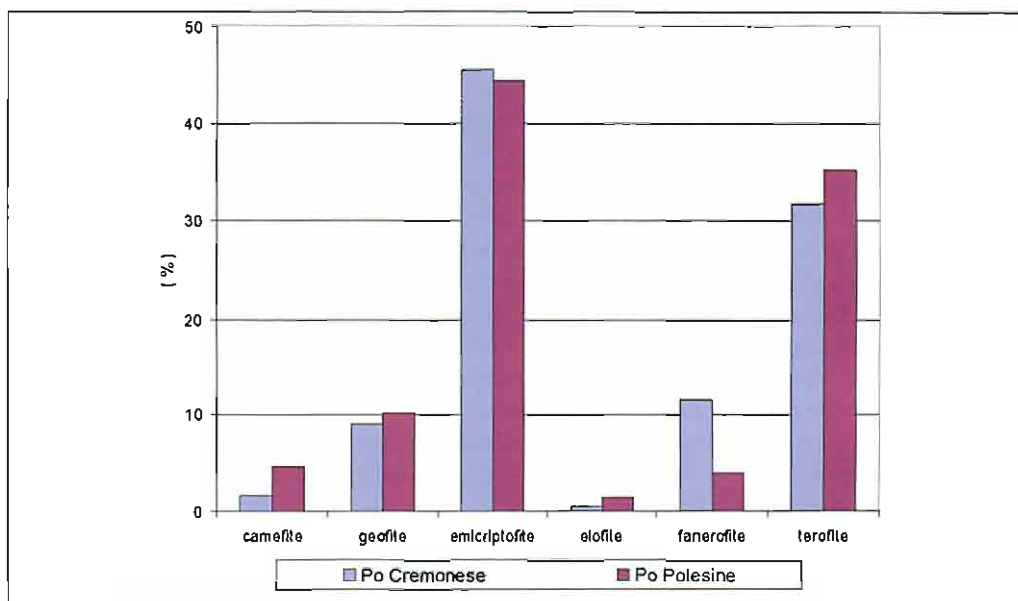


Fig. 14: confronto tra gli spettri biologici degli argini cremonesi e quelli di un'area del Polesine.

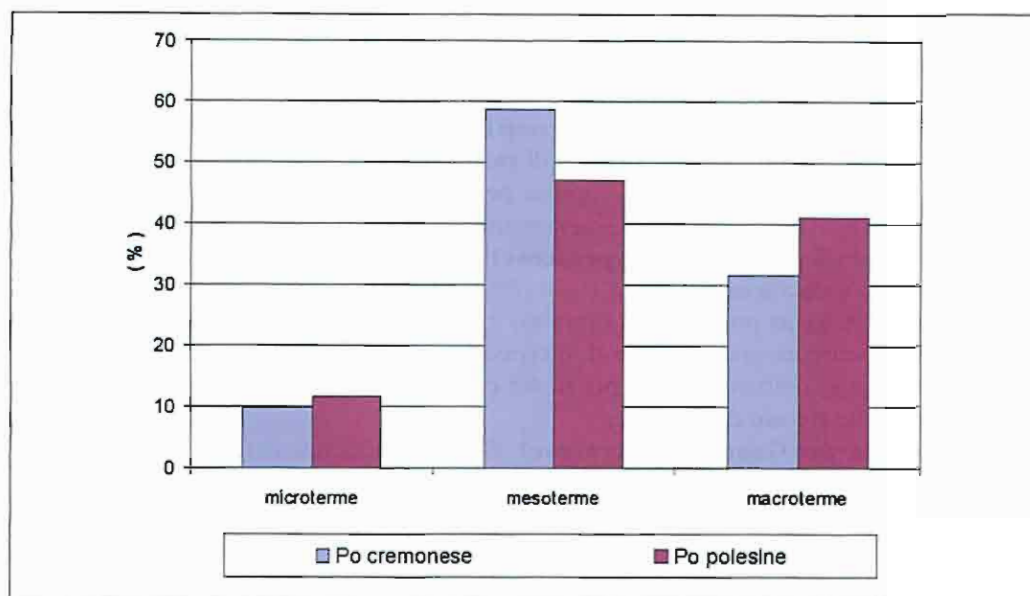


Fig. 15: confronto tra i gruppi corologici del Po cremonese e quelli di un'area del Polesine.

osservare che la differenza più marcata riguarda le fanerofite, che nel Cremonese risultano essere il triplo rispetto al Polesine, seguono le camefite, che al contrario nel Cremonese sono quantitativamente molto inferiori, circa un terzo che nel Polesine. Infine le terofite nel Cremonese rappresentano il 31,8% del totale mentre nel Polesine il 35,2%.

Si nota, come prevedibile, che mentre la situazione per la componente microterma è sostanzialmente simile, per le mesoterme i valori relativi al Cremonese superano di circa 9 punti percentuali quelli polesiani. Per le macroterme si ha, infine, una situazione opposta: 31,5% per il Cremonese e 41,1% per il Polesine. Quest'ultimo dato è in linea con la posizione geografica delle due aree in esame, delle quali la seconda è caratterizzata da un'influenza marittima più consistente.

### 5.5 Specie di particolare interesse

Tenendo conto delle osservazioni effettuate, delle indicazioni contenute nella *Flora d'Italia* (PIGNATTI 1982) e sulla scorta delle conoscenze riferite all'intera provincia, viene di seguito riportato un elenco di specie di notevole interesse fitogeografico:

***Ajuga genevensis* L. (Lamiaceae)** - H scap (emicriptofita scaposa), eurasiatica (subpontica-substepptica): è considerata comune nei prati e nelle boscaglie di tutta l'Italia escluse le isole. Nell'area in esame compare nella parte centrale della provincia, anche frequente, ma localizzata su sponde, margini di strade e incolti piuttosto aridi. Sugli argini è presente soltanto nell'area più settentrionale del comune di Spinadesco, talvolta anche in dense colonie.

***Althaea cannabina* L. (Malvaceae)** - H scap (emicriptofita scaposa), s-europea-w-asiatica (subpontica): viene considerata pressoché scomparsa dalla Padania. È tuttavia presente nella parte centro-meridionale della provincia di Cremona, quindi anche sugli argini, in discrete popolazioni.

***Astragalus cicer* L. (Fabaceae)** - H scap (emicriptofita scaposa), sudsibirica-pontica: è ritenuta una specie tipica di incolti, margini di sentieri, pendii erbosi aridi delle Alpi e delle

colline circostanti, con fugaci apparizioni in pianura. In provincia di Cremona è stata individuata un'unica stazione, caratterizzata da una popolazione piuttosto cospicua, sull'argine maestro di Spinadesco. Nelle provincie limitrofe è comunque piuttosto rara.

***Bromus inermis* Leyser (Poaceae)** - H caesp (emicriptofita cespitosa), eurasiatica: è ritenuta comune per radure, sponde, margini di vie, incolti sulle Alpi e sui rilievi prealpini. In provincia di Cremona è osservabile, copiosa, per alcuni tratti in tutti e tre i settori. La sua presenza nelle provincie limitrofe è scarsamente documentata.

***Carex caryophyllea* La Tourr. (Cyperaceae)** - H scap (emicriptofita scaposa), eurasiatica: pur essendo indicata nella *Flora d'Italia* (PIGNATTI 1982) come specie comune nei prati aridi di tutta l'Italia, in provincia di Cremona è presente quasi esclusivamente sulle arginature e sulle scarpate aride. I territori interessati sono i comuni di Spinadesco, Gerre de' Caprioli e Stagno Lombardo. Come per molte carici, l'individuazione è talvolta problematica a causa delle ridotte dimensioni.

***Carex liparocarpos* Gaudin (Cyperaceae)** - G rhiz (geofita rizomatosa), sudest-europea: la specie viene indicata come rara per l'Italia, presente su dune consolidate e prati aridi steppici. In provincia di Cremona le poche stazioni censite si trovano sugli argini golenali nel comune di Stagno Lombardo, in località Gerre del Pesce. Pochi esemplari.

***Carex tomentosa* L. (Cyperaceae)** - H caesp (emicriptofita cespitosa), eurosibirica: la specie viene indicata come rara, presente soprattutto nei prati umidi torbosi dell'Italia settentrionale. In provincia di Cremona è stata individuata una stazione, lungo la strada arginale tra Gerre de' Caprioli e Brancere, con diversi esemplari.

***Centaurea deusta* Ten. (Asteraceae)** - H bienn (emicriptofita bienne), endemica: nella *Flora d'Italia* (PIGNATTI 1982) si evidenzia la mancanza di uno studio aggiornato riguardante questa specie. Spesso gli esemplari rinvenuti appartengono a sottospecie, gli esemplari del Cremonese, per esempio, appartenerebbero alla subsp. *splendens*. La stazione individuata si trova su un arido argine secondario al confine tra i comuni di Cremona e Spinadesco.

***Chaerophyllum bulbosum* L. (Apiaceae)** - H bienn (emicriptofita bienne), eurosibirica: si tratta di una specie anticamente coltivata e inselvatichita, presente in Italia solo in alcune zone del Piemonte (PIGNATTI 1982) e del Piacentino (ROMANI & ALESSANDRINI 2001). Oltre che nella gola del Po, ne sono stati rinvenuti esemplari su un arginello golenale nel comune di Stagno Lombardo, in località Gerre del Pesce.

***Colchicum autumnale* L. (Liliaceae)** - G bulb (geofita bulbosa), centro-europea: la specie viene definita rara in prati falciati, ambienti umidi e schiarite boschive della pianura padana. Anche nel territorio cremonese è stata osservata raramente, soprattutto ai margini di prati stabili. Una discreta popolazione è stata rinvenuta su un arginello golenale, completamente eliminato nel 2003, nel comune di Stagno Lombardo.

***Cuscuta epithymum* (L.) L. (Convolvulaceae)** - T par (terofita parassita), eurasiatica temperata: specie parassita di piante erbacee e legnose, viene considerata comune in tutto il territorio italiano. In provincia di Cremona è invece stata poco osservata, poche stazioni sugli argini da Spinadesco a San Daniele Po.

***Draba muralis* L. (Brassicaceae)** - T scap (terofita scaposa), circumboreale: la specie viene indicata come rara nella pianura padana, presente in particolare in incolti, ai margini di strade e su muretti. Le stazioni segnalate per la specie nel Cremonese si trovano spesso sugli argini dell'Adda, dell'Oglio e anche del Po. Due stazioni si trovano una nel comune di Spinadesco, nei pressi della cascina Boffalora, e l'altra su un argine golenale nel comune di Cremona, in località Bagnara, presso l'inceneritore.





Foto 7: *Alibaea cannabina* L. - Malvaceae.



Foto 8: *Astragalus cicer* L. - Fabaceae.



Foto 9: *Carex caryophylla* La'Tourr. - Cyperaceae.



Foto 10: *Carex liparocarpos* Gaudin - Cyperaceae.





Foto 11: *Carex tomentosa* L. - Cyperaceae.



Foto 12: *Centaurea deusta* Ten. - Asteraceae.



Foto 13: *Chaerophyllum bulbosum* L. - Apiaceae.



Foto 14: *Colchicum autumnale* L. - Liliaceae.

***Eryngium campestre* L. (Apiaceae)** - H scap (emicriptofita scaposa), eurimediterranea: la specie è comune nella pianura, nel Cremonese è quasi esclusivamente confinata nelle praterie arginali dove si presenta con popolazioni discretamente abbondanti, come nel comune di Stagno Lombardo. Anche nelle province limitrofe è scarsamente presente.

***Genista tinctoria* L. (Fabaceae)** - Ch suffr (camefita suffruticosa), eurasiatica: pur essendo indicata come comune per l'Italia, nel Cremonese è presente solo in alcuni tratti della gola dell'Oglio, nel territorio di Rivolta d'Adda, sul Pianalto di Romanengo e, con una sola stazione di pochi esemplari, sull'argine maestro del Po, nel comune di Spinadesco appena oltre la chiavica del Riglio.

***Knautia arvensis* (L.) Coulter (Dipsacaceae)** - H scap (emicriptofita scaposa), eurasiatica: indicata come comune soprattutto sui rilievi, è osservabile per un notevole tratto dell'argine maestro al confine tra i comuni di Gerre de' Caprioli e Stagno Lombardo.

***Leucojum aestivum* L. (Amaryllidaceae)** - G bulb (geofita bulbosa), centroeuropea-caucasica: specie protetta in via di forte rarefazione per l'alterazione degli habitat; è tipica dei prati umidi torbosi e delle paludi. Raramente se ne osservano alcuni esemplari sugli arginelli golenali come, per esempio, nel territorio di Torricella del Pizzo.

***Orchis purpurea* Hudson (Orchidaceae)** - G bulb (geofita bulbosa), eurasiatica: la specie, protetta, viene indicata come comune nell'Italia settentrionale, dove tuttavia è quasi scomparsa dalla pianura come testimoniano anche le scarse segnalazioni provenienti dalle province limitrofe. Nel Cremonese è l'unica orchidacea presente sugli argini in tre stazioni nei comuni di Gerre de' Caprioli e Stagno Lombardo. In una di queste risultano presenti da diversi anni oltre una ventina di esemplari, alcuni vistosi, e recentemente è stata osservata una tendenza all'espansione (ALLEGRI & GHEZZI 2000).

***Origanum vulgare* L. (Lamiaceae)** - H scap (emicriptofita scaposa), eurasiatica: la specie viene considerata comune nell'Italia settentrionale, ma è assente dalla pianura padana. L'unica stazione rinvenuta nell'intera provincia si trova sull'argine maestro del Po, nel comune di Spinadesco.

***Potentilla recta* L. (Rosaceae)** - H scap (emicriptofita scaposa), mediterraneo-pontica: la specie è rara in tutto il territorio italiano, localmente comune nell'Italia settentrionale. È stata osservata in alcune stazioni nella parte centrale della provincia di Cremona, una di queste nel territorio di Stagno Lombardo.

***Prunella laciniata* (L.) L. (Lamiaceae)** - H scap (emicriptofita scaposa), eurimediterranea: la specie è indicata come tipica dei prati aridi in tutta l'Italia, ma assente dalla pianura padana. Nella provincia di Cremona risulta assai rara, è stata rinvenuta una stazione, con pochi esemplari, su un arginello immediatamente retrostante l'argine maestro nel comune di Gerre de' Caprioli, in località Bosco ex-parmigiano.

***Rhamnus catharticus* L. (Rhamnaceae)** - P caesp (fanerofita cespitosa), sud-europea-pontica: praticamente presente ovunque in Italia, in boschi termofili e cespuglieti. In provincia di Cremona è concentrata nella parte settentrionale, con poche stazioni nella parte centrale. Sugli argini sono stati rinvenuti pochi esemplari nei comuni di Spinadesco e Stagno Lombardo.

***Rumex cristatus* DC. (Polygonaceae)** - H scap (emicriptofita scaposa), nordest-mediterranea: si tratta di una specie che era segnalata solo in Sicilia e nell'Italia meridionale, ma che si sta diffondendo anche nel centro Europa e negli ultimi anni anche in Francia e Slovenia. Le segnalazioni cremonesi sono riferite esclusivamente a tratti arginali situati nei comuni di Stagno Lombardo, località Ca' de' Gatti, Torricella del Pizzo e Casalmaggiore.

***Thlaspi alliaceum* L. (Brassicaceae)** - T scap (terofita scaposa), sud-europea-subatlantica:





Foto 15: *Eryngium campestre* L. - Apiaceae.



Foto 16: *Genista tinctoria* L. - Fabaceae.



Foto 17: *Knautia arvensis* (L.) Coultter - Dipsacaceae.



Foto 18: *Orchis purpurea* Hudson - Orchidaceae.





Foto 19: *Origanum vulgare* L. - Lamiaceae.



Foto 20: *Potentilla recta* L. - Rosaceae.



Foto 21: *Rumex cristatus* DC.: - Polygonaceae.



Foto 22: *Viola canina* L. - Violaceae.

regolarmente presente nella penisola ma scarsamente al Nord, si rinviene di frequente nella parte meridionale della provincia con diffusione sugli argini da Spinadesco a Motta Baluffi, anche con abbondanti popolazioni.

***Thymus pulegioides* L. (Lamiaceae)** - Ch rept (camefita reptante), eurasiatica: appartiene ad un gruppo di difficile determinazione che si presenta con numerose specie, tra le quali *T. pulegioides*. È indicata come rara nei prati aridi, con discrete popolazioni nei comuni di Spinadesco e Torricella del Pizzo.

***Vicia hybrida* L. (Fabaceae)** - T scap (terofita scaposa), eurimediterranea: la specie, rara per la Lombardia, è presente con numerosi esemplari, ma localizzata, sull'argine maestro nel comune di Pieve d'Olmi, in località Ca' de' Gatti.

***Viola canina* L. (Violaceae)** - H scap (emicriptofita scaposa), eurasiatica: la specie, presente solo nell'Italia settentrionale, è indicata come rara e tipica di pascoli magri, radure e margini boschivi. Nel Cremonese è poco frequente con alcune stazioni sugli argini nei comuni di Spinadesco e Stagno Lombardo.

***Viola elatior* Fries (Violaceae)** - H scap (emicriptofita scaposa), eurasiatica: specie considerata assai rara e presente solo nell'Italia settentrionale, nel Cremonese è presente in una stazione su un arginello retrostante l'argine maestro nel comune di Stagno Lombardo, in località Gerre del Pesce.

## 6. La vegetazione

I prati presenti lungo gli argini fluviali sono, dal punto di vista vegetazionale, simili a una prateria seminaturale di pianura. Questo tipo di habitat tende, nel resto del territorio, a scomparire con il mutare delle esigenze economiche.

I corpi arginali, che per decine di chilometri affiancano i corsi d'acqua e costituiscono un sistema continuo, hanno una copertura vegetale perenne di solito mantenuta stabil-



Foto 23: argine maestro in tarda estate.

mente a prateria per motivi di sicurezza idraulica. Gli sfalci periodici e regolari, se condotti con modalità corrette, e l'asportazione del materiale sfalciato hanno finora garantito la conservazione della diversità e la continuità fisica del cotico erboso. Tali praterie possono pertanto essere caratterizzate da una notevole diversità ecologica (determinata dalle diverse condizioni di esposizione e di soleggiamento), edafica (determinata dalla diversa composizione del suolo) e di comportamento idrico. Sulla sommità dei corpi arginali possono crearsi, ad esempio, situazioni xeriche del tutto imprevedibili in un territorio complessivamente caratterizzato da abbondanza di acqua. Va infine tenuto presente che questi ambienti, dal punto di vista biologico ed ecologico, sono rimasti sostanzialmente immutati nel corso del tempo (in alcuni casi da secoli). La copertura vegetale si è quindi formata in un contesto storico-ecologico molto diverso dall'attuale e, in senso ampio, può essere definita "relittuale", esempio vivente di "archeologia ecologica" (ALESSANDRINI 1997).

Come rimarcato dagli aspetti floristici è evidente la grande diversità floristica e vegetazionale di questi ambienti; sebbene, a differenza di quanto generalmente avviene per gli habitat umidi, non si tratti di specie esclusive.

Tra le tipologie vegetazionali di maggior interesse rinvenute sono da citare:

- praterie mesiche e xeriche;
- formazioni a terofite (archofite) dei *Secalietea cerealis*, il contingente più antico di commensali delle colture di cereali.

Durante lo svolgimento dello studio è emersa una forte carenza di informazioni e valutazioni sull'argomento. Gli Autori hanno potuto rilevare il progressivo abbandono delle modalità gestionali, l'irregolarità degli sfalci, l'utilizzo di macchine sovradimensionate (che, a volte, arrecano danni alla struttura arginale) e inadatte e, non ultimo, l'abbandono, se non addirittura la combustione, del materiale falciato in loco. Trattati arginali sempre più lunghi vanno perdendo la loro connotazione di "memoria biologica ed ecologica", si notano infatti una banalizzazione delle specie, uno spostamento verso situazioni di tipo ruderale nonché un deciso inquinamento floristico e vegetazionale.

## 6.1 Aspetti fisionomici, fitosociologici ed ecologici

I prati arginali del tratto di Po cremonese occupano oltre 200 ha di territorio e dal punto di vista fisionomico sono caratterizzati dalla presenza di un numero di specie nel complesso piuttosto ristretto, rimarcando da un lato una certa continuità nelle tipologie vegetazionali e dall'altro un'elevata diversificazione floristica in funzione dei caratteri stazionali.

Come evidenziato nella tabella che segue soltanto 15 specie hanno un Indice di copertura superiore a 150 e soltanto *Agropyron repens* e *Dactylis glomerata* oltrepassano il valore di 500. Queste ultime due specie sono quelle che caratterizzano, dal punto di vista fitosociologico, le due principali tipologie vegetazionali riscontrate.

Anche dal punto di vista della frequenza le specie con valore superiore al 50% sono solo 14, di queste 3 sono presenti in oltre il 70% dei rilievi effettuati.

La comparazione tra queste tabelle consente di definire il nucleo di specie proprie delle zone indagate. Infatti specie quali *Agropyron repens*, *Dactylis glomerata*, *Euphorbia esula*, *Aristolochia clematitis*, *Salvia pratensis*, *Poa trivialis*, *Poa pratensis* ed *Equisetum arvense* con elevato Indice di copertura e uniformità di distribuzione, caratterizzano nel complesso le tipologie di vegetazione, mentre *Potentilla reptans*, *Galium mollugo*, *Plantago lanceolata*, *Convolvulus arvensis*, *Vicia sativa*, *Daucus carota* e *Silene vulgaris* pur presentando elevata frequenza non hanno un elevato Indice di copertura. Vi è altresì da notare che in realtà almeno alcune di queste specie (*Galium mollugo*, *Silene*



| specie                           | indice di copertura |
|----------------------------------|---------------------|
| <i>Agropyron repens</i>          | 1230,2              |
| <i>Dactylis glomerata</i>        | 551,5               |
| <i>Poa trivialis</i>             | 381,0               |
| <i>Aristolochia clematitidis</i> | 351,0               |
| <i>Amorpha fruticosa</i>         | 290,9               |
| <i>Poa pratensis</i>             | 261,2               |
| <i>Festuca arundinacea</i>       | 240,9               |
| <i>Salvia pratensis</i>          | 211,1               |
| <i>Cynodon dactylon</i>          | 210,7               |
| <i>Ranunculus bulbosus</i>       | 210,7               |
| <i>Solidago gigantea</i>         | 180,8               |
| <i>Euphorbia esula</i>           | 162,1               |
| <i>Equisetum arvense</i>         | 161,5               |
| <i>Rubus caesius</i>             | 150,9               |
| <i>Bromus sterilis</i>           | 150,7               |

| specie                           | frequenza % |
|----------------------------------|-------------|
| <i>Dactylis glomerata</i>        | 81          |
| <i>Potentilla reptans</i>        | 72          |
| <i>Euphorbia esula</i>           | 70          |
| <i>Agropyron repens</i>          | 62          |
| <i>Galium mollugo</i>            | 62          |
| <i>Salvia pratensis</i>          | 60          |
| <i>Aristolochia clematitidis</i> | 58          |
| <i>Plantago lanceolata</i>       | 57          |
| <i>Convolvulus arvensis</i>      | 57          |
| <i>Daucus carota</i>             | 53          |
| <i>Poa trivialis</i>             | 51          |
| <i>Vicia sativa</i>              | 51          |
| <i>Poa pratensis</i>             | 49          |
| <i>Equisetum arvense</i>         | 49          |
| <i>Silene vulgaris</i>           | 47          |

*vulgaris*, *Plantago lanceolata*) non determinano per caratteristiche intrinseche (dimensioni e/o morfologia degli individui) elevate coperture. Al contrario, *Amorpha fruticosa*, *Festuca arundinacea*, *Cynodon dactylon*, *Ranunculus bulbosus*, *Solidago gigantea*, *Rubus caesius* e *Bromus sterilis* pur avendo elevati Indici di copertura non hanno frequenza elevata.

Alcune di queste specie sono presenti soltanto in condizioni ecologiche particolari: *Amorpha fruticosa* e *Rubus caesius*, per esempio, sono presenti solo nei prati in fase di inar bustimento dove lo sfalcio è annuale o pluriennale, *Bromus sterilis* è presente solo ad inizio primavera per scomparire poi quasi del tutto, *Cynodon dactylon* e *Solidago gigantea* hanno comportamenti opposti caratterizzando la prima stazioni tendenzialmente xerofile e sabbiose e la seconda quelle igrofile con notevole quantità di limo.

Di seguito viene presentata una tabella relativa ai "rilievi per specie" (53x195) ottenuta mediante *cluster analysis* (UPGMA - *chordal distance*). Il risultato (Fig. 16) ha definito 4 cluster principali. Le categorie principali sono:

1. prati da sfalcio a *Dactylis glomerata* e *Poa sp.pl.* - Dactylo-poeto (in rosso);
2. praterie seminaturali ad *Agropyron repens* - Agropireto (in giallo);
3. praterie tendenzialmente xeriche a *Cynodon dactylon*, *Poa bulbosa* e *Polygonum gr. aviculare*, lungo le porzioni sommitali dei corpi arginali (in verde);
4. ambienti ruderali a terofite, lungo le scarpate arginali di recente ricolonizzazione (in blu).

I primi due gruppi di rilievi sono a loro volta distinti in alcune sottocategorie, sintomo di una notevole complessità e diversificazione degli ecosistemi riferibili agli ambienti arginali non sempre rilevabile ad una prima osservazione.

Si prendono ora in rassegna le risultanze dell'analisi prodotta per ciascuna categoria osservata.

#### 6.1.1. Prati da sfalcio a *Dactylis glomerata* e *Poa sp.pl.* (Tab. I, II e III)

- Prati da sfalcio a *Dactylis glomerata* e *Poa sp.pl.* tipici: sono i prati ubicati lungo il pendio degli argini regolarmente sfalcitati. Sono caratterizzati dal netto prevalere di specie della classe *Moltnio-Arrhenatheretea* e, in subordine, della *Festuco-Brometea*. La dominanza

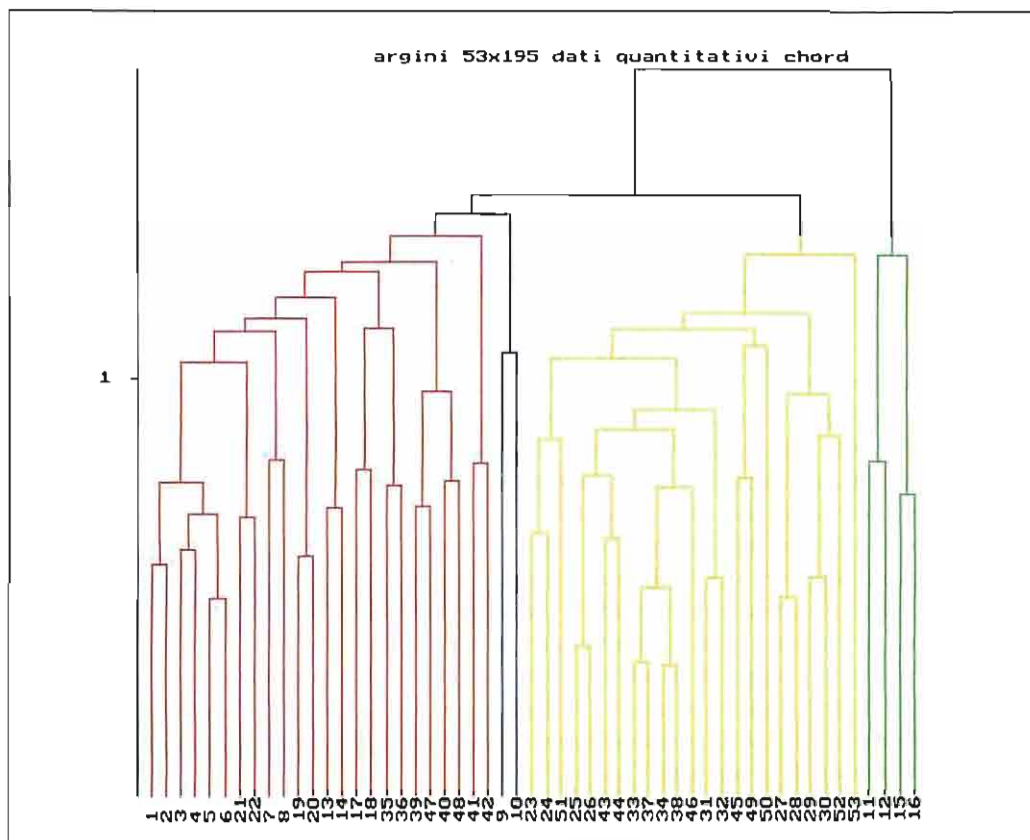


Fig. 16: risultato della *Cluster analysis* effettuata su 53 rilievi e 195 specie.

anche in termini di copertura è data da specie appartenenti a queste classi, in particolare *Dactylis glomerata*, *Poa pratensis*, *Plantago lanceolata*, *Arrhenatherum elatius*, *Salvia pratensis* e *Galium verum*;

- prati da sfalcio a *Dactylis glomerata* e *Poa pratensis* in fase di inarbustimento: questi prati oltre al contingente di specie della classe *Molinio-Arrhenatheretea* vedono l'ingresso di elementi nemorali e degli orli boschivi riferibili rispettivamente alle classi *Quercus-Fagetetea* e *Trifolium-Geranietea*. Queste specie sono per lo più fanerofite quali *Cornus sanguinea*, *Ulmus minor*, *Crataegus monogyna*, *Quercus robur* e *Ligustrum vulgare*. Sono presenti inoltre specie erbacee come *Agrimonia eupatoria*, *Clinopodium vulgare* e *Coronilla varia*;

- prati da sfalcio a *Dactylis glomerata* e *Poa sp.pl.* tendenzialmente xerofili: sono ubicati in genere sul piano sommitale dei corpi arginali laddove si creano, per motivi soprattutto topografici ed edafici, condizioni di aridità estiva. In questo tipo di ambiente trovano spazio le specie della classe *Sedo-Scleranthetea* come *Poa bulbosa*, *Cerastium brachypetalum*, *Valerianella locusta* e *Myosotis ramosissima*;

- prati da sfalcio a *Dactylis glomerata* e *Poa sp.pl.* con *Festuca arundinacea*: alcune stazioni in leggero pendio vedono, accanto alle specie caratteristiche, una notevole copertura di *Festuca arundinacea*, in genere specie caratteristica della classe *Agrostietea stoloniferae*, la cui presenza indica probabilmente una maggior concentrazione di materiale fine (limoso e argilloso).

### 6.1.2. Praterie seminaturali a *Agropyron repens* (Tab. IV, V e VI)

- Praterie tipiche a *Agropyron repens*: sono i prati ubicati lungo il pendio degli argini che non sono soggetti ad uno sfalcio regolare. Oltre al nucleo di specie caratteristiche di *Molinio-Arrhenatheretea*, sono presenti in questi prati numerose specie degli *Artemisietea vulgaris*, mentre la fisionomia è dominata da *Agropyron repens* e *Aristolochia clematitis*. Ad esse si associa spesso una copertura basso arbustiva più o meno rada ad *Amorpha fruticosa*, sostituita talvolta da una copertura piuttosto fitta a *Calystegia sepium*. Entrambe le specie sembrano precludere ad un'evoluzione verso tipologie vegetazionali maggiormente strutturate che risulta però bloccata sia dalle pratiche colturali sia dalle caratteristiche stazionali. I fenomeni di picna del fiume tendono a far regredire (ringiovanire) queste tipologie vegetazionali;

- praterie a *Agropyron repens* tendenzialmente xerofile: accanto alle specie dominanti (*Agropyron repens*, *Aristolochia clematitis* e *Euphorbia esula*) è notevole il contingente di specie riferibile alle classi *Secalietea* e *Sedo-Scleranthetea*. In particolare si segnalano: *Alopecurus myosuroides*, *Myosotis arvensis*, *Valerianella locusta*, *Papaver rhoeas*, *Thlaspi perfoliatum* e *Veronica arvensis*;

- praterie a *Agropyron repens* con abbondanza di terofite: si distingue dal tipo principale per la notevole presenza di terofite e/o di specie appartenenti alla classe *Chenopodietea*, soprattutto *Bromus sterilis* ma anche *Veronica persica*, *Lamium purpureum*;

- praterie a *Agropyron repens* di transizione: accanto alle specie caratteristiche della tipologia è presente un gruppo di specie di collegamento con l'altra tipologia dominante i prati da sfalcio delle strutture arginali (il dactylo-poeto), si trovano *Dactylis glomerata*, *Plantago lanceolata*, *Achillea roseo-alba* e *Centaurea nigrescens*.

### 6.1.3 Prati ruderali a terofite (Tab. VII e VIII)

Le praterie ruderali si riscontrano laddove siano stati effettuati recenti interventi di manu-



Foto 24: gli arginelli golcnali spesso si configurano come ambienti prativi ad elevata biodiversità, inseriti in un contesto di monoculture a pioppo e seminativi erbacei.

tenzione delle strutture arginali. È comune, infatti, al termine di lavori di sistemazione degli argini verificare l'ingresso di numerose specie, soprattutto terofite, che per le loro caratteristiche biologiche tendono a prevalere nelle prime fasi di insediamento della copertura vegetale. Prevalgono così specie, soprattutto riferibili alla classe *Cbenopodietea*, quali *Raphanus raphanistrum*, *Lolium multiflorum*, *Papaver rhoeas*, *Euphorbia belioscopia*, *Capsella bursa-pastoris* e *Cbenopodium album*.

#### 6.1.4. Praterie xeriche a *Cynodon dactylon*, *Poa bulbosa* e *Polygonum gr. aviculare* (Tab. IX e X)

Si collocano nella porzione piana alla sommità delle strutture arginali. Le particolari condizioni stazionali determinano una rilevante aridità, per lo più di carattere topografico ed edafico. Le specie che caratterizzano tale tipologia sono *Cynodon dactylon*, *Poa bulbosa* e *Polygonum gr. aviculare*, oltre ad altre specie riferibili alla classe *Sedo-Scleranthetea* quali *Cerastium semidecandrum*, *Erodium cicutarium* e *Veronica arvensis*.

## 6.2 Spettro biologico e forme di crescita

La figura 17 mostra la diversa distribuzione delle forme biologiche nelle quattro principali categorie di prato rilevate. I valori percentuali sono riferiti all'Indice di copertura che è stato calcolato secondo la seguente formula:

$$\frac{\sum \text{copertura singolo rilievo} \times 100}{\text{n. rilievi}}$$

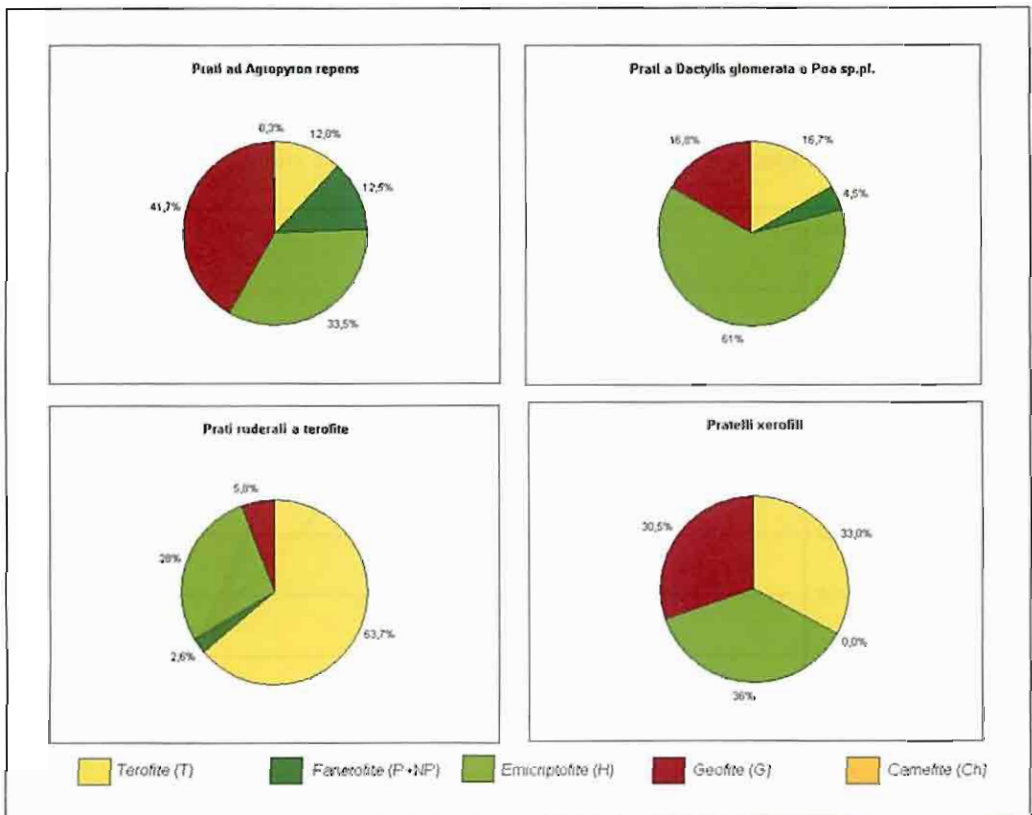


Fig. 17: spettri biologici delle principali tipologie vegetazionali.

Nei prati ad *Agropyron repens* prevalgono le geofite, seguite da emicriptofite e in subordine da terofite e fanerofite. Vi si sono rilevate, con valori estremamente bassi anche alcune camefite.

Nei prati a *Dactylis glomerata* e *Poa* sp. pl. prevalgono le emicriptofite, seguite da geofite e terofite con valori simili. Decisamente inferiori sono invece i valori riguardanti le fanerofite. Anche in questo ambito sono state osservate alcune camefite.

Nei prati ruderali prevalgono decisamente le terofite, con oltre il 60% di copertura, seguono le emicriptofite e, nettamente in subordine, fanerofite e geofite.

Infine nei pratelli xerofili si riscontra un'equa distribuzione di terofite, emicriptofite e geofite, mentre sono del tutto assenti le fanerofite.

Le modalità di crescita delle specie, così come già evidenziato per le forme biologiche, consentono di differenziare ulteriormente le tipologie di prato rilevate, fornendo indicazioni anche sulle diverse strategie di radicazione. Alcuni esempi sono:

- le geofite dei prati ad *Agropyron repens* sono per la maggior parte dotate di rizomi o apparati radicali piuttosto estesi, mentre sono poco rappresentate le geofite bulbose, tipiche invece dei boschi;
- le emicriptofite che prevalgono nei prati a *Dactylis glomerata* sono per la maggior parte cespitose o scapose;
- nei pratelli xerofili prevalgono le emicriptofite cespitose e le geofite con rizoma;
- nei prati ruderali sono decisamente dominanti le specie a ciclo annuale con portamento scaposo.

Utilizzando l'Indice di granulometria proposto da LANDOLT (1977) è stato inoltre possibile evidenziare la relazione intercorrente tra le quattro principali tipologie vegetazionali e il substrato (Fig. 18). Tale indice definisce le dimensioni delle particelle del suolo e il grado di aerazione dello stesso (1= suoli grossolani e ambienti rupestri; 2= suoli sciolti e incoerenti; 3= suoli a media tessitura, permeabili e ben aerati; 4= suoli a tessitura fine, più o

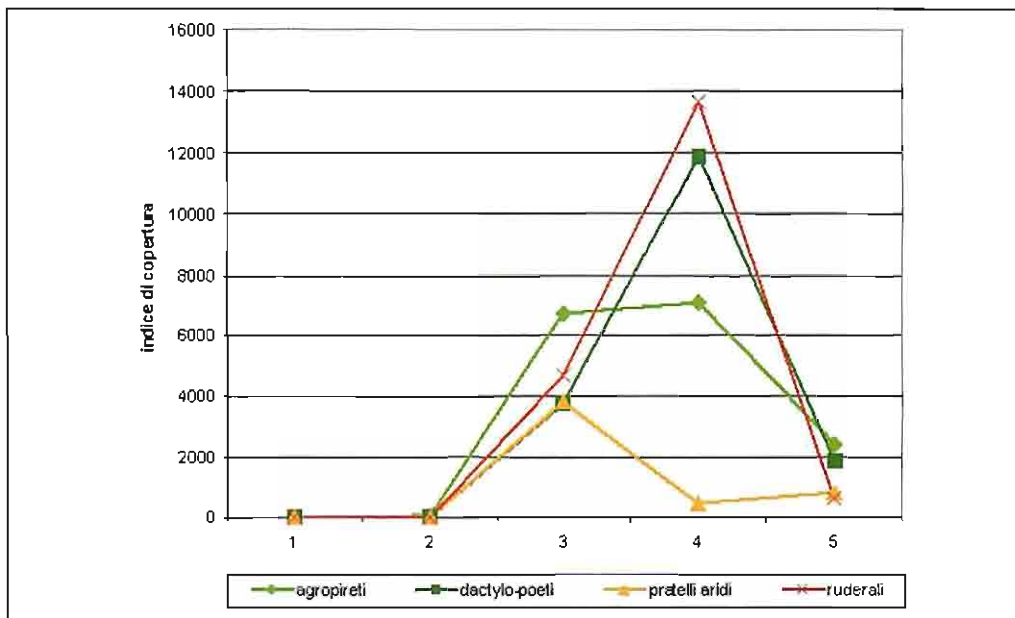


Fig. 18: diagramma dell'andamento dell'Indice di granulometria per le quattro tipologie vegetazionali.

meno aerati; 5= suoli argillosi o torbosi, poco ossigenati). È evidente come agropireti, dactylo-poeti e pratelli aridi si collochino in spazi ecologici differenti. Al contrario i prati ruderali a terofite hanno valori comparabili al dactylo-poeto, indicando il probabile sviluppo di questi prati una volta cessato il disturbo.

### 6.3 Aspetti fenologici

L'elaborazione fenologica dei dati ha consentito invece di evidenziare tra le specie presenti differenti strategie:

- un primo gruppo di specie è presente in modo pressochè costante durante tutta la stagione vegetativa: *Dactylis glomerata*, *Trifolium pratense*, *Viola* sp., *Daucus carota*, *Agrimonia eupatoria*, *Salvia pratensis*, *Plantago lanceolata*, *Agropyron repens*, *Erigeron annuus*, *Silene alba*, *Solidago gigantea*, *Cirsium arvense*, *Taraxacum officinale*, *Calystegia sepium*, *Urtica dioica*, *Equisetum ramosissimum*, *Lolium multiflorum*, *Erodium cicutarium*, *Crataegus monogyna*, *Clematis vitalba*, *Trifolium repens*, *Prunus spinosa*, *Achillea collina*/*Achillea roseo-alba*, *Lactuca serriola*, *Euphorbia esula*, *Galium verum*, *Amorpha fruticosa*, *Arrhenatherum elatius*, *Anchusa officinalis*, *Festuca arundinacea*, *Rubus caesius*, *Lotus corniculatus*, *Potentilla reptans*, *Asparagus officinalis* e *Valeriana officinalis*.

- un secondo gruppo di specie è presente durante il periodo primaverile-estivo: *Bromus hordeaceus*, *Valerianella locusta*, *Veronica arvensis*, *Cerastium brachypetalum*, *Myosotis arvensis*, *Thlaspi perfoliatum*, *Aristolochia rotunda*, *Papaver rhoeas*, *Cerastium glomeratum*, *Geranium dissectum*, *Myosotis ramosissima*, *Arenaria serpyllifolia*, *Poa annua*, *Crepis vesicaria*, *Thlaspi alliaceum*, *Avena barbata*, *Ajuga reptans* e *Geranium columbinum*.

- infine un terzo gruppo di specie è presente durante il periodo estivo-autunnale: *Sorghum halepense*, *Setaria viridis*, *Picris hieracioides*, *Coronilla varia*, *Conyza canadensis*, *Setaria glauca*, *Verbena officinalis*, *Artemisia vulgaris*, *Mentha arvensis* e *Bidens frondosa*.

Nelle tabelle XI e XII, relative agli aspetti fenologici del transetto C (sia argine golena-le sia argine maestro), sono riportati i due gruppi di rilievi effettuati trasversalmente a ciascun argine nelle due stagioni di rifermento (primavera-estate e estate-autunno). Sono evidenziati, con uguale tono di arancione, i rilievi effettuati nella medesima stazione ma in stagioni differenti. Vengono evidenziati tre gruppi di specie: in verde le specie presenti esclusivamente nel periodo primavera-inizio estate; in bianco le specie sempre presenti e in giallo le specie presenti esclusivamente nel periodo tardo estivo-autunnale.

## 7. Gli apparati radicali delle specie erbacee arginali

La presenza della vegetazione riveste una notevole importanza nei confronti della stabilità delle superfici sottoposte a forte erosione, come nel caso in esame, i versanti delle zone arginali, in quanto svolge, per mezzo dell'apparato epigeo, un'azione di intercettazione delle precipitazioni che attenua il compattamento del terreno, inoltre trattiene il suolo con il proprio apparato radicale, riduce la velocità di deflusso superficiale e migliora le caratteristiche di porosità del suolo. In particolare nel caso dell'erosione spondale, cui possono andare soggetti gli argini, la vegetazione contribuisce ad attenuare la velocità della corrente, e la conseguente forza erosiva, con la sua parte epigea.



Studi teorici sulla resistenza delle radici al taglio sono stati condotti utilizzando le teorie sulle terre rinforzate (VIDAL 1969; SCHLOSSER & LONG 1974): il comportamento meccanico delle fibre radicali può essere paragonato a quello di un materiale con una matrice plastica in cui siano inserite fibre elastiche dotate di resistenza alla trazione.

Diversi sono i modelli e gli approcci relativi all'argomento, da quelli basati sullo studio delle deformazioni (SHEWBRIDGE & SITAR 1989), sui modelli statistici (WU *et al.* 1988a, 1988b) o sull'equilibrio delle forze (WOODHOUSE & HANES 1967; WALDRON 1977; GRAY & OHASHI 1983). Ma è agli studi sugli apparati radicali svolti sul campo che va riconosciuto il merito di definire parametri utili alla migliore comprensione delle dinamiche e all'indicazione di soluzioni praticabili.

I risultati migliori sulla stabilizzazione del suolo si ottengono utilizzando specie il cui apparato radicale riesca a raggiungere lo strato di transizione tra suolo e matrice parentale. Lo studio della morfologia dell'apparato radicale è quindi di primaria importanza per riconoscere le tipologie radicali a più elevata efficienza. Le tipologie radicali sono determinate sia da fattori genetici sia da fattori ambientali. Per quanto riguarda le caratteristiche di origine genetica si passa da apparati di tipo fittonante ad apparati radicali superficiali con radici laterali ad andamento prevalentemente orizzontale con una serie di tipi intermedi.

Si riportano di seguito alcuni esempi di apparati radicali di specie erbacee rinvenibili nei prati arginali (Fig. 19, 20 e 21).

Per effettuare le indagini morfologiche relative agli apparati radicali generalmente si realizzano trincee lungo le quali viene posizionato un foglio di acetato che permette di riprodurre il disegno della radice (talvolta solo di una parte). In alternativa si ricorre alla definizione della biomassa per unità di volume di terreno, effettuando prelievi a varie profondità e recuperando le radici mediante setacciatura e pesatura.

Per la scelta delle specie da utilizzare per gli interventi di difesa è importante definire per ogni singola specie la conformazione dell'apparato radicale e la profondità entro cui si sviluppa (KOZLOWSKI 1971). Ovviamente le piante arboree presentano gli apparati radicali più profondi ma è abbastanza sorprendente verificare che specie come *Lotus corniculatus*, *Medicago falcata* e *Trifolium pratense* possano raggiungere valori compresi tra 1 e 2 metri e quindi abbastanza simili a quelli di arbusti quali *Euonymus europaeus*, *Rosa canina*, *Sambucus nigra* e *Ligustrum vulgare* (GENTILE *et al.* 1998).

Anche la densità di radicazione, data dal rapporto tra massa asciutta delle radici e volume di terreno, e l'intensità di radicazione, data dal rapporto tra volume delle radici e volume del terreno, sono parametri interessanti da valutare. Si fa comunque presente che la letteratura in merito è molto scarsa.

Indagini condotte su associazioni costituite da colture miste con *Poa pratensis*, *Poa trivialis* e *Festuca* sp. pl., che si trovano anche sugli argini cremonesi, hanno dato risultati decisamente interessanti con valori mediamente buoni. Altro dato di sicuro interesse per definire l'efficienza meccanica delle radici di una specie è la resistenza alla trazione valutata attraverso indagini che nel corso degli ultimi decenni sono state sempre più numerose, basti citare i lavori di TURMANINA (1965), HATHAWAY & PENNY (1975) e SCHIECHTL (1980). Contrariamente a quanto si può pensare, le radici di piccolo diametro, che sono quelle che presentano una maggior superficie per unità di sezione, presentano la maggior resistenza tangenziale. Da ciò deriva che alcune specie erbacee hanno resistenze comparabili a quelle di alberi e arbusti; tra quelle presenti sugli argini cremonesi decisamente interessanti sono *Medicago sativa*, *Trifolium pratense*, *Convolvulus arvensis* e *Agropyron repens*, la specie riscontrata con maggior frequenza. Se si confrontano i valori medi di resistenza al-

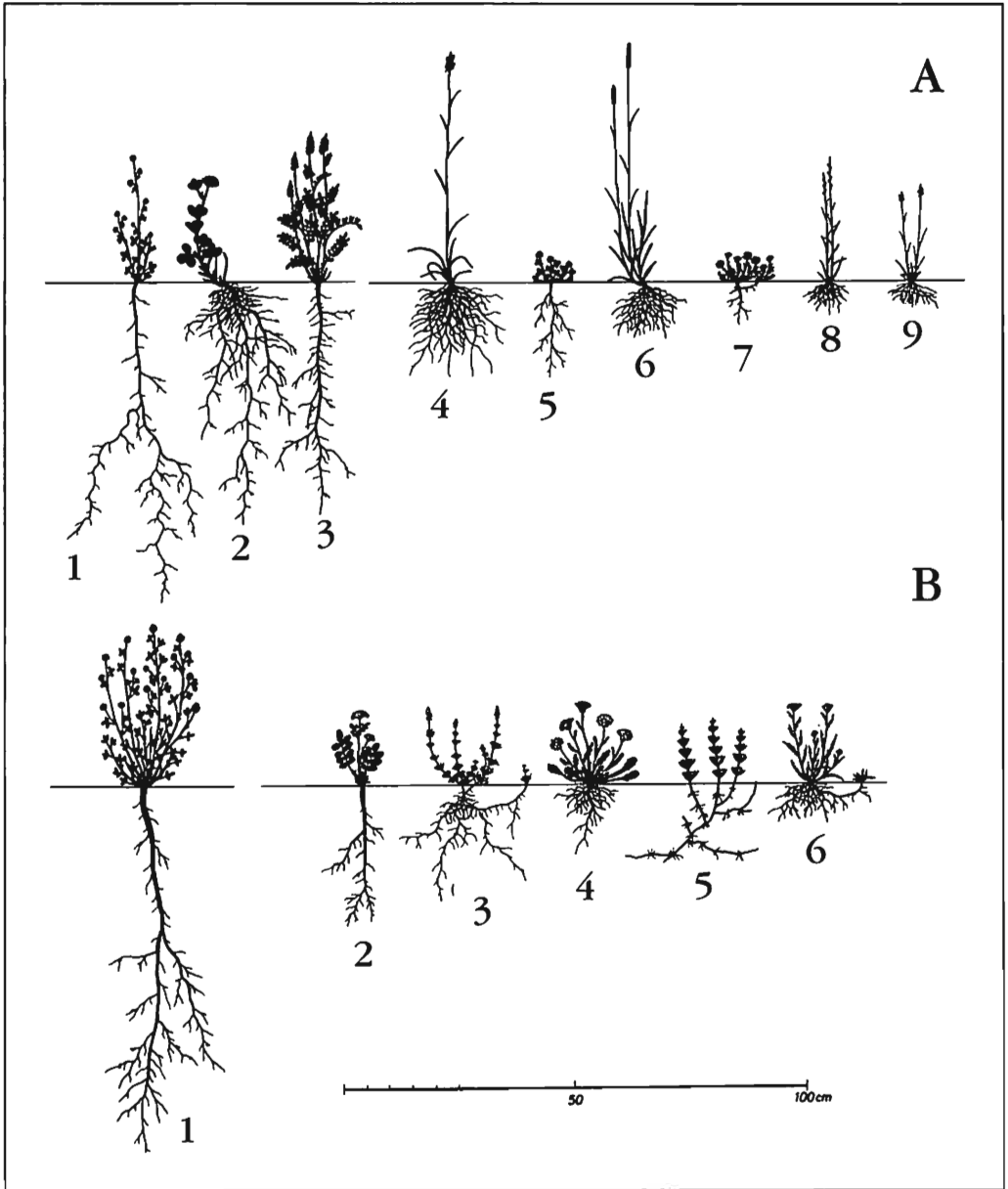


Fig.19: erbe graminoidi e non graminoidi rinvenibili nei prati arginali.

A) manto erboso di due anni: 1= *Medicago sativa*; 2= *Trifolium pratense*; 3= *Onobrychis viciifolia*\*; 4= *Dactylis glomerata*; 5= *Trifolium repens*; 6= *Pbleium pratense*; 7= *Matricaria chamomilla*; 8= *Lolium perenne*; 9= *Festuca rubra*.

B) vecchio prato da sfalcio: 1= *Medicago sativa*; 2= *Pimpinella major*; 3= *Galium mollugo*; 4= *Leucanthemum vulgare*; 5= *Equisetum variegatum*\*; 6= *Achillea millefolium* (da SCHIECHTL 1991, mod.).

\* specie non rilevate nella presente indagine.

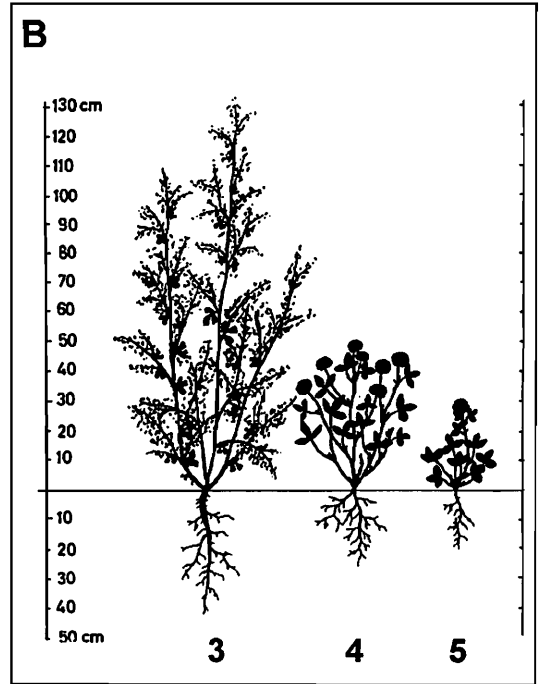
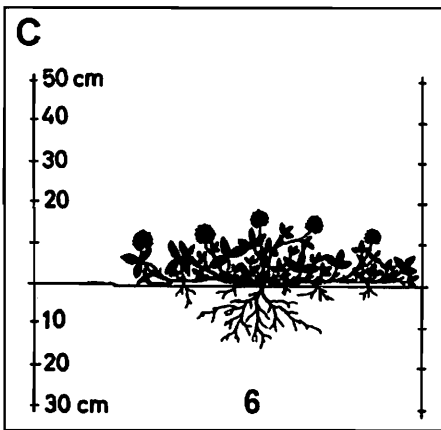
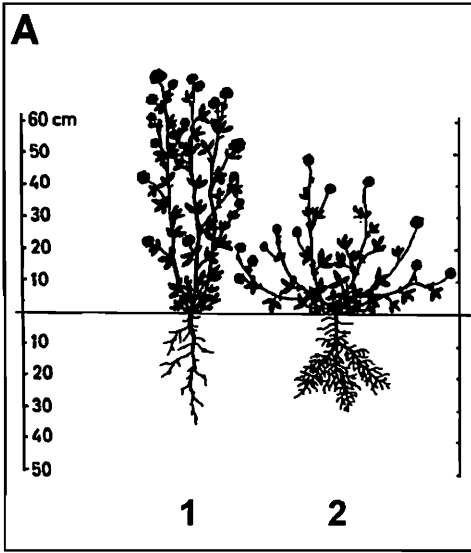


Fig. 20: Fabaceae (Leguminose) rinvenibili nei prati arginali (da SCHIEHTL 1991, mod.). Rinverdimento di due anni:

- A) 1= *Medicago sativa*; 2= *Medicago lupulina*;  
 B) 3= *Melilotus alba*; 4= *Trifolium hybridum*;  
 5= *Trifolium pratense*;  
 C) 6= *Trifolium repens*.

la trazione (BISCHETTI 2000), si nota che mentre la resistenza alla trazione di *Agropyron repens* è di circa 26 MPa (= MegaPascal cioè l'unità di misura utilizzata per quantificare appunto la resistenza alla trazione) e quella di *Medicago sativa* 68 MPa, alcuni salici, come *Salix cinerea*, non superano i 12 MPa, come pure *Populus nigra*.

Altro dato utile è il volume radicale: piccoli arbusti montani come *Erica carnea* hanno valori decisamente più bassi di alcune specie erbacee come *Urtica dioica*, *Silene alba*, *Taraxacum officinale* e *Silene vulgaris*, quest'ultima indicata per la sua radicazione intensiva. Anche il rapporto tra il volume dei getti e il volume delle radici rappresenta un parametro di cui tenere conto in quanto può servire a stimare quanta parte della pianta resti nascosta nel terreno. Anche in questo caso, mentre specie arboree, come salici e pioppi, e specie arbustive, come il sanguinello, presentano valori intorno a 1-2, alcune erbacee presentano valori di 2-3 volte superiori. Tra queste *Equisetum arvense*, *Silene vulgaris*, *Leontodon hispidus* e *Taraxacum officinale* sono specie presenti anche con discreta frequenza sugli argini della provincia.

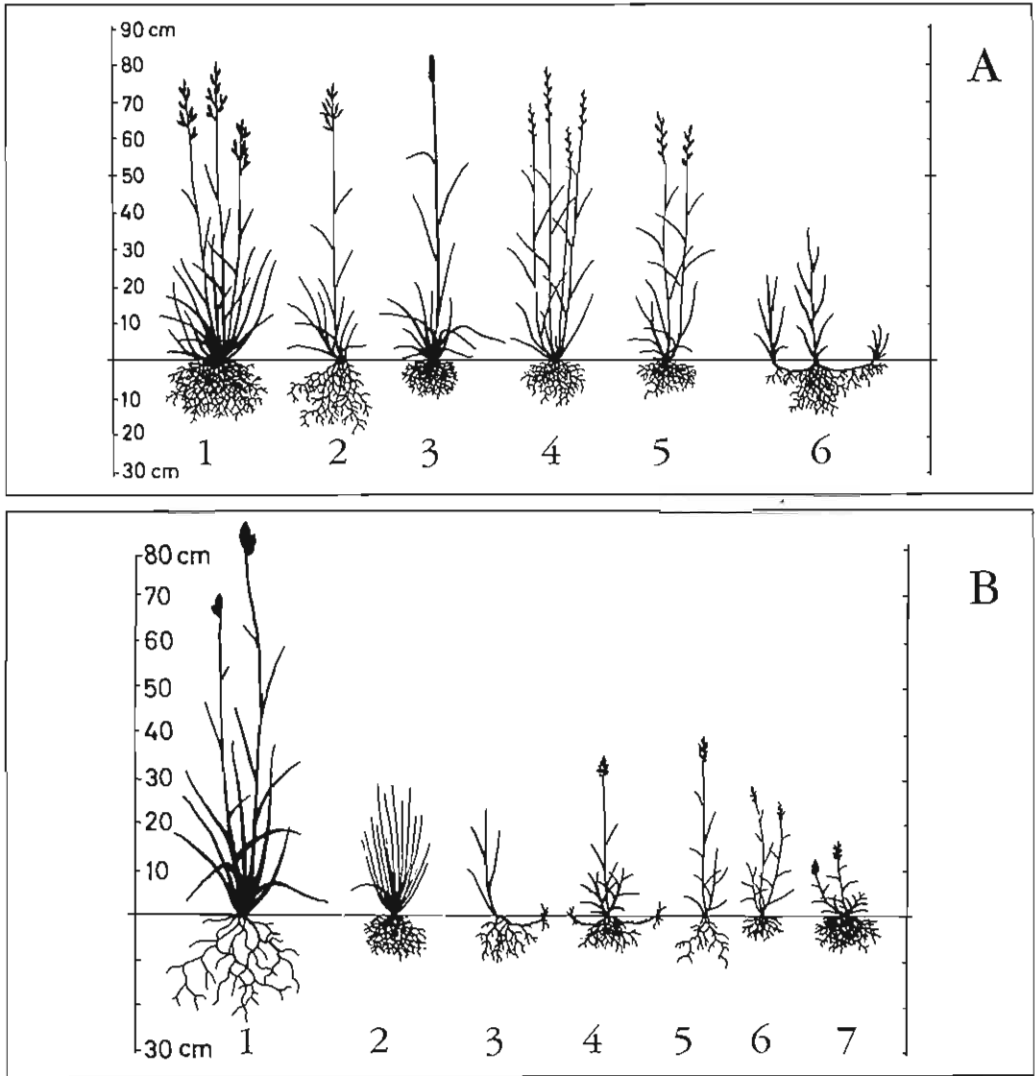


Fig. 21: Graminacee rinvenibili nei prati arginali (da ШИШЕВНИ. 1991, mod.). Rinverdimento di due anni:  
 A) 1= *Festuca pratensis*; 2= *Arrhenatherum elatius*; 3= *Pbleium pratense*; 4= *Lolium perenne*;  
 5= *Lolium multiflorum*; 6= *Bromus inermis*;  
 B) 1= *Dactylis glomerata*; 2= *Festuca rubra*; 3= *Agropyron repens*; 4= *Poa pratensis*; 5= *Poa trivialis*;  
 6= *Poa nemoralis*\*; 7= *Poa annua*.  
 \* specie non rilevate nella presente indagine.

**7.1. Gli apparati radicali di *Agropyron repens* (L.) Beauv. e *Dactylis glomerata* L.**

Per le analisi dirette degli apparati radicali sono state prese in considerazione le specie dominanti le due tipologie di vegetazione individuate: *Dactylis glomerata* e *Agropyron repens*. Per ciascuna specie sono stati raccolti campioni interi di parte epigea e ipogea da sottoporre ad analisi morfologica e morfometrica. Per quanto riguarda l'analisi morfologica sono state effettuate sia scansioni sia disegni dal vero per mettere in evidenza la disposizione complessiva degli apparati radicali, la profondità massima raggiunta nonché la tra-

Fig. 22: riproduzione da scansione di un esemplare di *Euphorbia cyparissias* prelevato da un tratto eroso di argine. Si può notare come anche specie erbacee, in condizioni favorevoli, possano estendere il proprio apparato radicale a notevoli profondità, sin oltre 1,20 m.

ma interna. Per quanto riguarda invece gli aspetti morfometrici, i campioni raccolti sono stati misurati con le tecniche descritte nel capitolo 4 Materiali e metodi.

#### 7.1.1. Caratteristiche morfologiche

Gli apparati radicali delle due specie, rappresentati nella figura 23 e nelle foto 25 e 26, evidenziano che in entrambi i casi si raggiungono profondità superiori ai 10 cm, con una certa prevalenza per *Dactylis glomerata*. La distribuzione e la densità degli apparati radicali sono invece assai differenti: *Agropyron repens* tende a espandere notevolmente le proprie radici occupando l'intorno per circa 1 m<sup>2</sup>, mentre *Dactylis glomerata* presenta un apparato radicale assai più compatto. Il rapporto di occupazione dello spazio ipogeo (suolo) tra le due specie può essere stimato in almeno 1 a 10 a favore di *Agropyron repens*. Si intuisce una strategia di radicazione e di espansione assai differente, anche se per una migliore comprensione sarebbero necessari maggiori approfondimenti.

#### 7.1.2 Caratteristiche morfometriche

Si riportano le tabelle dei parametri misurati e alcuni grafici riassuntivi. Nel conteggio dei dati medi (qui di seguito riportati) e nella realizzazione dei grafici (Fig. 24, 25 e 26) non sono stati presi in considerazione i valori estremi dei campioni misurati. Nella determinazione del valore medio per individuo è stato invece considerato il numero complessivo di fusti presenti in ciascun campione; ogni campione, infatti, può essere costituito da uno o più individui. Come si evidenzia nella figura 24 gli apparati radicali degli esemplari di *Dactylis glomerata* sono mediamente maggiori, attestandosi su valori di 3,21 m per individuo, rispetto a quelli di *Agropyron repens* che raggiungono 1,89 m. È da sottolineare però che *Agropyron repens* nel sottosuolo sviluppa anche stoloni, di 0,12 m per individuo, al contrario di *Dactylis glomerata* che non presenta tali strutture.

Il rapporto tra radici secondarie e principali<sup>1</sup>, è elevato in *Agropyron repens* che sviluppa un apparato di radici secondarie circa tre volte maggiore delle radici principali. *Dactylis glomerata* si attesta invece su valori notevolmente inferiori - pari a 1,2 - prevalendo di poco le radici secondarie sulle principali.

La relazione tra lunghezza radicale e peso secco delle radici è rappresentata nella figura 25. La lunghezza specifica radicale (SRL), che definisce la lunghezza delle radici (metri) per grammo di peso secco delle medesime, si attesta su valori pari a 32,6 m/g in *Dactylis glomerata* e 19,8 m/g in *Agropyron repens*.

<sup>1</sup> per radici principali si intendono quelle che si sviluppano a partire dalla base del fusto mentre per radici secondarie quelle che si dipartono dalle radici principali.

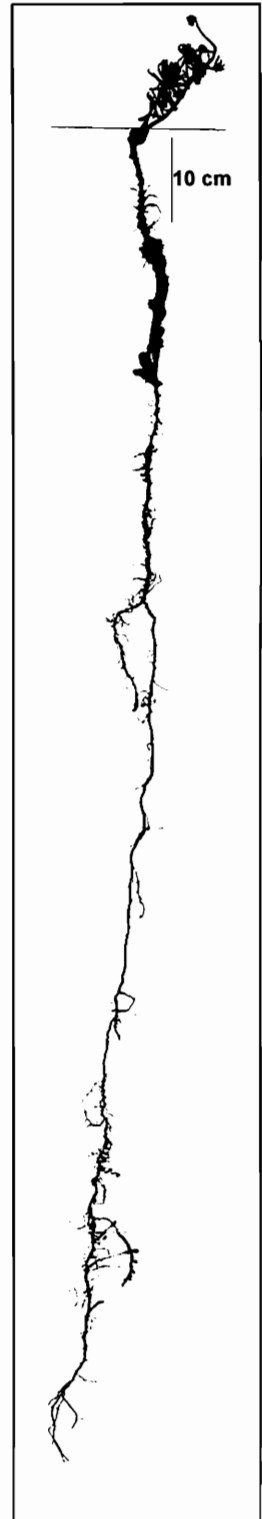




Fig. 23: disegno su acetato di campioni di graminacee estratti dal pendio di corpi arginali presso Stagno Lombardo (CR), in località La Pioppa.

A) *Agropyron repens* (L.) Beauv.: il disegno riproduce il campione n. 1 della tabella dei parametri morfometrici relativi alla specie. L'apparato radicale giunge ad una profondità di 13 cm, estendendosi invece lateralmente sino a 34 cm. L'apparato radicale non è particolarmente compatto, così come non è elevato il numero di radici principali. Sono presenti 3 stoloni che raggiungono una lunghezza massima di 14 cm, simile alla profondità massima delle radici. Si nota inoltre una decisa asimmetria laterale, presumibilmente connessa ad adattamenti morfologici legati alla presenza del pendio.

B) *Dactylis glomerata* L.: il disegno riproduce il campione n. 2 della tabella dei parametri morfometrici relativi alla specie. L'apparato radicale raggiunge una profondità massima di 16 cm, con una scarsa estensione laterale (9-10 cm). L'apparato radicale è particolarmente compatto, abbondando sia le radici principali sia le secondarie. Non sono presenti stoloni. Dal numero di fusti (5) e scapi fioriferi (2) si desume che il campione è il risultato di una stretta compenetrazione tra più individui.

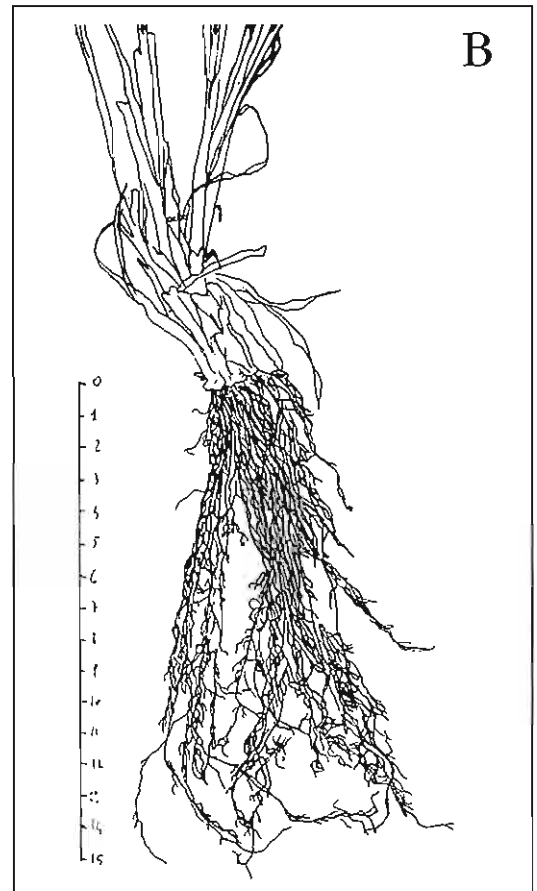




foto 25: apparato radicale di *Agropyron repens* (L.) Beauv.



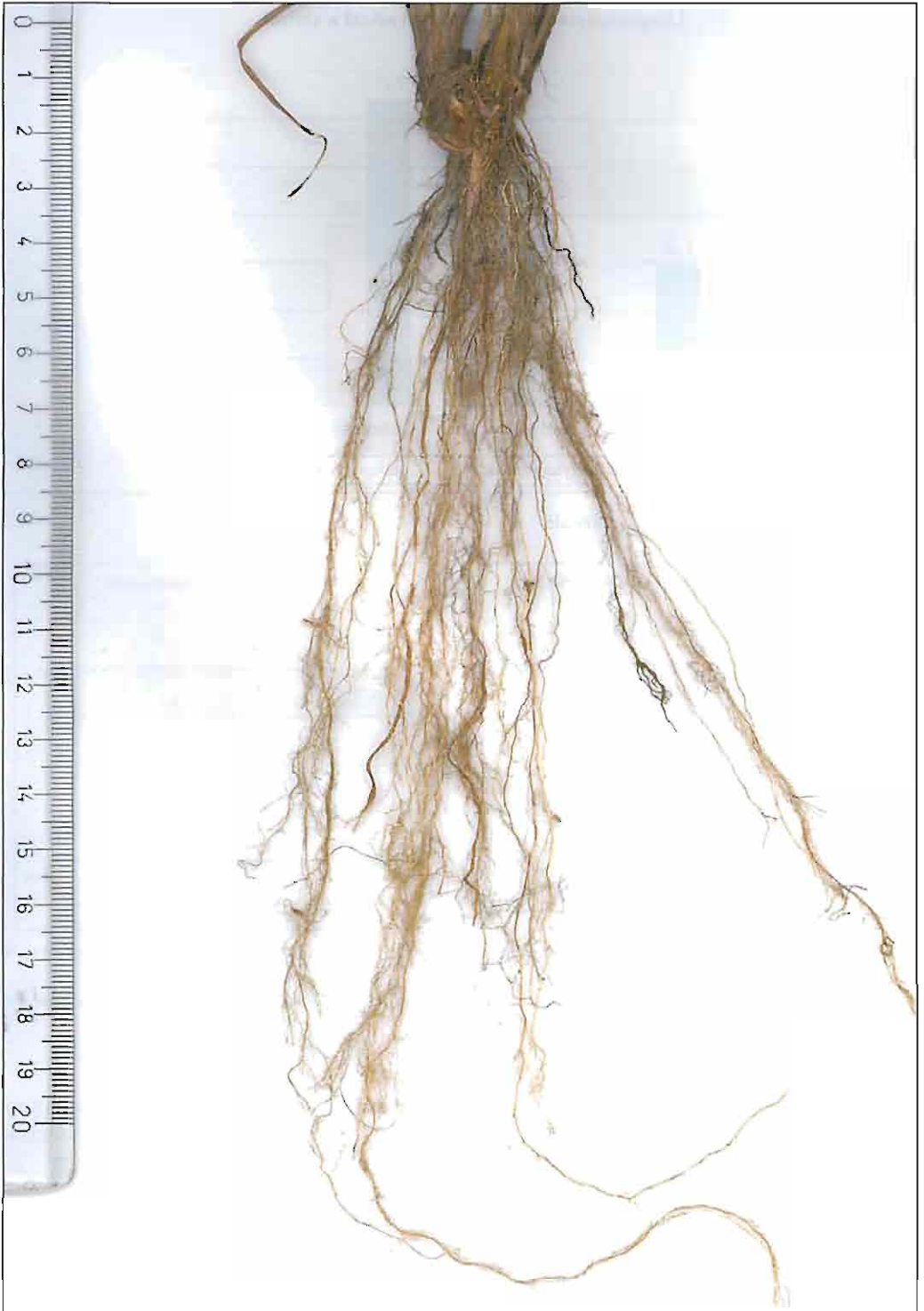


Foto 26: apparato radicale di *Dactylis glomerata* L.

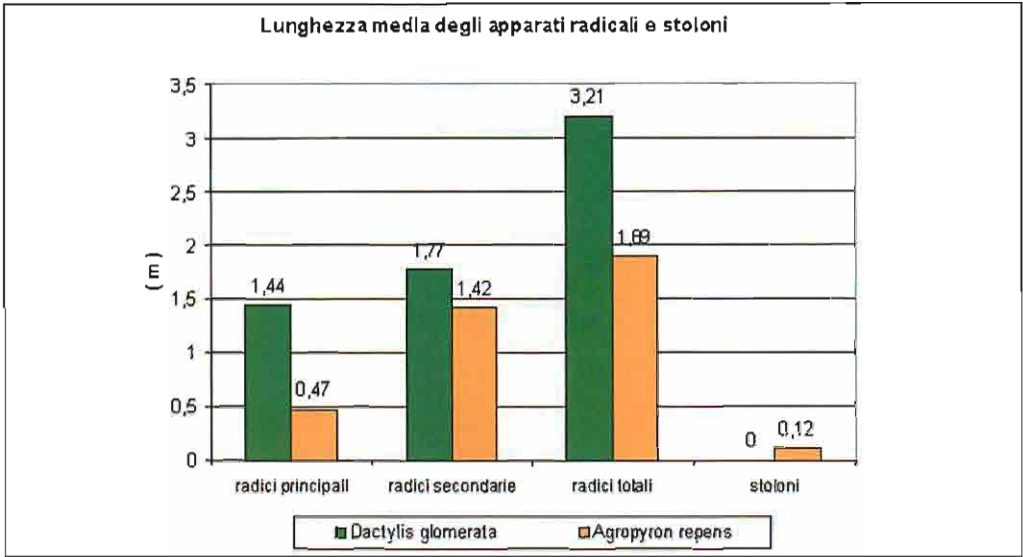


Fig. 24: lunghezza degli apparati radicali.

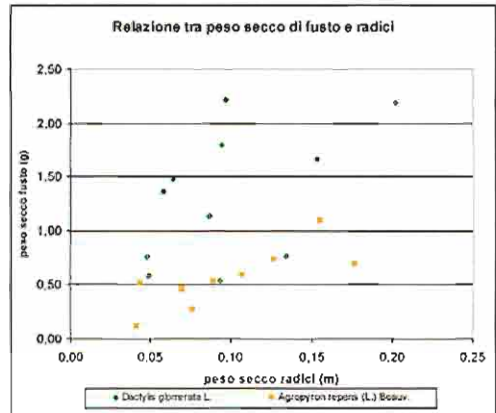
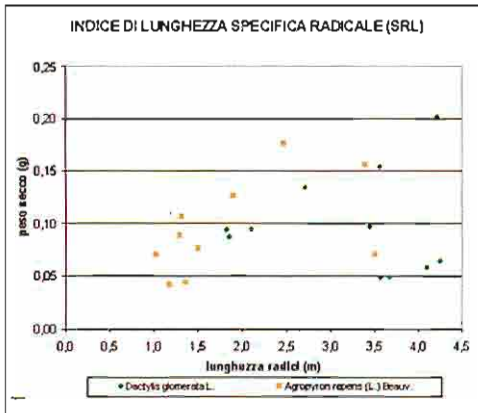


Fig. 25: relazione tra lunghezza radicale e peso secco delle radici in *Dactylis glomerata* e *Agropyron repens*.

Fig. 26: relazione tra peso secco delle parti epigee (fusto) e ipogee (radici) in *Dactylis glomerata* e *Agropyron repens*.

La relazione tra peso secco delle parti epigee e ipogee è invece rappresentata nella figura 26. Tale rapporto si attesta su un valore medio di 14,7 in *Dactylis glomerata* e decisamente inferiore in *Agropyron repens* (5,9).

### 7.1.3. Distribuzione in profondità degli apparati radicali

È stato effettuato un saggio per la valutazione del rapporto tra volume del suolo e contenuto in radici in funzione della profondità. A tale scopo è stato realizzato uno scavo manuale sino alla profondità di 0,50 m, prelevando un campione di terreno ogni 10 cm (volume pari a 1.000 cm<sup>3</sup>) per un totale di 5 campioni. La copertura vegetale della stazione di campionamento era composta da *Aristolochia clematitis*, *Agropyron repens*, *Vicia sa-*

*tiva, Galium mollugo, Erigeron annuus, Arenaria serpyllifolia, Geranium sp. ed Euphorbia esula.*

| n. campione | profondità (cm) | radici (g/dm <sup>3</sup> ) |
|-------------|-----------------|-----------------------------|
| 1.          | 0-10            | 23,695                      |
| 2.          | 10-20           | 6,119                       |
| 3.          | 20-30           | 6,426                       |
| 4.          | 30-40           | 4,775                       |
| 5.          | 40-50           | 5,419                       |

Il terreno, lungo tutto il profilo, presentava una tessitura franco-sabbiosa con assenza di scheletro (sabbia 82,7%, limo 2,2%; argilla 15,1%). I valori misurati sono riportati nella tabella che segue e nella figura 27.

Le radici sono concentrate nei primi 10-15 cm di profondità riducendosi poi al 25% circa. Nel restante profilo il contenuto in radici rimane

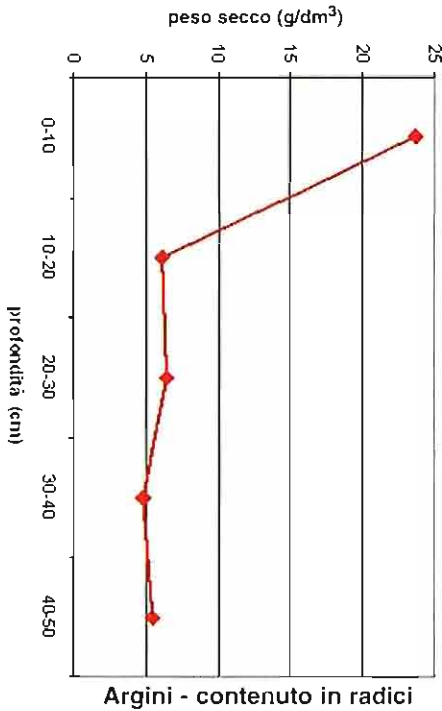


Fig. 27: peso secco delle radici.  
Foto 27: riproduzione di una sezione tipo che evidenzia la notevole estensione anche in profondità degli apparati radicali delle specie erbacee.

poi pressoché costante almeno sino alla profondità considerata attestandosi su valori tra 4,8 g e 6,4 g.

Tali valori sono tutt'altro che trascurabili, infatti in riferimento ai valori misurati per *Agropyron repens* e *Dactylis glomerata* è possibile definire la lunghezza della rete di apparati radicali per dm<sup>3</sup> (pur con le dovute cautele per le approssimazioni introdotte e assumendo il valore minimo tra quelli misurati pari a 12,3 m/g).

Otteniamo risultati sicuramente interessanti che attestano la complessità e l'importanza di tale rete biologica anche come struttura biotecnica di sostegno con quasi 300 m/dm<sup>3</sup> nei primi 10 cm di suolo per proseguire con valori sempre superiori a 50 m/dm<sup>3</sup> nella restante parte del profilo almeno sino a 0,50 cm di profondità, come esemplificato dalla tabella.

| n. campione | profondità (cm) | radici (m/dm <sup>3</sup> ) |
|-------------|-----------------|-----------------------------|
| 1.          | 0-10            | 291,5                       |
| 2.          | 10-20           | 75,0                        |
| 3.          | 20-30           | 78,7                        |
| 4.          | 30-40           | 59,0                        |
| 5.          | 40-50           | 66,4                        |

## 8. Conclusioni

Tra gli esiti emersi dall'indagine fin qui illustrata si segnala senz'altro quello che pone in evidenza il peculiare habitat costituito dai prati arginali. In particolare si rileva come la diversità floristica sia decisamente elevata, con ben 350 specie di piante vascolari censite, pari a circa 1/3 di tutte le specie finora rilevate in provincia di Cremona.

Inoltre, alcune specie di particolare rilevanza floristica, fitogeografica e vegetazionale sono presenti nel territorio provinciale, almeno in alcuni casi, solo lungo gli argini. Tra queste si segnalano *Althaea cannabina* (quasi ovunque scomparsa dalla Padania), *Astragalus cicer* (incolti, bordi dei sentieri, pendii erbosi aridi sulle Alpi e le colline circostanti, con fugaci apparizioni in pianura), *Bromus inermis* (radure, sponde, incolti sulle Alpi e i rilievi prealpini), *Carex caryophyllea* (prati aridi in tutta l'Italia), *Carex liparocarpos* (rara sulle dune consolidate e in prati aridi steppici), *Carex tomentosa* (rara nei prati umidi torbosi dell'Italia settentrionale), *Centaurea deusta* (ambienti aridi), *Colchichum autumnale* (in pianura rara in prati falciati, ambienti umidi e schiarite boschive), *Eryngium campestre* (nel Cremonese quasi esclusivamente confinata nelle praterie arginali), *Genista tinctoria* (comune in Italia, nel Cremonese presente solo in alcuni tratti golenali), *Knautia arvensis* (comune solo sui rilievi montuosi), *Leucosium aestivum* (in forte rarefazione per l'alterazione degli habitat), *Orchis purpurea* (quasi scomparsa dalla pianura), *Origanum vulgare* (considerata assente dalla pianura padana), *Potentilla recta* (rara per il territorio italiano), *Prunella laciniata* (presente nei prati aridi di tutta l'Italia, ma ritenuta assente nella pianura padana); *Rumex cristatus* (presente nell'Italia meridionale, in rapida diffusione), *Vicia hybrida* (non segnalata in Lombardia), *Viola canina* (rara in pascoli magri, radure e margini boschivi) e *Viola elatior* (assai rara nell'Italia settentrionale).

Anche dal punto di vista vegetazionale è emersa una notevole diversificazione in funzione delle principali caratteristiche stazionali (substrato, morfologia, ombreggiamento, gestione dello sfalcio) evidenziando 10 differenti tipologie di vegetazione:

1. prati da sfalcio a *Dactylis glomerata* e *Poa* sp. pl. tipici, ubicati preferenzialmente lungo il pendio degli argini più esterni e regolarmente falciati;
2. prati da sfalcio a *Dactylis glomerata* e *Poa pratensis* in fase di inarbustimento, con ingressione di elementi nemorali e dei margini boschivi;
3. prati da sfalcio a *Dactylis glomerata* e *Poa* sp. pl. tendenzialmente xerofili, ubicati in



- genere sul piano sommitale dei corpi arginali laddove si creano condizioni di aridità estiva;
4. prati da sfalcio a *Dactylis glomerata* e *Festuca arundinacea*, ubicati in piano o leggero pendio, a substrato limoso-argilloso;
  5. praterie tipiche a *Agropyron repens*, ubicate lungo il pendio degli argini con assenza o rado sfalcio;
  6. praterie a *Agropyron repens* tendenzialmente xerofile;
  7. praterie a *Agropyron repens* con abbondanza di terofite;
  8. praterie a *Agropyron repens* di transizione verso i prati da sfalcio a *Dactylis glomerata*;
  9. prati ruderali dominati da specie annuali, laddove siano stati recentemente effettuati interventi di manutenzione delle strutture arginali;
  10. pratelli aridi a *Cynodon dactylon*, *Poa bulbosa* e *Polygonum* gr. *aviculare*, si collocano tipicamente nelle porzione piana alla sommità delle strutture arginali.

Le tipologie evidenziate sono un ottimo riferimento per tutte le operazioni gestionali legate alla cotica erbosa presente sui corpi arginali, con particolare attenzione per la definizione della periodicità ottimale degli sfalci, per la predisposizione di miscugli di sementi finalizzati alle opere di recupero ambientale e per la valutazione della fragilità e della capacità di recupero delle differenti tipologie di vegetazione prima degli interventi. Per tali scopi sarà necessario inquadrare i singoli tratti di argine oggetto di eventuale intervento in funzione delle tipologie vegetazionali individuate.

Anche l'aspetto fenologico della componente vegetale può risultare di particolare importanza nelle operazioni gestionali, infatti sono stati individuati tre gruppi di specie con espressione stagionale ben differenziata e cioè con elementi vegetali presenti durante tutta la stagione, specie ad espressione primaverile e specie ad espressione autunnale.

Infine lo studio degli apparati radicali ha consentito, per la prima volta, di ottenere significativi dati settoriali sulle specie erbacee presenti lungo i corpi arginali. È stato dimostrato come le due specie dominanti, *Agropyron repens* e *Dactylis glomerata*, presentino apparati radicali profondamente differenziati. Gli apparati radicali di *Dactylis glomerata* sono mediamente maggiori - si attestano su valori medi di 3,21 m per individuo (con valori massimi superiori a 10 m per individuo) - rispetto a quelli di *Agropyron repens* che raggiungono un valore medio di 1,89 m per esemplare (con valori massimi di quasi 4 m per individuo). È da sottolineare però che gli individui di *Agropyron repens* nel sottosuolo sviluppano anche stoloni di lunghezza media pari a 10-20 cm ciascuno. Inoltre gli esemplari di *Agropyron repens* tendono generalmente ad espandere le proprie radici in senso orizzontale per una superficie pari a circa 1 m<sup>2</sup>, mentre gli individui di *Dactylis glomerata* presentano un apparato radicale assai più compatto, con un rapporto di occupazione dello spazio ipogeo (suolo) tra le due specie stimabile in 1 a 10 a favore di *Agropyron repens*. Anche la lunghezza specifica radicale (SRL), che definisce la lunghezza delle radici (metri) per grammo di peso secco, è assai differente attestandosi su valori pari a 32,6 m/g per *Dactylis glomerata* e 19,8 m/g per *Agropyron repens*.

È stato inoltre verificato come gli apparati radicali delle specie erbacee possano raggiungere notevoli profondità con valori piuttosto costanti. Si è stimato che ad una profondità di 0,50 m la rete di radici possa ancora essere presente con una lunghezza complessiva di oltre 60 m per dm<sup>3</sup> di terreno, circa 1/5 del valore presente nei primi 10 cm.

Si ritiene pertanto che la cotica erbosa presente lungo gli argini, oltre ad avere un indubbio valore naturalistico ed ecologico, possa risultare importante anche come supporto per la stabilità stessa degli argini.

## Elenco floristico

Il presente elenco floristico è suddiviso per famiglie (elencate in ordine alfabetico) e per ogni specie riporta nome scientifico, autore, gruppo biologico, gruppo corologico e frequenza stimata riferita all'ambito indagato, nonché la distribuzione in funzione dei tre settori indagati (occidentale, centrale e orientale).

| SCHEMA RIASSUNTIVO PER SETTORI            |                       |                    |                     |
|---|-----------------------|--------------------|---------------------|
|   | settore occidentale A | settore centrale B | settore orientale C |
| <b>n. specie totale</b>                   | 275                   | 261                | 240                 |
| <b>n. specie esclusive</b>                | 39                    | 33                 | 29                  |
| <b>n. specie comuni a tutti i settori</b> | 177                   |                    |                     |
| <b>n. specie comuni ai settori A e B</b>  | 38                    |                    |                     |
| <b>n. specie comuni ai settori B e C</b>  |                       | 13                 |                     |
| <b>n. specie comuni ai settori A e C</b>  | 21                    |                    |                     |

| specie                                    | forma biologica | corologia                | frequenza       | settore occidentale | settore centrale | settore orientale |
|---|-----------------|--------------------------|-----------------|---------------------|------------------|-------------------|
| <b>Aceraceae</b>                          |                 |                          |                 |                     |                  |                   |
| <i>Acer campestre</i> L.                  | P scap          | europeo-caucasico        | poco frequente  | x                   | x                | x                 |
| <b>Amaranthaceae</b>                      |                 |                          |                 |                     |                  |                   |
| <i>Amaranthus deflexus</i> L.             | T scap          | Sud America              | rara            |                     |                  | x                 |
| <i>Amaranthus paniculatus</i> L.          | T scap          | neotropicale             | rara            | x                   |                  | x                 |
| <i>Amaranthus retroflexus</i> L.          | T scap          | cosmopolita              | poco frequente  | x                   | x                | x                 |
| <b>Amaryllidaceae</b>                     |                 |                          |                 |                     |                  |                   |
| <i>Leucojum aestivum</i> (L.) Coultér     | G bulb          | centro-europeo caucasico | rara            |                     |                  | x                 |
| <b>Apiaceae (Umbelliferae)</b>            |                 |                          |                 |                     |                  |                   |
| <i>Chaerophyllum bulbosum</i> L.          | H bienn         | eurosibirico             | rara            |                     | x                |                   |
| <i>Daucus carota</i> L. s.s.              | H bienn         | paleotemperato           | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Eryngium campestre</i> L.              | H scap          | eurimediterraneo         | rara            | x                   | x                | x                 |
| <i>Pastinaca sativa</i> L.                | H bienn         | eurosibirico             | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Peucedanum oreoselinum</i> (L.) Moench | H scap          | europeo-caucasico        | rara            | x                   |                  |                   |
| <i>Peucedanum venetum</i> (Sprengel) Koch | H scap          | sw-europeo               | rara            | x                   | x                | x                 |
| <i>Pimpinella major</i> (L.) Hudson       | H scap          | europeo-caucasico        | localmente abb. | x                   | x                | x                 |
| <i>Pimpinella saxifraga</i> L.            | H scap          | europeo-caucasico        | rara            | x                   | x                | x                 |
| <i>Torilis arvensis</i> (Hudson) Link     | T scap          | subcosmopolita           | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Torilis japonica</i> (Houtt.) DC.      | T scap          | cosmopolita              | poco frequente  |                     |                  | x                 |



| specie                                      | forma biologica | corologia                  | frequenza       | settore occidentale | settore centrale | settore orientale |
|---|-----------------|----------------------------|-----------------|---------------------|------------------|-------------------|
| <b>Araceae</b>                              |                 |                            |                 |                     |                  |                   |
| <i>Arum italicum</i> Miller                 | G rhiz          | europeo                    | rara            |                     | x                |                   |
| <b>Araliaceae</b>                           |                 |                            |                 |                     |                  |                   |
| <i>Hedera helix</i> L.                      | P lian          | submedit.-subatl.          | poco frequente  | x                   | x                |                   |
| <b>Aristolochiaceae</b>                     |                 |                            |                 |                     |                  |                   |
| <i>Aristolochia clematitis</i> L.           | G rad           | submediterraneo            | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Aristolochia rotunda</i> L.              | G bulb          | eurimediterraneo           | localmente abb. | x                   | x                | x                 |
| <b>Asclepiadaceae</b>                       |                 |                            |                 |                     |                  |                   |
| <i>Vincetoxicum btrundinaria</i> Medicus    | H scap          | eurasiatico                | assai rara      | x                   |                  |                   |
| <b>Asteraceae (Compositae)</b>              |                 |                            |                 |                     |                  |                   |
| <i>Achillea collina</i> Becker              | H scap          | se-europeo                 | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Achillea millefolium</i> L. s.s.         | H scap          | eurosibirico               | rara            |                     | x                |                   |
| <i>Achillea roseo-alba</i> Ehrend.          | H scap          | centroeuropeo              | comune          | x                   | x                | x                 |
| <i>Ambrosia artemisiifolia</i> L.           | T scap          | Nord America               | poco frequente  |                     |                  | x                 |
| <i>Ambrosia coronopifolia</i> Torr. et Gray | G rhiz          | Nord America               | rara            | x                   |                  |                   |
| <i>Anthemis tinctoria</i> L.                | H bienn         | centroeuropeo-pontico      | assai rara      | x                   | x                | x                 |
| <i>Arctium lappa</i> L.                     | H bienn         | eurasiatico                | poco frequente  | x                   |                  | x                 |
| <i>Arctium minus</i> (Hill) Bernh.          | H bienn         | europeo                    | poco frequente  | x                   |                  | x                 |
| <i>Artemisia absinthium</i> L.              | Ch suffr        | eurimediterraneo           | assai rara      |                     | x                |                   |
| <i>Artemisia annua</i> L.                   | T scap          | eurasiatico                | rara            |                     |                  | x                 |
| <i>Artemisia verlotlorum</i> Lamotte        | H scap          | Asia orientale             | poco frequente  | x                   | x                | x                 |
| <i>Artemisia vulgaris</i> L.                | H scap          | circumboreale              | poco frequente  | x                   | x                | x                 |
| <i>Aster novi-belgii</i> L.                 | H scap          | Nord America               | rara            | x                   |                  |                   |
| <i>Bellis perennis</i> L.                   | H ros           | europeo-caucasico          | comune          | x                   | x                | x                 |
| <i>Bidens frondosa</i> L.                   | T scap          | Nord America               | poco frequente  | x                   |                  | x                 |
| <i>Centaurea deusta</i> Ten.                | H bienn         | eurimediterraneo           | rara            | x                   |                  |                   |
| <i>Centaurea maculosa</i> Lam.              | H bienn         | centroeuropeo              | assai rara      |                     | x                |                   |
| <i>Centaurea nigrescens</i> Willd.          | H scap          | europeo                    | comune          | x                   | x                | x                 |
| <i>Chondrilla juncea</i> L.                 | H scap          | eurimediterraneo-sibirico  | assai rara      | x                   | x                |                   |
| <i>Cichorium intybus</i> L.                 | H scap          | cosmopolita                | poco frequente  | x                   | x                | x                 |
| <i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.           | G rad           | eurasiatico                | poco frequente  | x                   | x                | x                 |
| <i>Cirsium vulgare</i> (Savi) Ten.          | H bienn         | paleotemperato             | poco frequente  | x                   | x                | x                 |
| <i>Conyza albida</i> Willd.                 | T scap          | America tropicale          | poco frequente  |                     |                  | x                 |
| <i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq.        | T scap          | America tropicale          | localizzata     | x                   | x                | x                 |
| <i>Crepis capillaris</i> (L.) Wallr.        | T scap          | centroeuropeo              | poco frequente  | x                   |                  |                   |
| <i>Crepis foetida</i> L.                    | T scap          | eurimediterraneo           | poco frequente  | x                   |                  | x                 |
| <i>Crepis pulchra</i> L.                    | T scap          | eurimediterraneo           | poco frequente  |                     | x                |                   |
| <i>Crepis setosa</i> Haller fil.            | T scap          | eurimediterraneo-orientale | poco frequente  | x                   |                  | x                 |
| <i>Crepis vesicaria</i> L.                  | T scap          | submedit.-subatl.          | poco frequente  | x                   |                  |                   |

| specie                                      | forma biologica | corologia                   | frequenza       | settore occidentale | settore centrale | settore orientale |
|---|-----------------|-----------------------------|-----------------|---------------------|------------------|-------------------|
| <i>Erigeron annuus</i> (L.) Pers.           | T scap          | Nord America                | comune          | X                   | X                | X                 |
| <i>Eupatorium cannabinum</i> L.             | H scap          | paleotemperato              | rara            | X                   | X                |                   |
| <i>Helianthus annuus</i> L.                 | T scap          | Sud America                 | poco frequente  |                     | X                |                   |
| <i>Helianthus tuberosus</i> L.              | G bulb          | Nord America                | poco frequente  |                     | X                | X                 |
| <i>Inula britannica</i> L.                  | H scap          | medieuropeo-w-asiatico      | rara            | X                   | X                |                   |
| <i>Lactuca serriola</i> L.                  | H bienn         | eurimediterraneo-s-sibirico | rara            | X                   | X                | X                 |
| <i>Lapsana communis</i> L.                  | T scap          | paleotemperato              | poco frequente  |                     |                  | X                 |
| <i>Leontodon bispidus</i> L.                | H ros           | europeo-caucasico           | frequente       | X                   | X                | X                 |
| <i>Leucanthemum vulgare</i> Lam.            | H scap          | eurosibirico                | frequente       | X                   | X                | X                 |
| <i>Matricaria chamomilla</i> L.             | T scap          | eurosibirico                | rara            | X                   | X                | X                 |
| <i>Matricaria inodora</i> L.                | T scap          | se-asiatico                 | poco frequente  |                     | X                | X                 |
| <i>Onopordum acanthium</i> L.               | H bienn         | e-mediterraneo-turaniano    | poco frequente  | X                   |                  |                   |
| <i>Picris ecbioides</i> L.                  | T scap          | eurimediterraneo            | poco frequente  |                     |                  | X                 |
| <i>Picris hieracioides</i> L.               | H scap          | eurosibirico                | localmente abb. | X                   | X                | X                 |
| <i>Pulicaria dysenterica</i> (L.) Bernh.    | H scap          | eurimediterraneo            | rara            | X                   | X                |                   |
| <i>Senecio vulgaris</i> L.                  | T scap          | eurimediterraneo            | poco frequente  | X                   |                  | X                 |
| <i>Solidago gigantea</i> Aiton              | H scap          | Nord America                | frequente       | X                   | X                | X                 |
| <i>Sonchus asper</i> (L.) Hill              | T scap          | eurasiatico                 | rara            | X                   | X                | X                 |
| <i>Sonchus oleraceus</i> L.                 | T scap          | eurasiatico                 | poco frequente  | X                   |                  | X                 |
| <i>Tanacetum vulgare</i> L.                 | H scap          | eurasiatico                 | poco frequente  | X                   | X                | X                 |
| <i>Taraxacum officinale</i> Weber           | H ros           | circumboreale               | frequente       | X                   | X                | X                 |
| <i>Tragopogon dubius</i> Scop.              | H bienn         | caucasico                   | poco frequente  | X                   | X                |                   |
| <i>Tragopogon pratensis</i> L.              | H scap          | eurosibirico                | rara            | X                   |                  | X                 |
| <i>Xanthium italicum</i> Moretti            | T scap          | s-europeo                   | rara            | X                   | X                | X                 |
| <b>Boraginaceae</b>                         |                 |                             |                 |                     |                  |                   |
| <i>Anchusa officinalis</i> L.               | H scap          | pontico                     | poco frequente  | X                   | X                | X                 |
| <i>Echium vulgare</i> L.                    | H bienn         | europeo                     | rara            | X                   | X                | X                 |
| <i>Myosotis arvensis</i> (L.) Hill          | H scap          | europeo-w-asiatico          | localmente abb. | X                   | X                | X                 |
| <i>Myosotis ramosissima</i> Rochel          | T scap          | europeo                     | rara            | X                   |                  |                   |
| <i>Symphytum bulbosum</i> Schimper          | G rhiz          | se-europeo                  | assai rara      |                     | X                |                   |
| <i>Symphytum officinale</i> L.              | H scap          | europeo-caucasico           | rara            | X                   | X                | X                 |
| <b>Brassicaceae (Cruciferae)</b>            |                 |                             |                 |                     |                  |                   |
| <i>Arabisidopsis thaliana</i> (L.) Heynh.   | T scap          | paleotemperato              | frequente       | X                   | X                | X                 |
| <i>Brassica napus</i> L.                    | T scap          | coltivata                   | poco frequente  | X                   |                  |                   |
| <i>Calepina irregularis</i> (Asso) Thell.   | T scap          | mediterr.-turaniano         | localmente abb. | X                   | X                | X                 |
| <i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medicus | H bienn         | cosmopolita                 | localmente abb. | X                   | X                | X                 |
| <i>Capsella rubella</i> Reuter              | T scap          | eurimediterraneo            | poco frequente  | X                   |                  |                   |
| <i>Cardamine hirsuta</i> L.                 | T scap          | cosmopolita                 | localmente abb. | X                   | X                | X                 |
| <i>Cardaria draba</i> (L.) Desv.            | G rhiz          | mediterr.-turaniano         | rara            |                     | X                |                   |
| <i>Diplotaxis tenuifolia</i> (L.) DC.       | H scap          | submedit.-subatl.           | frequente       | X                   | X                | X                 |
| <i>Draba muralis</i> L.                     | T scap          | circumboreale               | localmente abb. | X                   | X                | X                 |

| specie  | forma biologica | corologia             | frequenza               | settore occidentale | settore centrale | settore orientale |
|---|-----------------|-----------------------|-------------------------|---------------------|------------------|-------------------|
| <i>Eruca sativa</i> Miller                        | T scap          | mediterr.-turaniaco   | rara                    |                     |                  | X                 |
| <i>Lepidium virginicum</i> L.                     | T scap          | Nord America          | poco frequente          | X                   | X                |                   |
| <i>Rapbanus raphanistrum</i> L.                   | T scap          | eurimediterraneo      | localmente abb.         | X                   | X                | X                 |
| <i>Rapbanus sativus</i> L.                        | T scap          | coltivata             | localizzata             |                     |                  | X                 |
| <i>Rapistrum rugosum</i> (L.) All.                | T scap          | eurimediterraneo      | frequente               | X                   | X                | X                 |
| <i>Rorippa sylvestris</i> (L.) Besser             | H scap          | eurasiatico           | frequente               | X                   | X                | X                 |
| <i>Sinapis arvensis</i> L.                        | T scap          | stenomediterraneo     | localizzata             | X                   | X                | X                 |
| <i>Tblaspi alliaceum</i> L.                       | T scap          | seuropeo-subatlantico | localmente abb.         | X                   | X                | X                 |
| <i>Tblaspi perfoliatum</i> L.                     | T scap          | paleotemperato        | frequente               | X                   | X                |                   |
| <b>Buddlejaceae</b>                               |                 |                       |                         |                     |                  |                   |
| <i>Buddleja davidii</i> Franchet                  | P caesp         | Cina                  | poco frequente          | X                   |                  |                   |
| <b>Cannabaceae</b>                                |                 |                       |                         |                     |                  |                   |
| <i>Humulus lupulus</i> L.                         | P lian          | europeo-caucasico     | poco frequente          | X                   | X                | X                 |
| <i>Humulus scandens</i> (Lour.) Merrill           | T scap          | Giappone              | poco frequente          | X                   | X                | X                 |
| <b>Caprifoliaceae</b>                             |                 |                       |                         |                     |                  |                   |
| <i>Sambucus ebulus</i> L.                         | G rhiz          | eurimediterraneo      | localmente abb.         | X                   | X                | X                 |
| <i>Sambucus nigra</i> L.                          | P caesp         | europeo-caucasico     | poco frequente          | X                   | X                |                   |
| <b>Caryophyllaceae</b>                            |                 |                       |                         |                     |                  |                   |
| <i>Arenaria serpyllifolia</i> L.                  | T scap          | subcosmopolita        | localmente abb.         | X                   | X                | X                 |
| <i>Cerastium brachypetalum</i> Desportes et Pers. | T scap          | eurimediterraneo      | rara                    | X                   | X                | X                 |
| <i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.               | T scap          | eurimediterraneo      | rara                    |                     | X                | X                 |
| <i>Cerastium bolosteoides</i> Fries emend. Hyl.   | H scap          | eurasiatico           | localmente abb.         | X                   | X                | X                 |
| <i>Cerastium semidecandrum</i> L.                 | T scap          | eurasiatico           | rara                    | X                   | X                | X                 |
| <i>Cerastium tenoreanum</i> Seringe               | T scap          | se-europeo            | rara                    | X                   |                  |                   |
| <i>Myosoton aquaticum</i> (L.) Moench             | H scap          | eurosibirico          | poco frequente          | X                   |                  | X                 |
| <i>Saponaria officinalis</i> L.                   | H scap          | eurosibirico          | poco frequente          | X                   | X                | X                 |
| <i>Silene alba</i> (Miller) Krause                | H bienn         | paleotemperato        | frequente               | X                   | X                | X                 |
| <i>Silene vulgaris</i> (Moench) Garcke            | H scap          | paleotemperato        | localmente abb.         | X                   | X                | X                 |
| <i>Stellaria media</i> (L.) Vill.                 | T rept          | cosmopolita           | localmente abb.         | X                   | X                | X                 |
| <b>Chenopodiaceae</b>                             |                 |                       |                         |                     |                  |                   |
| <i>Atriplex patula</i> L.                         | T scap          | circumboreale         | rara                    |                     |                  | X                 |
| <i>Chenopodium album</i> L.                       | T scap          | subcosmopolita        | localmente abb.         | X                   | X                | X                 |
| <i>Chenopodium ambrosioides</i> L.                | T scap          | neotropicale          | poco frequente          |                     | X                |                   |
| <b>Convolvulaceae</b>                             |                 |                       |                         |                     |                  |                   |
| <i>Calystegia sepium</i> (L.) R. Br.              | H scand         | paleotemperato        | comune, localmente abb. | X                   | X                | X                 |
| <i>Convolvulus arvensis</i> L.                    | G rhiz          | paleotemperato        | frequente               | X                   | X                | X                 |
| <i>Cuscuta cesattiana</i> Bertol.                 | T par           | Nord America ?        | localizzata             | X                   | X                | X                 |

| specie                               | forma biologica | corologia             | frequenza       | settore occidentale | settore centrale | settore orientale |
|--------------------------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|---------------------|------------------|-------------------|
| <i>Cuscuta epithymum</i> (L.) L.     | T par           | eurasiatico           | poco frequente  | x                   | x                | x                 |
| <i>Ipomoea purpurea</i> Roth         | T scap          | neotropicale          | assai rara      | x                   |                  |                   |
| <b>Cornaceae</b>                     |                 |                       |                 |                     |                  |                   |
| <i>Cornus sanguinea</i> L.           | P caesp         | eurasiatico temperato | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <b>Corylaceae</b>                    |                 |                       |                 |                     |                  |                   |
| <i>Corylus avellana</i> L.           | P caesp         | europeo-caucasico     | poco frequente  |                     | x                |                   |
| <b>Crassulaceae</b>                  |                 |                       |                 |                     |                  |                   |
| <i>Sedum sexangulare</i> L.          | Ch succ         | centroeuropeo         | localizzata     | x                   | x                |                   |
| <b>Cucurbitaceae</b>                 |                 |                       |                 |                     |                  |                   |
| <i>Bryonia dioica</i> Jacq.          | G rhiz          | eurimediterraneo      | rara            |                     | x                | x                 |
| <i>Sicyos angulatus</i> L.           | T scap          | Nord America          | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <b>Cyperaceae</b>                    |                 |                       |                 |                     |                  |                   |
| <i>Carex caryophyllea</i> La Tourr.  | H scap          | eurasiatico           | rara            | x                   | x                | x                 |
| <i>Carex contigua</i> Hoppe          | H caesp         | eurasiatico           | rara            |                     | x                | x                 |
| <i>Carex flacca</i> Schreber         | G rhiz          | europeo               | rara            | x                   | x                |                   |
| <i>Carex birta</i> L.                | G rhiz          | europeo-caucasico     | rara            | x                   | x                |                   |
| <i>Carex liparocarpos</i> Gaudin     | G rhiz          | se-europeo            | assai rara      |                     | x                |                   |
| <i>Carex tomentosa</i> L.            | H caesp         | eurosibirico          | assai rara      | x                   |                  |                   |
| <b>Dipsacaceae</b>                   |                 |                       |                 |                     |                  |                   |
| <i>Dipsacus fullonum</i> L.          | H bienn         | eurimediterraneo      | rara            |                     | x                | x                 |
| <i>Knautia arvensis</i> (L.) Coultér | H scap          | eurasiatico           | localmente abb. | x                   |                  | x                 |
| <i>Scabiosa columbaria</i> L.        | H scap          | eurasiatico           | rara            |                     |                  | x                 |
| <b>Equisetaceae</b>                  |                 |                       |                 |                     |                  |                   |
| <i>Equisetum arvense</i> L.          | G rhiz          | circumboreale         | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Equisetum ramosissimum</i> Desf.  | G rhiz          | circumboreale         | comune          | x                   | x                | x                 |
| <i>Equisetum telmateja</i> Ehrh.     | G rhiz          | circumboreale         | rara            |                     |                  | x                 |
| <b>Euphorbiaceae</b>                 |                 |                       |                 |                     |                  |                   |
| <i>Acalypha virginica</i> L.         | T scap          | Nord America          | poco frequente  | x                   |                  |                   |
| <i>Euphorbia chamaesyce</i> L.       | T rept          | eurimediterraneo      | poco frequente  |                     | x                |                   |
| <i>Euphorbia cyparissias</i> L.      | H scap          | centroeuropeo         | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Euphorbia esula</i> L.            | H scap          | eurosibirico          | comune          | x                   | x                | x                 |
| <i>Euphorbia belloscoptia</i> L.     | T scap          | cosmopolita           | localmente abb. | x                   | x                | x                 |
| <i>Euphorbia maculata</i> L.         | T rept          | Nord America          | rara            |                     | x                |                   |
| <i>Euphorbia nutans</i> Lag.         | T rept          | Nord America          | rara            | x                   | x                |                   |
| <i>Euphorbia platyphyllos</i> L.     | T scap          | eurimediterraneo      | rara            |                     |                  | x                 |
| <i>Euphorbia prostrata</i> Aiton     | T rept          | Nord America          | rara            |                     |                  | x                 |
| <b>Fabaceae (Leguminosae)</b>        |                 |                       |                 |                     |                  |                   |
| <i>Amorpha fruticosa</i> L.          | P caesp         | Nord America          | comune          | x                   | x                | x                 |

| specie   | forma biologica | corologia            | frequenza       | settore occidentale | settore centrale | settore orientale |
|--|-----------------|----------------------|-----------------|---------------------|------------------|-------------------|
| <i>Apios americana</i> Medicus                 | G rhiz          | Nord America         | poco frequente  | x                   |                  |                   |
| <i>Astragalus cicer</i> L.                     | H scap          | pontico              | rara            | x                   |                  |                   |
| <i>Cercis siliquastrum</i> L.                  | P scap          | s-europeo-w-asiatico | rara            |                     | x                |                   |
| <i>Coronilla varia</i> L.                      | H scap          | circumboreale        | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Genista tinctoria</i> L.                    | Ch suffr        | eurasiatico          | rara            | x                   |                  |                   |
| <i>Gleditsia triacanthos</i> L.                | P caesp         | Nord America         | poco frequente  |                     | x                |                   |
| <i>Latbyrus tuberosus</i> L.                   | H scap          | paleotemperato       | rara            | x                   |                  | x                 |
| <i>Lotus corniculatus</i> L. s.s.              | H scap          | paleotemperato       | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Lotus tenuis</i> W. et K.                   | H scap          | paleotemperato       | rara            |                     |                  | x                 |
| <i>Medicago falcata</i> L.                     | H scap          | eurasiatico          | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Medicago lupulina</i> L.                    | T scap          | paleotemperato       | frequente       |                     | x                | x                 |
| <i>Medicago sativa</i> L.                      | H scap          | Persia (?)           | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Melilotus alba</i> Medicus                  | T scap          | eurasiatico          | rara            | x                   | x                | x                 |
| <i>Melilotus altissima</i> Thuill.             | G rhiz          | eurosibirico         | rara            |                     |                  | x                 |
| <i>Melilotus officinalis</i> (L.) Pallas       | H bienn         | eurasiatico          | rara            | x                   | x                | x                 |
| <i>Ononis natrrix</i> L.                       | H caesp         | eurimediterraneo     | rara            |                     | x                | x                 |
| <i>Ononis spinosa</i> L.                       | Ch suffr        | eurimediterraneo     | localmente abb. | x                   | x                | x                 |
| <i>Robinia pseudoacacia</i> L.                 | P caesp         | Nord America         | localmente abb. | x                   | x                | x                 |
| <i>Trifolium campestre</i> Schreber            | T scap          | paleotemperato       | rara            | x                   | x                | x                 |
| <i>Trifolium fragiferum</i> L.                 | H rept          | paleotemperato       | localmente abb. | x                   |                  | x                 |
| <i>Trifolium hybridum</i> L.                   | H caesp         | mediterr.-atlantico  | rara            | x                   |                  |                   |
| <i>Trifolium pratense</i> L.                   | H scap          | eurosibirico         | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Trifolium repens</i> L.                     | H rept          | paleotemperato       | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Vicia cracca</i> L.                         | H scap          | eurasiatico          | rara            | x                   | x                | x                 |
| <i>Vicia hybrida</i> L.                        | T scap          | eurimediterraneo     | rara            |                     | x                |                   |
| <i>Vicia sativa</i> L.                         | T scap          | mediterr.-turaniaco  | frequente       | x                   | x                | x                 |
|  |                 |                      |                 |                     |                  |                   |
| <b>Fagaceae</b>                                |                 |                      |                 |                     |                  |                   |
| <i>Quercus robur</i> L. s.s.                   | P scap          | europeo-caucasico    | localmente abb. | x                   | x                | x                 |
|  |                 |                      |                 |                     |                  |                   |
| <b>Gentianaceae</b>                            |                 |                      |                 |                     |                  |                   |
| <i>Centaurium pulchellum</i> (Swartz)<br>Druce | T scap          | paleotemperato       | assai rara      |                     |                  | x                 |
|  |                 |                      |                 |                     |                  |                   |
| <b>Geraniaceae</b>                             |                 |                      |                 |                     |                  |                   |
| <i>Erodium cicutarium</i> (L.) L'Hér.          | T scap          | subcosmopolita       | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Geranium columbinum</i> L.                  | T scap          | europeo-siberiano    | rara            | x                   | x                | x                 |
| <i>Geranium dissectum</i> L.                   | T scap          | eurasiatico          | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Geranium molle</i> L.                       | T scap          | eurasiatico          | frequente       | x                   | x                | x                 |
|  |                 |                      |                 |                     |                  |                   |
| <b>Hypericaceae (Guttiferae)</b>               |                 |                      |                 |                     |                  |                   |
| <i>Hypericum perforatum</i> L.                 | H scap          | paleotemperato       | frequente       | x                   | x                | x                 |
|  |                 |                      |                 |                     |                  |                   |
| <b>Juglandaceae</b>                            |                 |                      |                 |                     |                  |                   |
| <i>Juglans regia</i> L.                        | P scap          | sw-asiatico          | frequente       | x                   | x                | x                 |

| specie                                     | forma biologica | corologia            | frequenza       | settore occidentale | settore centrale | settore orientale |
|--|-----------------|----------------------|-----------------|---------------------|------------------|-------------------|
| <b>Lamiaceae (Labiatae)</b>                |                 |                      |                 |                     |                  |                   |
| <i>Ajuga genevensis</i> L.                 | H scap          | eurasiatico          | rara            | x                   |                  |                   |
| <i>Ajuga reptans</i> L.                    | H rept          | europeo-caucasico    | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Ballota nigra</i> L.                    | H scap          | mediterr.-atlantico  | rara            | x                   |                  | x                 |
| <i>Calamintha nepeta</i> (L.) Savi         | H scap          | mediterr.-montano    | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Clinopodium vulgare</i> L.              | H scap          | circumboreale        | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Glechoma hederacea</i> L.               | H rept          | circumboreale        | comune          | x                   | x                | x                 |
| <i>Lamium amplexicaule</i> L.              | T scap          | paleotemperato       | rara            | x                   |                  |                   |
| <i>Lamium maculatum</i> L.                 | H scap          | eurasiatico          | rara            |                     | x                |                   |
| <i>Lamium purpureum</i> L.                 | T scap          | eurasiatico          | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Lycopus europaeus</i> L.                | H scap          | paleotemperato       | poco frequente  |                     |                  | x                 |
| <i>Mentha aquatica</i> L.                  | H scap          | paleotemperato       | poco frequente  |                     | x                |                   |
| <i>Mentha arvensis</i> L.                  | H scap          | circumboreale        | rara            | x                   | x                |                   |
| <i>Mentha spicata</i> L.                   | H scap          | eurimediterraneo     | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Mentha suaveolens</i> Ehrh.             | H scap          | eurimediterraneo     | localmente abb. | x                   | x                | x                 |
| <i>Origanum vulgare</i> L.                 | H scap          | eurasiatico          | rara            | x                   |                  |                   |
| <i>Prunella laciniata</i> (L.) L.          | H scap          | eurimediterraneo     | rara            | x                   |                  |                   |
| <i>Prunella vulgaris</i> L.                | H scap          | circumboreale        | rara            | x                   | x                | x                 |
| <i>Salvia pratensis</i> L.                 | H scap          | eurimediterraneo     | comune          | x                   | x                | x                 |
| <i>Stachys palustris</i> L.                | H scap          | circumboreale        | rara            | x                   | x                | x                 |
| <i>Thymus alpestris</i> Tausch             | Ch rept         | orof. centro-europeo | rara            |                     | x                |                   |
| <i>Thymus pulegioides</i> L.               | Ch rept         | eurasiatico          | rara            | x                   |                  |                   |
|  |                 |                      |                 |                     |                  |                   |
| <b>Liliaceae</b>                           |                 |                      |                 |                     |                  |                   |
| <i>Allium vineale</i> L.                   | G bulb          | eurimediterraneo     | rara            | x                   | x                |                   |
| <i>Asparagus officinalis</i> L.            | G rhiz          | eurimediterraneo     | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Colchicum autumnale</i> L.              | G bulb          | europeo              | assai rara      |                     | x                |                   |
| <i>Leopoldia comosa</i> (L.) Parl.         | G bulb          | eurimediterraneo     | rara            | x                   | x                |                   |
| <i>Muscari atlanticum</i> Boiss. et Reuter | G bulb          | eurimediterraneo     | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Ornithogalum umbellatum</i> L.          | G bulb          | eurimediterraneo     | rara            | x                   | x                | x                 |
|  |                 |                      |                 |                     |                  |                   |
| <b>Lythraceae</b>                          |                 |                      |                 |                     |                  |                   |
| <i>Lytbrum salicaria</i> L.                | H scap          | subcosmopolita       | rara            | x                   | x                | x                 |
|  |                 |                      |                 |                     |                  |                   |
| <b>Malvaceae</b>                           |                 |                      |                 |                     |                  |                   |
| <i>Abutilon theophrasti</i> Medicus        | T scap          | s-sibirico           | rara            | x                   | x                |                   |
| <i>Alcea rosea</i> L.                      | H scap          | origine ignota       | poco frequente  |                     | x                |                   |
| <i>Althaea cannabina</i> L.                | H scap          | e-europeo-w-asiatico | localmente abb. | x                   | x                | x                 |
| <i>Althaea officinalis</i> L.              | H scap          | s-sibirico           | rara            |                     |                  | x                 |
| <i>Malva sylvestris</i> L.                 | H scap          | eurosibirico         | comune          | x                   | x                | x                 |
|  |                 |                      |                 |                     |                  |                   |
| <b>Moraceae</b>                            |                 |                      |                 |                     |                  |                   |
| <i>Broussonetia papyrifera</i> (L.) Vent.  | P caesp         | Asia orientale       | rara            |                     | x                |                   |
| <i>Morus alba</i> L.                       | P scap          | Asia orientale       | frequente       | x                   | x                | x                 |
|  |                 |                      |                 |                     |                  |                   |
| <b>Oleaceae</b>                            |                 |                      |                 |                     |                  |                   |
| <i>Ligustrum vulgare</i> L.                | NP              | europeo-w-asiatico   | rara            | x                   | x                | x                 |

| specie   | forma biologica | corologia               | frequenza       | settore occidentale | settore centrale | settore orientale |
|--|-----------------|-------------------------|-----------------|---------------------|------------------|-------------------|
| <b>Onagraceae</b>  |                 |                         |                 |                     |                  |                   |
| <i>Oenothera stueckii</i> Soldano                          | H bienn         | europeo                 | poco frequente  | x                   |                  | x                 |
| <i>Oenothera suaveolens</i> Pers.                          | H bienn         | coltivata               | poco frequente  | x                   |                  |                   |
| <b>Orchidaceae</b>   |                 |                         |                 |                     |                  |                   |
| <i>Orchis purpurea</i> Hudson                              | G bulb          | eurasiatico             | assai rara      | x                   |                  |                   |
| <b>Oxalidaceae</b>   |                 |                         |                 |                     |                  |                   |
| <i>Oxalis dillenii</i> Jacq.                               | H scap          | Sud America             | rara            | x                   | x                | x                 |
| <i>Oxalis fontana</i> Bunge                                | H scap          | Nord America            | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <b>Papaveraceae</b>  |                 |                         |                 |                     |                  |                   |
| <i>Fumaria officinalis</i> L.                              | T scap          | paleotemperato          | poco frequente  |                     | x                |                   |
| <i>Papaver rhoeas</i> L.                                   | T scap          | e-mediterraneo          | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <b>Phytolaccaceae</b>                                      |                 |                         |                 |                     |                  |                   |
| <i>Phytolacca americana</i> L.                             | G rhiz          | Nord America            | poco frequente  | x                   |                  |                   |
| <b>Plantaginaceae</b>                                      |                 |                         |                 |                     |                  |                   |
| <i>Plantago lanceolata</i> L.                              | H ros           | eurasiatico             | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Plantago major</i> L.                                   | H ros           | eurasiatico             | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <b>Poaceae (Graminaceae)</b>                               |                 |                         |                 |                     |                  |                   |
| <i>Agropyron repens</i> (L.) Beauv.                        | G rhiz          | circumboreale           | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Alopecurus myosuroides</i> Hudson                       | T scap          | paleotemperato          | localmente abb. | x                   | x                | x                 |
| <i>Alopecurus pratensis</i> L.                             | H caesp         | eurosibirico            | rara            | x                   | x                |                   |
| <i>Anthoxanthum odoratum</i> L.                            | H caesp         | eurasiatico             | localmente abb. | x                   | x                | x                 |
| <i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) Beauv. ex J. et K. Presl | T caesp         | paleotemperato          | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Avena barbata</i> Potter                                | T scap          | eurimediterr.-turaniaco | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Avena fatua</i> L.                                      | T scap          | eurasiatico             | rara            | x                   |                  |                   |
| <i>Avena sterilis</i> L.                                   | T scap          | mediterr.-turaniaco     | frequente       | x                   | x                |                   |
| <i>Botriochloa ischaemum</i> (L.) Keng.                    | H caesp         | termocosmopolita        | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Brachypodium sylvaticum</i> (Hudson) Beauv.             | H caesp         | paleotemperato          | rara            | x                   | x                | x                 |
| <i>Bromus erectus</i> Hudson                               | H caesp         | paleotemperato          | poco frequente  | x                   |                  |                   |
| <i>Bromus hordeaceus</i> L.                                | T scap          | subcosmopolita          | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Bromus inermis</i> Leyser                               | H caesp         | eurasiatico             | localmente abb. | x                   | x                | x                 |
| <i>Bromus madritensis</i> L.                               | T scap          | eurimediterraneo        | rara            |                     |                  | x                 |
| <i>Bromus sterilis</i> L.                                  | T scap          | eurimediterr.-turaniaco | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.                         | G rhiz          | termocosmopolita        | comune          | x                   | x                | x                 |
| <i>Dactylis glomerata</i> L.                               | H caesp         | paleotemperato          | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Digitaria sanguinalis</i> (L.) Scop.                    | T scap          | cosmopolita             | rara            | x                   | x                | x                 |
| <i>Echinochloa crus-galli</i> (L.) Beauv.                  | T scap          | subcosmopolita          | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertner                       | T scap          | cosmopolita             | rara            |                     |                  | x                 |
| <i>Festuca arundinacea</i> Schreber                        | H caesp         | paleotemperato          | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Festuca heterophylla</i> Lam.                           | H caesp         | europeo                 | rara            | x                   |                  |                   |



| specie   | forma biologica | corologia                      | frequenza       | settore occidentale | settore centrale | settore orientale |
|--|-----------------|--------------------------------|-----------------|---------------------|------------------|-------------------|
| <i>Festuca pratensis</i> Hudson                    | H caesp         | eurasiatico                    | rara            |                     |                  | x                 |
| <i>Festuca rubra</i> L.                            | H caesp         | circumboreale                  | poco frequente  |                     | x                |                   |
| <i>Holcus lanatus</i> L.                           | T caesp         | circumboreale                  | rara            | x                   | x                |                   |
| <i>Hordeum murinum</i> L.                          | T scap          | circumboreale                  | rara            |                     | x                | x                 |
| <i>Lolium multiflorum</i> Lam.                     | T scap          | eurimediterraneo               | rara            | x                   | x                | x                 |
| <i>Lolium perenne</i> L.                           | H caesp         | eurasiatico                    | localmente abb. | x                   | x                | x                 |
| <i>Panicum capillare</i> L.                        | T scap          | Nord America                   | poco frequente  | x                   | x                | x                 |
| <i>Panicum dichotomiflorum</i> Michx.              | T scap          | America                        | poco frequente  | x                   |                  |                   |
| <i>Pbleum pratense</i> L.                          | H caesp         | europeo                        | poco frequente  |                     |                  | x                 |
| <i>Phragmites australis</i> (Cav.) Trin. ex Steud. | He              | subcosmopolita                 | poco frequente  | x                   | x                | x                 |
| <i>Poa annua</i> L.                                | T caesp         | cosmopolita                    | rara            | x                   |                  | x                 |
| <i>Poa bulbosa</i> L.                              | H caesp         | paleotemperato                 | rara            | x                   | x                |                   |
| <i>Poa pratensis</i> L.                            | H caesp         | circumboreale                  | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Poa trivialis</i> L.                            | H caesp         | eurasiatico                    | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Setaria ambigua</i> Guss.                       | T scap          | cosmopolita                    | rara            |                     |                  | x                 |
| <i>Setaria glauca</i> (L.) Beauv.                  | T scap          | subcosmopolita                 | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Setaria verticillata</i> (L.) Beauv.            | T scap          | termocosmopolita               | rara            |                     |                  | x                 |
| <i>Setaria viridis</i> (L.) Beauv.                 | T scap          | subcosmopolita                 | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Sorghum halepense</i> (L.) Pers.                | G rhiz          | termocosmopolita               | comune          | x                   | x                | x                 |
| <i>Typhoides arundinacea</i> (L.) Moench           | He              | circumboreale                  | rara            | x                   | x                | x                 |
| <i>Vulpia ciliata</i> (Danth.) Link                | T caesp         | eurimediterraneo               | rara            |                     | x                |                   |
|  |                 |                                |                 |                     |                  |                   |
| <b>Polygonaceae</b>                                |                 |                                |                 |                     |                  |                   |
| <i>Fallopia convolvulus</i> (L.) Holub             | T scap          | circumboreale                  | rara            | x                   | x                |                   |
| <i>Fallopia dumetorum</i> (L.) Holub               | T scap          | eurosibirico                   | rara            | x                   | x                |                   |
| <i>Polygonum arenastrum</i> Boreau                 | T rept          | subcosmopolita                 | rara            | x                   |                  | x                 |
| <i>Polygonum aviculare</i> L.                      | T rept          | cosmopolita                    | comune          | x                   | x                | x                 |
| <i>Rumex acetosa</i> L.                            | H scap          | circumboreale                  | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Rumex conglomeratus</i> Murray                  | H scap          | eurasiatico-centro occidentale | rara            |                     | x                | x                 |
| <i>Rumex crispus</i> L.                            | H scap          | subcosmopolita                 | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Rumex cristatus</i> DC.                         | H scap          | ne-mediterraneo                | rara            |                     | x                | x                 |
| <i>Rumex obtusifolius</i> L.                       | H scap          | europeo-caucasico              | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Rumex palustris</i> Sm.                         | T scap          | eurasiatico                    | rara            |                     |                  | x                 |
| <i>Rumex pulcher</i> L.                            | H scap          | eurimediterraneo               | rara            |                     |                  | x                 |
|  |                 |                                |                 |                     |                  |                   |
| <b>Portulacaceae</b>                               |                 |                                |                 |                     |                  |                   |
| <i>Portulaca oleracea</i> L.                       | T scap          | subcosmopolita                 | localmente abb. | x                   | x                | x                 |
|  |                 |                                |                 |                     |                  |                   |
| <b>Primulaceae</b>                                 |                 |                                |                 |                     |                  |                   |
| <i>Anagallis arvensis</i> L.                       | T rept          | cosmopolita                    | poco frequente  | x                   | x                |                   |
| <i>Lysimachia nummularia</i> L.                    | H scap          | europeo-caucasico              | rara            | x                   | x                |                   |
| <i>Lysimachia vulgaris</i> L.                      | H scap          | eurasiatico                    | rara            | x                   |                  |                   |
|  |                 |                                |                 |                     |                  |                   |
| <b>Ranunculaceae</b>                               |                 |                                |                 |                     |                  |                   |
| <i>Clematis vitalba</i> L.                         | P lian          | europeo-caucasico              | localmente abb. | x                   | x                | x                 |

| specie   | forma biologica | corologia             | frequenza       | settore occidentale | settore centrale | settore orientale |
|--|-----------------|-----------------------|-----------------|---------------------|------------------|-------------------|
| <i>Ranunculus acris</i> L.                           | H scap          | subcosmopolita        | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Ranunculus bulbosus</i> L.                        | H scap          | eurasiatico           | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Ranunculus ficaria</i> L.                         | G bulb          | eurasiatico           | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Ranunculus repens</i> L.                          | H rept          | paleotemperato        | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Ranunculus velutinus</i> Ten.                     | H rept          | cosmopolita           | rara            |                     |                  | x                 |
| <i>Tbalictrum lucidum</i> L.                         | H scap          | se-europeo            | rara            |                     | x                | x                 |
| <b>Resedaceae</b>                                    |                 |                       |                 |                     |                  |                   |
| <i>Reseda lutea</i> L.                               | H scap          | europeo               | rara            | x                   | x                | x                 |
| <b>Rhamnaceae</b>                                    |                 |                       |                 |                     |                  |                   |
| <i>Frangula alnus</i> Miller                         | P caesp         | centroeur-caucasico   | poco frequente  |                     | x                |                   |
| <i>Paliurus spina-christi</i> Miller                 | P caesp         | se-europeo-pontico    | poco frequente  |                     | x                |                   |
| <i>Rhamnus catharticus</i> L.                        | P caesp         | s-europeo-pontico     | rara            | x                   | x                |                   |
| <b>Rosaceae</b>                                      |                 |                       |                 |                     |                  |                   |
| <i>Agrimonia eupatoria</i> L.                        | H scap          | subcosmopolita        | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Crataegus monogyna</i> Jacq.                      | P caesp         | paleotemperato        | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Fragaria viridis</i> Duchesne                     | H rept          | eurosibirico          | frequente       | x                   |                  |                   |
| <i>Malus domestica</i> Borkh.                        | P scap          | coltivata             | poco frequente  | x                   | x                | x                 |
| <i>Potentilla argentea</i> L.                        | H scap          | circumboreale         | rara            | x                   | x                |                   |
| <i>Potentilla recta</i> L.                           | H scap          | mediterraneo-pontico  | rara            |                     | x                |                   |
| <i>Potentilla reptans</i> L.                         | H ros           | paleotemperato        | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Prunus cerasifera</i> (Carrière) L.H. Bailey Ehrh | P caesp         | w-asiatico            | poco frequente  | x                   |                  |                   |
| <i>Prunus persica</i> (L.) Batsch                    | P scap          | Asia orientale        | poco frequente  |                     | x                |                   |
| <i>Prunus spinosa</i> L.                             | P caesp         | europeo-caucasico     | localmente abb. | x                   | x                | x                 |
| <i>Rosa canina</i> L. sensu Bouleng.                 | NP              | paleotemperato        | poco frequente  | x                   | x                |                   |
| <i>Rubus caesius</i> L.                              | NP              | eurasiatico           | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Rubus ulmifolius</i> Schott                       | NP              | eurimediterraneo      | frequente       | x                   |                  |                   |
| <i>Sanguisorba minor</i> Scop.                       | H scap          | paleotemperato        | rara            | x                   | x                |                   |
| <b>Rubiaceae</b>                                     |                 |                       |                 |                     |                  |                   |
| <i>Cruciata laevipes</i> Opiz                        | H scap          | eurasiatico           | rara            | x                   | x                |                   |
| <i>Gallium album</i> Miller                          | H scap          | w-eurasiatico         | rara            | x                   | x                | x                 |
| <i>Gallium aparine</i> L.                            | P scap          | eurasiatico           | localmente abb. |                     | x                | x                 |
| <i>Gallium mollugo</i> L.                            | H scap          | eurimediterraneo      | localmente abb. | x                   | x                | x                 |
| <i>Gallium verum</i> L.                              | H scap          | eurasiatico           | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Sberardia arvensis</i> L.                         | T scap          | eurimediterraneo      | rara            | x                   |                  | x                 |
| <b>Salicaceae</b>                                    |                 |                       |                 |                     |                  |                   |
| <i>Populus alba</i> L.                               | P scap          | paleotemperato        | rara            | x                   | x                | x                 |
| <i>Populus canadensis</i> L.                         | P scap          | coltivata             | poco frequente  | x                   | x                |                   |
| <i>Salix alba</i> L.                                 | P scap          | paleotemperato        | poco frequente  |                     | x                |                   |
| <i>Salix purpurea</i> L.                             | P scap          | eurasiatico temperato | rara            |                     | x                |                   |
| <b>Scrophulariaceae</b>                              |                 |                       |                 |                     |                  |                   |
| <i>Cbaenorbinum minus</i> (L.) Lange                 | T scap          | eurimediterraneo      | rara            |                     |                  | x                 |

| specie   | forma biologica | corologia             | frequenza       | settore occidentale | settore centrale | settore orientale |
|--|-----------------|-----------------------|-----------------|---------------------|------------------|-------------------|
| <i>Linaria vulgaris</i> Miller                   | H scap          | eurasiatico           | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Scrophularia nodosa</i> L.                    | H scap          | circumboreale         | rara            | x                   | x                | x                 |
| <i>Verbascum blattaria</i> L.                    | H bienn         | paleotemperato        | rara            | x                   | x                |                   |
| <i>Verbacum phlomooides</i> L.                   | H bienn         | eurimediterraneo      | rara            | x                   | x                | x                 |
| <i>Verbascum sinuatum</i> L.                     | H bienn         | eurimediterraneo      | rara            | x                   |                  |                   |
| <i>Veronica arvensis</i> L.                      | T scap          | subcosmopolita        | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Veronica chamaedrys</i> L.                    | H scap          | eurosibirico          | poco frequente  | x                   | x                |                   |
| <i>Veronica hederifolia</i> L.                   | T scap          | eurasiatico           | rara            | x                   |                  | x                 |
| <i>Veronica persica</i> Poiret                   | T scap          | w-asiatico            | comune          | x                   | x                | x                 |
| <i>Veronica polita</i> Fries                     | T scap          | paleotemperato        | poco frequente  | x                   | x                |                   |
| <b>Simaroubaceae</b>                             |                 |                       |                 |                     |                  |                   |
| <i>Ailanthus altissima</i> (Miller) Swingle      | P scap          | Cina                  | poco frequente  | x                   |                  | x                 |
| <b>Solanaceae</b>                                |                 |                       |                 |                     |                  |                   |
| <i>Physalis alkekengi</i> L.                     | H scap          | eurasiatico temperato | rara            | x                   | x                | x                 |
| <i>Solanum dulcamara</i> L.                      | NP              | paleotemperato        | poco frequente  | x                   | x                |                   |
| <i>Solanum nigrum</i> L.                         | T scap          | cosmopolita           | poco frequente  | x                   | x                | x                 |
| <b>Ulmaceae</b>                                  |                 |                       |                 |                     |                  |                   |
| <i>Celtis australis</i> L.                       | P scap          | eurimediterraneo      | poco frequente  | x                   |                  |                   |
| <i>Ulmus minor</i> Miller                        | P caesp         | europeo-caucasico     | comune          | x                   | x                | x                 |
| <b>Urticaceae</b>                                |                 |                       |                 |                     |                  |                   |
| <i>Parietaria officinalis</i> L.                 | H scap          | centroeur.-w-asiatico | poco frequente  | x                   | x                |                   |
| <i>Urtica dioica</i> L.                          | H scap          | subcosmopolita        | comune          | x                   | x                | x                 |
| <b>Valerianaceae</b>                             |                 |                       |                 |                     |                  |                   |
| <i>Valeriana officinalis</i> L.                  | H scap          | europeo               | localmente abb. | x                   | x                | x                 |
| <i>Valerianella locusta</i> (L.) Laterrade       | T scap          | eurimediterraneo      | localmente abb. | x                   | x                | x                 |
| <b>Verbenaceae</b>                               |                 |                       |                 |                     |                  |                   |
| <i>Verbena officinalis</i> L.                    | H scap          | paleotemperato        | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <b>Violaceae</b>                                 |                 |                       |                 |                     |                  |                   |
| <i>Viola canina</i> L.                           | H scap          | eurasiatico           | localmente abb. | x                   | x                |                   |
| <i>Viola elatior</i> Fries                       | H scap          | eurasiatico           | rara            |                     | x                |                   |
| <i>Viola odorata</i> L.                          | H ros           | eurimediterraneo      | frequente       | x                   | x                | x                 |
| <i>Viola reichenbachiana</i> Jordan              | H scap          | eurosibirico          | rara            | x                   | x                |                   |
| <i>Viola suavis</i> Bieb.                        | H ros           | s-europeo             | localmente abb. | x                   | x                | x                 |
| <b>Vitaceae</b>                                  |                 |                       |                 |                     |                  |                   |
| <i>Parthenocissus inserta</i> (Kerner) Fritsch   | P lian          | Nord America          | poco frequente  | x                   |                  |                   |
| <i>Parthenocissus quinquefolia</i> (L.) Planchon | P lian          | Nord America          | poco frequente  | x                   |                  | x                 |
| <i>Vitis vinifera</i> L.                         | P lian          | origine dubbia        | localmente abb. | x                   | x                | x                 |

## Riassunto

Nel presente lavoro si espongono i risultati di uno studio sulla flora e sulla vegetazione delle strutture arginali del Po cremonese, in Lombardia. Tali strutture si sviluppano per 40 chilometri in sponda sinistra, hanno notevoli dimensioni - raggiungono un'altezza variabile tra i 3 e 7 metri e una larghezza anche di 20 metri - e sono costituite di terra compattata coperta da una cotica erbosa. La loro realizzazione ha avuto inizio già nell'antichità ed è stata caratterizzata da continui interventi volti al miglioramento e al consolidamento. Nel 1500 venne costituito a Cremona un ufficio che doveva proprio occuparsi della loro costruzione e manutenzione, il Consorzio Argini e Dugali.

La vegetazione è stata studiata mediante rilievi fitosociologici in tre aree distanti tra loro circa 20 chilometri. Particolare riguardo è stato dato allo studio delle entità più diffuse e alla definizione delle forme di crescita per lo studio dei differenti apparati radicali atti a consolidare il terreno.

Si sono analizzati quindi i caratteri morfologici e morfometrici delle specie erbacee più diffuse. In totale sono state individuate 350 specie di piante vascolari, pari a 1/3 di tutte le specie presenti in provincia di Cremona. Alcune sono particolarmente interessanti come *Althaea cannabina*, *Astragalus cicer*, *Bromus inermis*, *Carex caryophyllea*, *C. liparocarpus*, *C. tomentosa*, *Centaurea deusta*, *Colchicum autumnale*, *Eryngium campestre*, *Genista tinctoria*, *Knautia arvensis*, *Leucjum aestivum*, *Orchis purpurea*, *Origanum vulgare*, *Potentilla recta*, *Prunella laciniata*, *Rumex cristatus*, *Vicia hybrida*, *Viola canina* e *V. elatior*.

Per quanto riguarda la vegetazione sono state individuate 10 differenti tipologie tra cui: prati da sfalcio a *Dactylis glomerata* e *Poa* sp. pl. tipici delle classi *Molinio-Arrhenatheretea*, *Festuca-brometa*, *Quercus-fagetea*, *Trifolio-Geranietea*, *Sedo-Scleranthetea*, e caratteristici degli *Agrostietea stoloniferae*; praterie seminaturali ad *Agropyron repens* con caratteristiche dei *Molinio-Arrhenatheretea*, *Secalietea*, *Sedo-scleranthetea* e *Chenopodietea*; prati ruderali a terofite della classe *Chepodietea* e praterie xeriche riferibili alla classe *Sedo-Scleranthetea*.

Lo studio degli apparati radicali ha permesso, per la prima volta, di ottenere dei dati sulle principali specie, *Agropyron repens* e *Dactylis glomerata*. Quest'ultima raggiunge valori medi per la radice di 3,21 metri e lunghezza specifica radicale di 32,6 m/g. *Agropyron repens* raggiunge valori medi per la radice di 1,89 metri, sviluppa numerosi stoloni lunghi in media 10-20 cm e presenta una lunghezza specifica radicale pari a 19,8 m/g.

## Summary

*The following work deals with the results of a research carried out along the bank structures of the river Po, province of Cremona, in Lombardia.*

*On the left bank of the river Po, the structures have been built for 40 kilometres. They are of large dimensions: between 3 and 7 metres high and even 20 metres wide and are made of thick mound and covered with turf and occasional shrubs. The first structures were built in ancient times, then they have been rebuilt and restored along the centuries. In 1500 the Consortium "Argini e Dugali" was founded in Cremona, with the specific aim of improving the existing bank structures.*

*During our research we have collected data on the flora and the vegetation of the area. We have studied the vegetation in 3 different areas, about 20 kilometres far each from one another, by means of phytosociological relevés.*

*We have taken into serious consideration especially the study of the most common items and the definitions of the growth forms concerning the study of different radical apparatuses suitable for the consolidation of the ground.*

*Then we have analysed the morphological and morphometrical characters of the most widespread herbaceous species. Totally we have identified 350 species of vascular plants which are 1/3 of all the species existing in the province of Cremona. Some of them are particularly interesting, such as *Althaea cannabina*, *Astragalus cicer*, *Bromus inermis*, *Carex caryophyllea*, *C. liparocarpos*, *C. tomentosa*, *Centaurea deusta*, *Colchicum autumnale*, *Eryngium campestre*, *Genista tinctoria*, *Knautia arvensis*, *Leucojum aestivum*, *Orchis purpurea*, *Origanum vulgare*, *Potentilla recta*, *Prunella laciniata*, *Rumex cristatus*, *Vicia hybrida*, *Viola canina* and *V. elatior*.*

*As to the vegetation we have identified 10 different typologies among which: mowing grass-lands with *Dactylis glomerata* and *Poa sp. pl.* Another group includes semi-natural grass-lands covered with *Agropyron repens*. Then there are ruderal grass-lands with terofitae belonging to the class *Chenopodietea*. At last we have xerophitic grass-lands with plants of the class *Sedo-Scleranthetea*.*

*As a result of our study we have obtained, for the first time, some data about the main species, *Agropyron repens* and *Dactylis glomerata*. The last one can reach, on an average, 3.21 metres in the root and a specific radical length of 32.6 m/g. *Agropyron repens* can reach, on an average, 1.89 metres in the root and can develop several stolons usually 10-20 centimetres long; its specific radical length is 19.8 m/g.*

## Bibliografia

- ALESSANDRINI A., 1997 - *Le aree di riequilibrio ecologico: riqualificazione ambientale e tutela della biodiversità nella pianura, atti del convegno (Bologna, 1997)*, Regione Emilia-Romagna, Assessorato territorio, programmazione e ambiente, Bologna.
- ALLEGRI M. & GHEZZI D., 2000 - Segnalazioni floristiche per la provincia di Cremona: 1. *Orchis purpurea*, in: Gruppo cremonese di ricerca floristica, Segnalazioni floristiche per la provincia di Cremona: 1-31, a cura di F. Bonali e G. D'Auria, *Pianura*, 12: 58.
- ANONIMO, 1863 - Botanica, in: "Cremona e la sua provincia", Tip. Ronzi e Signori, Cremona: 144-182.
- ARICI G., 1981-82 - *L'urbanistica a Cremona nel secolo XVI: problemi*, Università di Parma, Facoltà di Magistero. Tesi di laurea.
- BARATTIERI G.B., 1699 - *Architettura d'acque*, nella stampa ducale di Lealdo Leandro Bazachi, Piacenza.
- BELLABARBA M., 1986 - *Seriolanti e arzenisti*, Biblioteca Statale e Libreria Civica, Cremona.
- BENETTI G. & MARCHIORI S., 1992 - Contributo alla conoscenza della flora vascolare del Polesine, *Boll. Mus. civ. Stor. nat. Verona*, 19: 345-441.
- Bibliotheca historica italica. Vol. 1*, 1876, Edente Caj. Brigola Bibliopola, Mediolani.
- BISCHETTI G.B., 2000 - Quantificazione dell'effetto dell'apparato radicale sulla stabilità dei versanti, *Rivista di Ingegneria agraria*, 2: 70-81.
- BOCCHI S., GALLI A., NIGRIS E. & TOMAI A., 1985 - *La pianura padana: storia del paesaggio agrario*, CLESAV, Milano.
- BÖHM W., 1979 - *Methods of studying root systems*, Springer-Verlag, Berlin.
- BONALI F., D'AURIA G., FERRARI V. & GIORDANA F., 2006 - *Atlante corologico delle piante vascolari della provincia di Cremona: inventario floristico provinciale*, "Monografie di Pianura" n. 7, Provincia di Cremona, Cremona.
- BORDONI A., 1820 - *Degli argini di terra*, presso Paolo Emilio Giusti, Milano.
- BOTTONI A., 1872 [sulla cop. 1873] - *Appunti storici sulle rotte del basso Po dai tempi romani a tutto il 1839, e relazione di quelle di Guarda e di Revere nel 1872*, Tipografia sociale, Ferrara.
- BRAGA G. & GERVASONI S., 1984 - Evoluzione storica dell'alveo del fiume Po nel territorio lodigiano-piacentino: rischi idrogeologici connessi, in: "Atti del convegno nazionale Il suolo come risorsa, (Piacenza, 1983)", Tipolitografia artigiana del libro, Piacenza: 60-692.
- BRESCIANI (O BRESSIANI) G., 1650 - *Le turbolenze di Cremona per l'armi della Francia, Savoia, e Modena, de gli anni 1647 e 1648*, per Gio. Pietro Zanni, in Cremona.
- CANEVARI S., 1990 - *Pieve d'Olmi 990-1990: millennio di una comunità*, Parrocchia di San Geminiano, Pieve d'Olmi.
- CAPRA A., 1672 - *Nuova architettura dell'agrimensura di terre, et acque*, per Paolo Puerone, Cremona. [Rist. anast.: Turrus, Cremona, 1981].
- Carta del corso del Po dal Ticino al mare: da rilievi diretti eseguiti nel 1821 e aggiornati nel 1853*, 1994, Magistrato per il Po, Parma.
- CATTI L., 1981 - *Idrografia e idrologia del Po*, Istituto poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.
- COLLE F.M., 1779 - *Dissertazione sopra il quesito: facendosi le piene del Po per generale osservazione sempre piu frequenti, ed elevate, ed innalzandosi vie maggiormente il fondo del suo letto, per cui e pure necessario un sempre maggiore rialzamento d'argini...*, per l'erede di Alberto Pazzoni, in Mantova.
- Contributo allo studio delle acque della provincia di Cremona*, 1996, Provincia di Cremona, Cremona.



- Cremona romana: atti del congresso storico archeologico per il 2200° anno di fondazione di Cremona* (Cremona, 1982), 1985, Biblioteca statale e libreria civica, Cremona.
- DA DEPPO L., DATEI C. & SALANDIN P., 2002 - *Sistemazione dei corsi d'acqua*, 4. ed., Cortina, Padova.
- DURANDO F., 1997 - *Parole, pietre, confini. Vol. 2: Atlante delle divisioni agrarie romane*, Turrís, Cremona.
- GAGLIARDI G., 1840 - *Agli stati d'Italia aventi interesse col fiume Po: piano di sistemazione di questo gran fiume*, Borroni e Scotti, Milano.
- GALETTI P., 1979 - L'insediamento nella bassa piacentina durante l'Alto Medioevo, *Archivio Storico per le province Parmensi*, s. 4, 31: 131-155.
- GENTILE F., ROMANO G. & TRISORIO-LIUZZI G., 1998 - L'uso della vegetazione negli interventi di difesa del suolo in ambiente mediterraneo, *Genio rurale*, 2: 42-51.
- GIANDOTTI M., 1933 - *Le piene del Po e i provvedimenti di difesa*, Le Monnier, Firenze.
- GRANDI A., 1856-1858 - *Descrizione dello stato fisico, politico, statistico, storico, biografico della provincia e diocesi di Cremona*, presso L. Copelotti libraio editore, Cremona. [Rist. anast.:Turrís, Cremona, 1981].
- GRAY D.H. & OHASHI H., 1983 - Mechanics of fiber reinforcement in sands, *Journal of Geotechnical Engineering*, 109 (3): 335-353.
- GUALAZZINI U., 1964 - Per la storia della navigazione padana nell'età imperiale, *Archivio storico lombardo*, 84: 17-31.
- HATHAWAY R.L. & PENNY D., 1975 - Root strength in some *Populus* and *Salix* clones, *New Zealand Journal of Botany*, 13: 333-344.
- Inventario dell'archivio dell'Ufficio argini e dugali, 1568-1821: sezione prima dell'archivio storico del Consorzio di bonifica Dugali di Cremona*, 1999, a cura di V. Leoni, Linograf, Cremona.
- IRER, 1999 - *Il comportamento biotecnico della vegetazione nell'ingegneria naturalistica. 1. fase*, IRER, Milano.
- KÖPKE U., 1979 - *Ein Vergleich von Feldmethoden zur Bestimmung des Wurzelwachstums landwirtschaftlicher Kulturpflanzen: Dissertation*, Universität, Göttingen.
- KOZŁOWSKI T.T., 1971 - *Growth and development of trees. Vol. 2: Cambial growth, root growth and reproductive growth*, Academic Press, New York.
- LANDOLT E., 1977 - Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora, *Veröff. Geobot. Inst. Eidg. Techn. Hochsch. Stift. Rübel Zürich*, 64: 1-207.
- LECCHI G.A., 1758 - *Del riparo de' pennelli alle rive del Po di Cremona*, Milano. [Rist. anast.:Turrís, Cremona, 1980].
- LECCHI G.A., [1760] - *Considerazioni... intorno alle nuove arginature di Po ne' confini del Piacentino, e del Milanese*.
- LOCATELLI A., 2004 - *L'uomo e il fiume: la salvaguardia di un territorio: la storia del "Comprensorio dell'Argine maestro inferiore cremonese al fiume Po"*, Provincia di Cremona, Cremona.
- LOFFI B., 1990 - *Appunti per una storia delle acque cremonesi*, Cremona.
- LOMBARDINI E., 1840 - *Intorno al sistema idraulico del Po, ai principali cangiamenti che ha subito ed alle più importanti opere eseguite o proposte pel suo regolamento*, coi tipi di Luigi di Giacomo Pirola, Milano.
- LOMBARDINI E., 1843 - *Altre osservazioni sul Po dell'ingegnere Elia Lombardini colle quali si rettificano alcune cose esposte dal sig. ing. Stoppani nella memoria sul prolungamento delle linee fluviali*, G. Pirola, Milano.

- LOMBARDINI E., 1860 - *Intorno al sistema idraulico del Po, ai principali cangiamenti che ha subito ed alle più importanti opere eseguite o proposte pel suo regolamento*, Luigi di Giacomo Pirola, Milano.
- LOMBARDINI E., 1876 - *L'arginamento del Po ed il bonificamento delle laterali pianure*, Tip. degli ingegneri, Milano. [Estr. da: *Il Politecnico*, vol. 24-25].
- MARTINI F. & POLDINI L., 1980 - Il paesaggio vegetale del fiume Noncello nell'area urbana di Pordenone, *Gortania*, 2: 123-156.
- MERLA G., 1957 - Le arginature fluviali, *L'acqua*, 3: 65-70.
- MINISTERO DEI LAVORI PUBBLICI, 1878 - *Cenni monografici sui singoli servizi. 5: Sull'idrografia e sull'idraulica fluviale in Italia: cenni monografici*, Botta, Roma.
- MORI A., 1923 - *Le antiche bonifiche della bassa reggiana*, La bodoniana, Parma.
- PARAZZI A., 1882 - La terramara di Cogozzo nel Viadanese, *Bullettino di Paleontologia italiana*, 8 (4-5).
- PETRACCO F., 1998 - *L'acqua plurale: i progetti di canali navigabili e la gestione del territorio a Cremona nei secoli XV-XVIII*, Linograf, Cremona.
- PIGNATTI S., 1982 - *Flora d'Italia*, Edagricole, Bologna.
- PIGNATTI S., 1994 - *Ecologia del paesaggio*, UTET, Torino.
- PODESTÀ ALBERINI C., 1981 - Cremona centro fluviale in età romana, *Bollettino Storico Cremonese*, 19: 14-15.
- POLDINI L., 1991 - *Atlante corologico delle piante vascolari nel Friuli-Venezia Giulia: inventario floristico regionale*, Udine.
- Provvisori degli argini e dugali della campagna cremonese di recente pubblicate con aggiunte e indici dei dugali e delle seriole*, 1929, Tip. Commerciale, Cremona.
- RAUNKIAER C., 1934 - *The life forms of plants and statistical plant geography*, Clarendon press, Oxford.
- ROMANI G., 1829 - *Memorie storico-politiche di Casalmaggiore. Vol. 3*, pei Fratelli Bizzarri Casalmaggiore: 208-209.
- ROMANI E. & ALESSANDRINI A., 2001 - *Flora piacentina: compendio del patrimonio floristico della provincia di Piacenza*, Piacenza.
- SALOMONI G., 1997 - *Torricella del Pizzo: storia di una comunità*, Turrus, Cremona.
- SCHIECHTL H.M., 1980 - *Bioengineering for land reclamation and conservation*, University of Alberta Press, Edmond.
- SCHIECHTL H.M., 1991 - *Bioingegneria forestale: biotecnica naturalistica: basi, materiali da costruzione vivi, metodi*, Castaldi, Feltre.
- SCHLOSSER F. & LONG N.T., 1974 - Recent result in French research on reinforced earth, *Journal of the construction division*, 100 (CO3): 223-237.
- SHEWBRIDGE S.E. & SITAR N., 1989 - Deformation characteristics of reinforced sand in direct shear, *Journal of Geotechnical Engineering*, 115: 1153-1157.
- SOCIETÀ ITALIANA SCIENZE DEL SUOLO, 1985 - *Metodi normalizzati di analisi del suolo*, Edagricole, Bologna.
- Statuta et ordnamenta Comunis Cremonae facta et compilata corrente anno domini MCCCXXXIX*, 1952, [a cura di] U. Gualazzini, Milano, Giuffrè.
- Storia di Cremona. [1]: L'età antica*, 2003, Bolis, Azzano S. Paolo.
- Storia di Cremona. [2]: Dall'alto medioevo all'età comunale*, 2004, Bolis, Azzano S. Paolo.
- Storia di Cremona. [4]: L'età degli Asburgo di Spagna (1535-1707)*, 2006, Bolis, Azzano S. Paolo.
- TENCA L., 1954 - *Visite ufficiali al Po dal 1719 al 1729*, Casa del Manzoni, Milano. [Estr. da:

*Archivio Storico Lombardo*. S. 8, vol. 4 (1953)].

TENNANT D., 1975 - A test of a modified line intersect method for estimating root length, *Journal of ecology*, 63: 995-1001.

TENTOLINI R., 1961 - *Storia di Gussola*, Amministrazione comunale di Gussola, Gussola.

TOMASELLI R., BALDUZZI A. & FILIPELLO S., 1973 - *Carta bioclimatica d'Italia*, Ministero Agricoltura e Foreste, Roma.

TOZZI P., 1970 - Tacito e la geografia della valle del Po, *Athenaeum*, n.s., 48, 1-2: 104-131.

TOZZI P., 1972 - *Storia padana antica: il territorio fra Adda e Mincio*, 1972, Ceschina, Milano.

TURMANINA V.I., 1965 - The strength of tree roots, *Bulletin of Moscow Society of Naturalists, Biological section*, 70 (5): 36-45.

VIDAL H., 1969 - The principle of reinforced hearth, *Highway Research Record*, 282: 1-16.

VIGNA C., 1997-1998 - *Le variazioni dell'alveo del Po in territorio cremonese e loro conseguenze*, Università degli Studi di Parma, Facoltà di lettere e filosofia, Corso di laurea in lettere. Tesi di laurea.

WALDRON L.J., 1977 - The shear resistance of root-permeated homogeneous and stratified soil, *Soil Science Society of America journal*, 41: 843-849.

WATSON A.J. & O'LOUGHLIN C.L., 1985 - Morphology, strength and biomass of Manuka roots and their influence on slope stability, *New Zealand Journal of Forestry Science*, 15 (3): 337-348.

WOODHOUSE W.W. JR & HANES R.E., 1967 - *Dune stabilization with vegetation on the outer banks of North Carolina*, Coastal Engineering Research Center, Washington.

WU T.H., BEAL P.E. & LAN C., 1988a - In-situ shear test of soil root systems, *Journal of Geotechnical Engineering*, 114 (GT12): 1351-1375.

WU T.H., MACOMBER R.M., ERB R.T. & BEAL P.E., 1988b - Study of soil-root interactions, *Journal of Geotechnical Engineering*, 114 (GT12): 1376-1394.

ZANOTTI E., 1991 - *Flora della pianura bresciana centro-occidentale*, "Monografie di Natura bresciana" n.16, Brescia.

ZUCCHETTI R., CAVANI M.R. & TERZO V., 1986 - Contributo alla flora del tratto inferiore dell'Adda (Lombardia), *Atti Ist. bot. Lab. crittogam. Univ. Pavia*, s. 7, 5: 57-109.

## Indice

|  |      |    |
|--|------|----|
| <b>Presentazione</b> .....   | pag. | 3  |
| <b>Prefazione</b> .....  | pag. | 5  |
| <b>Premessa</b> .....  | pag. | 9  |
| <b>1. Inquadramento generale</b> .....   | pag. | 9  |
| <b>2. Annotazioni storico-geografiche</b> .....  | pag. | 11 |
| <b>3. Caratteristiche strutturali degli argini</b> .....   | pag. | 26 |
| <b>4. Materiali e metodi</b> .....   | pag. | 30 |
| <b>5. La flora</b> .....   | pag. | 36 |
| 5.1 Spettro biologico .....  | pag. | 37 |
| 5.2 Spettro corologico .....   | pag. | 39 |
| 5.3 Indici ecologici .....   | pag. | 41 |
| 5.4 Distribuzione geografica .....   | pag. | 43 |
| 5.5 Specie di particolare interesse .....  | pag. | 45 |
| <b>6. La vegetazione</b> .....   | pag. | 52 |
| 6.1 Aspetti fisionomici, fitosociologici ed ecologici .....  | pag. | 53 |
| 6.1.1 Prati da sfalcio a <i>Dactylis glomerata</i> e <i>Poa</i> sp.pl. ....  | pag. | 54 |
| 6.1.2 Praterie seminaturali a <i>Agropyron repens</i> .....  | pag. | 56 |
| 6.1.3 Prati ruderali a terofite .....  | pag. | 56 |
| 6.1.4 Praterie xeriche a <i>Cynodon dactylon</i> , <i>Poa bulbosa</i> e<br><i>Polygonum</i> gr. <i>aviculare</i> ..... | pag. | 57 |
| 6.2 Spettro biologico e forme di crescita .....  | pag. | 57 |
| 6.3 Aspetti fenologici .....   | pag. | 59 |
| <b>7. Gli apparati radicali delle specie erbacee arginali</b> .....  | pag. | 59 |
| 7.1. Gli apparati radicali di <i>Agropyron repens</i> (L.) Beauv. e<br><i>Dactylis glomerata</i> L. ....               | pag. | 63 |
| 7.1.1 Caratteristiche morfologiche .....   | pag. | 64 |
| 7.1.2 Caratteristiche morfometriche .....  | pag. | 64 |
| 7.1.3 Distribuzione in profondità degli apparati radicali .....  | pag. | 68 |
| <b>8. Conclusioni</b> .....  | pag. | 70 |
| <b>Elenco floristico</b> .....   | pag. | 72 |
| <b>Riassunto</b> .....   | pag. | 83 |
| <b>Summary</b> .....   | pag. | 84 |
| <b>BIBLIOGRAFIA</b> .....  | pag. | 85 |
| <b>Tabelle</b>   |      |    |

PROVINCIA DI CREMONA

---

# PIANURA

---

*scienze e storia  
dell'ambiente padano*

MONOGRAFIE N. 8 - 2007

PRESIDENTE

on. Giuseppe Torchio, presidente della Provincia di Cremona

DIRETTORE RESPONSABILE

Valerio Ferrari

REDAZIONE

Alessandra Facchini e Alessandra Zametta  
con la collaborazione di Giovanna Aquilino

COMITATO SCIENTIFICO

Giacomo Anfossi, Giovanni Bassi, Paolo Biagi,  
Giovanni D'Auria, Cinzia Galli, Riccardo Groppali,  
Enrico Ottolini, Rita Mabel Schiavo, Marina Volonté, Eugenio Zanotti

DIREZIONE REDAZIONE

26100 Cremona - Corso V. Emanuele II, 17  
Tel. 0372 406446 - Fax 0372 406461  
E-mail: pianura@provincia.cremona.it

FOTOCOMPOSIZIONE E FOTOLITO

Fotolitografia Orchidea  
Cremona - Via Dalmazia, 2/a - Tel. 0372 37856

STAMPA

Monotipia Cremonese  
Cremona - Via Costone di Mezzo, 19 - Tel. 0372 33771

Finito di stampare il  
22 giugno 2007

*Periodico della Provincia di Cremona, registrato presso  
il Tribunale di Cremona al n. 313 in data 31/7/1996*





| TIPOLOGIA                      | con abbondanza di terofite | tipico con <i>Amorpha</i> e/o <i>Calystegia</i> | tendenzialmente xerofilo | di transizione | generale |
|--------------------------------|----------------------------|---|--------------------------|----------------|----------|
| pendenza                       | 26,3                       | 25,4  | 28,5                     | 14,3           | 22,9     |
| copertura strato arbustivo (%) | 0,3                        | 9,0   | 0,0                      | 3,3            | 5,6      |
| Copertura strato erbaceo (%)   | 95,0                       | 95,8  | 99,0                     | 98,0           | 96,6     |
| n. specie                      | 31                         | 22  | 35,5                     | 35,8           | 27,9     |
| <i>Agropyron repens</i>        | V                          | V   | V                        | V              | V        |
| <i>Euphorbia esula</i>         | V                          | V   | V                        | IV             | V        |
| <i>Potentilla reptans</i>      | IV                         | V   | V                        | V              | V        |
| <i>Galium mollugo</i>          | IV                         | IV  | III                      | V              | IV       |
| <i>Equisetum arvense</i>       | II                         | III   | V                        | V              | IV       |
| <i>Dactylis glomerata</i>      | V                          | III   | V                        | V              | IV       |
| <i>Aristolochia clematitis</i> | V                          | IV  | III                      | IV             | IV       |
| <i>Amorpha fruticosa</i>       | .                          | V   | V                        | II             | IV       |
| <i>Glechoma hederacea</i>      | II                         | II  | III                      | V              | III      |
| <i>Viola sp.</i>               | .                          | III   | III                      | V              | III      |
| <i>Convolvulus arvensis</i>    | IV                         | I   | III                      | V              | III      |
| <i>Salvia pratensis</i>        | II                         | I   | V                        | V              | III      |
| <i>Daucus carota</i>           | IV                         | I   | V                        | V              | III      |
| <i>Vicia sativa</i>            | IV                         | III   | V                        | III            | III      |
| <i>Solidago gigantea</i>       | .                          | IV  | V                        | I              | III      |
| <i>Rubus caesius</i>           | II                         | IV  | V                        | I              | III      |
| <i>Poa trivialis</i>           | IV                         | III   | V                        | II             | III      |
| <i>Galium aparine</i>          | IV                         | III   | V                        | II             | III      |
| <i>Cirsium arvense</i>         | II                         | III   | V                        | .              | III      |
| <i>Calystegia sepium</i>       | II                         | III   | V                        | II             | III      |
| <i>Alopecurus myosuroides</i>  | IV                         | III   | V                        | .              | III      |
| <i>Festuca arundinacea</i>     | IV                         | III   | III                      | III            | III      |
| <i>Veronica persica</i>        | V                          | I   | V                        | II             | II       |
| <i>Valerianella locusta</i>    | .                          | I   | V                        | II             | II       |
| <i>Valeriana officinalis</i>   | .                          | II  | .                        | III            | II       |
| <i>Urtica dioica</i>           | .                          | III   | .                        | .              | II       |
| <i>Taraxacum officinale</i>    | II                         | I   | .                        | III            | II       |
| <i>Stellaria media</i>         | IV                         | II  | V                        | I              | II       |
| <i>Ranunculus bulbosus</i>     | II                         | I   | V                        | III            | II       |
| <i>Sorghum halepense</i>       | II                         | III   | .                        | I              | II       |
| <i>Sonchus asper</i>           | IV                         | I   | III                      | I              | II       |
| <i>Silene alba</i>             | IV                         | III   | .                        | III            | II       |
| <i>Rumex crispus</i>           | II                         | III   | III                      | I              | II       |
| <i>Prunus spinosa</i>          | .                          | .   | .                        | V              | II       |
| <i>Galium verum</i>            | V                          | .   | .                        | V              | II       |
| <i>Lamium purpureum</i>        | V                          | I   | .                        | .              | II       |
| <i>Bromus sterilis</i>         | V                          | II  | III                      | I              | II       |
| <i>Poa pratensis</i>           | .                          | II  | .                        | IV             | II       |
| <i>Lotus corniculatus</i>      | .                          | II  | .                        | III            | II       |
| <i>Humulus lupulus</i>         | .                          | III   | .                        | .              | II       |
| <i>Coronilla varia</i>         | II                         | I   | .                        | III            | II       |
| <i>Colchicum autumnale</i>     | .                          | I   | .                        | IV             | II       |
| <i>Chenopodium album</i>       | II                         | I   | .                        | III            | II       |
| <i>Centaurea nigrescens</i>    | II                         | II  | III                      | IV             | II       |
| <i>Bromus hordeaceus</i>       | II                         | I   | III                      | II             | II       |
| <i>Agrimonia eupatoria</i>     | .                          | I   | .                        | IV             | II       |
| <i>Achillea roseo-alba</i>     | II                         | I   | .                        | IV             | II       |
| <i>Veronica arvensis</i>       | .                          | .   | V                        | .              | I        |
| <i>Thlaspi perfoliatum</i>     | .                          | .   | V                        | I              | I        |
| <i>Papaver rhoeas</i>          | II                         | .   | V                        | .              | I        |
| <i>Myosotis arvensis</i>       | .                          | .   | V                        | I              | I        |

Tab. V: classi di frequenza dei prati ad *Agropyron repens*.

| classe fitosociologica          | con abbondanza di terofite | tipico con <i>Amorpha</i> e/o <i>Calystegia</i> | tendenzialmente xerofilo | di transizione | generale |
|---------------------------------|----------------------------|---|--------------------------|----------------|----------|
| Molinio-Arrhenatheretea         | 366                        | 432   | 350                      | 768            | 505      |
| Artemisietea vulgaris           | 300                        | 333   | 550                      | 299            | 339      |
| Chenopodietea                   | 499                        | 132   | 300                      | 201            | 215      |
| Festuco-Brometea                | 266                        | 75  | 300                      | 366            | 195      |
| Agrostietea stoloniferae        | 167                        | 175   | 250                      | 167            | 179      |
| Agropyretea intermedio-repentis | 167                        | 117   | 150                      | 200            | 148      |
| Querco-Fagetea                  | 134                        | 75  | -                        | 282            | 131      |
| Secalietea cerealis             | 100                        | 91  | 300                      | 50             | 99       |
| Trifolio-Geranietea sanguinei   | 33                         | 51  | -                        | 134            | 65       |
| Sedo-Scleranthetea              | -                          | 16  | 350                      | 50             | 53       |
| Phragmitetea                    | 33                         | 16  | 50                       | -              | 18       |
| Thlaspietea rotundifolii        | -                          | -   | -                        | 50             | 13       |
| Plantaginetea majoris           | 33                         | -   | -                        | 17             | 9        |
| Bidentetea tripartitae          | -                          | 8   | -                        | 17             | 9        |

\* I valori indicano la sommatoria delle frequenze percentuali delle specie

Tab. VI: sintesi fitosociologica dei prati a *Agropyron repens*.

|                                      | n. rilievo                     | 11              | 12    | 15    | 16    | p<br>r<br>e<br>s<br>e<br>n<br>z<br>e |
|--------------------------------------|--------------------------------|-----------------|-------|-------|-------|--------------------------------------|
| tipologia                            |                                | ambienti xerici |       |       |       |                                      |
| ubicazione                           |                                | A1_Me           | A1_Me | A2_Ae | A2_Ae |                                      |
| data                                 |                                | apr             | ott   | apr   | ott   |                                      |
| pendenza                             |                                | 0               | 0     | 0     | 0     |                                      |
| esposizione                          |                                | -               | -     | -     | -     |                                      |
| copertura strato arbustivo basso (%) |                                | 0               | 0     | 0     | 0     |                                      |
| Copertura strato erbaceo (%)         |                                | 7.5             | 25    | 55    | 60    |                                      |
| Superficie rilievo (m <sup>2</sup> ) |                                | 60              | 60    | 40    | 40    |                                      |
| classe fitosociologica               | n. specie                      | 13              | 11    | 15    | 11    |                                      |
| -                                    | <i>Cynodon dactylon</i>        | 1               | 1     | 2     | 1     | 4                                    |
| Molinio-Arrhenatheretea              | <i>Plantago lanceolata</i>     | r               | +     | +     | +     | 4                                    |
| -                                    | <i>Polygonum gr. aviculare</i> | +               | 2     | .     | +     | 3                                    |
| Chenopodietea                        | <i>Chenopodium album</i>       | r               | +     | .     | +     | 3                                    |
| -                                    | <i>Geranium molle</i>          | .               | r     | 1     | +     | 3                                    |
| Agropyretea intermedio-re            | <i>Convolvulus arvensis</i>    | +               | +     | .     | .     | 2                                    |
| Plantaginetea majoris                | <i>Poa annua</i>               | +               | .     | +     | .     | 2                                    |
| -                                    | <i>Erigeron annuus</i>         | r               | r     | .     | .     | 2                                    |
| Sedo-Scleranthetea                   | <i>Poa bulbosa</i>             | .               | .     | 2     | 2     | 2                                    |
| Sedo-Scleranthetea                   | <i>Erodium cicutarium</i>      | .               | .     | +     | +     | 2                                    |
| -                                    | <i>Silene vulgaris</i>         | .               | .     | r     | r     | 2                                    |
| -                                    | <i>Equisetum ramosissimum</i>  | +               | .     | .     | .     | 1                                    |
| Chenopodietea                        | <i>Setaria viridis</i>         | +               | .     | .     | .     | 1                                    |
| -                                    | <i>Equisetum arvense</i>       | r               | .     | .     | .     | 1                                    |
| Agrostietea stoloniferae             | <i>Carex hirta</i>             | r               | .     | .     | .     | 1                                    |
| Festuco-Brometea                     | <i>Medicago lupulina</i>       | r               | .     | .     | .     | 1                                    |
| -                                    | <i>Capsella rubella</i>        | r               | .     | .     | .     | 1                                    |
| Agrostietea stoloniferae             | <i>Verbena officinalis</i>     | .               | +     | .     | .     | 1                                    |
| Plantaginetea majoris                | <i>Plantago major</i>          | .               | +     | .     | .     | 1                                    |
| Molinio-Arrhenatheretea              | <i>Trifolium repens</i>        | .               | +     | .     | .     | 1                                    |
| Artemisietea vulgaris                | <i>Picris hieracioides</i>     | .               | r     | .     | .     | 1                                    |
| Molinio-Arrhenatheretea              | <i>Lotus corniculatus</i>      | .               | .     | 1     | .     | 1                                    |
| -                                    | <i>Arenaria serpyllifolia</i>  | .               | .     | 1     | .     | 1                                    |
| Sedo-Scleranthetea                   | <i>Cerastium semidecandrum</i> | .               | .     | 1     | .     | 1                                    |
| Molinio-Arrhenatheretea              | <i>Dactylis glomerata</i>      | .               | .     | +     | .     | 1                                    |
| -                                    | <i>Bromus hordeaceus</i>       | .               | .     | +     | .     | 1                                    |
| Festuco-Brometea                     | <i>Vicia sativa</i>            | .               | .     | +     | .     | 1                                    |
| Sedo-Scleranthetea                   | <i>Veronica arvensis</i>       | .               | .     | +     | .     | 1                                    |
| Chenopodietea                        | <i>Veronica persica</i>        | .               | .     | r     | .     | 1                                    |
| Artemisietea vulgaris                | <i>Anchusa officinalis</i>     | .               | .     | .     | +     | 1                                    |
| Agropyretea intermedio-re            | <i>Diplotaxis tenuifolia</i>   | .               | .     | .     | +     | 1                                    |
| Chenopodietea                        | <i>Conyza canadensis</i>       | .               | .     | .     | r     | 1                                    |

Tab. IX: prati xerofili.

| <b>classe fitosociologica</b>  | <b>prato ruderale a terofite</b> |  |
|--|----------------------------------|--|
| Chenopodietea  | 900                              |  |
| Molinio-Arrhenatheretea  | 550                              |  |
| Sedo-Scleranthetea   | 250                              |  |
| Artemisietea vulgaris  | 250                              |  |
| Agrostietea stoloniferae   | 250                              |  |
| Secalietea cerealis  | 150                              |  |
| Festuco-Brometea   | 100                              |  |
| Agropyretea intermedio-repentis  | 100                              |  |
| * i valori indicano la sommatoria delle frequenze percentuali delle specie |                                  |  |
|  |                                  |  |

Tab. VIII: sintesi fitosociologica dei prati ruderali a terofite.

| <b>classe fitosociologica</b>  | <b>prati xerofili</b> |  |
|--|-----------------------|--|
| Molinio-Arrhenatheretea  | 175                   |  |
| Sedo-Scleranthetea   | 150                   |  |
| Chenopodietea  | 150                   |  |
| Agropyretea intermedio-repentis  | 75                    |  |
| Plantaginetea majoris  | 75                    |  |
| Agrostietea stoloniferae   | 50                    |  |
| Artemisietea vulgaris  | 50                    |  |
| Festuco-Brometea   | 50                    |  |
| * i valori indicano la sommatoria delle frequenze percentuali delle specie |                       |  |
|  |                       |  |

Tab. X: sintesi fitosociologica dei prati xerofili.

