

## **Risorgive e fontanili**

## Quaderni habitat

Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio  
Museo Friulano di Storia Naturale · Comune di Udine

### *coordinatori scientifici*

Alessandro Minelli · Sandro Ruffo · Fabio Stoch

### *comitato di redazione*

Aldo Cosentino · Alessandro La Posta · Carlo Morandini · Giuseppe Muscio

*"Risorgive e Fontanili · Acque sorgenti di pianura dell'Italia Settentrionale"*

a cura di Alessandro Minelli

### *testi di*

Francesco Bracco · Luca Lapini · Giuseppe Muscio · Sergio Paradisi

Giovanni Sburlino · Margherita Solari · Fabio Stoch

### *con la collaborazione di*

Maria Manuela Giovannelli

### *illustrazioni di*

Roberto Zanella

tranne 98, 100 e 100, 104-105, 136 (Andrea Toselli), 64, 75 (Enrico Zallot)

### *progetto grafico di*

Furio Colman

### *foto di*

Archivio Museo Friulano di Storia Naturale 19, 23, 31, 38/1, 39/1, 42/1, 44/1, 44/2, 45, 46/1, 47/1, 47/2,

59/1, 62, 72, 76/1, 79, 102, 113/1

Centro Catalogazione e Restauro di Villa Manin (Regione Aut. Friuli-Venezia Giulia) 143

Mauro Bertossi 112/2, 114/1, 114/3

Roberto Bigai 38/2, 53/2

Luca Lapini 106, 109, 110, 119

Giuseppe Muscio 21

Paolo Paolucci 117/1, 117/2, 117/3

Roberto Parodi 111/1, 111/2, 112/1, 113/2, 114/2

Tiziano Pascutto 71

Ivo Pecile 65, 80, 81, 82/1, 82/2, 82/3

Gabriele Peroni 42/2

Fabio Stoch 70/2, 70/3, 85/2, 88, 146

Elido Turco 8, 10, 12, 17, 28, 35, 36, 37, 39/2, 39/3, 41,53/1, 58, 60, 78, 84, 86, 94, 101, 115, 120, 122, 126,

128, 132, 133, 140, 144, 151, 152

Michele Zanetti 96, 135

Eugenio Zanotti 24, 59/2, 69, 136

Roberto Zucchini 33/1, 33/2, 40, 46/2, 54, 56/1, 56/2, 64, 70/1, 76/2, 83, 85/1, 89, 93, 107/1, 107/2, 138

©2001 Museo Friulano di Storia Naturale · Udine

©2002 · 1ª ristampa

*Vietata la riproduzione anche parziale dei testi e delle fotografie.*

*Tutti i diritti sono riservati.*

ISBN 88 88192 01 8

*In copertina:* Il Torsa, fiume di risorgiva della pianura Friulana (foto Elido Turco)

QUADERNI HABITAT

# Risorgive e fontanili

Acque sorgenti di pianura dell'Italia Settentrionale

MINISTERO DELL'AMBIENTE E DELLA TUTELA DEL TERRITORIO  
MUSEO FRIULANO DI STORIA NATURALE • COMUNE DI UDINE

La serie "Quaderni Habitat" nasce dalla volontà del Ministero dell'Ambiente di diffondere la conoscenza di ambienti relitti ed in pericolo.

Conoscenza intesa come elemento fondamentale per una tutela attiva, frutto del desiderio condiviso di difendere quei lembi di ambienti integri che rappresentano spesso un legame non solo paesaggistico ma anche culturale con il passato.

Risorgive e Fontanili ne sono un classico esempio, ed è per questo che a loro è dedicato il secondo volume di questa iniziativa editoriale.

Si tratta di ambienti che, diffusi lungo la zona di passaggio fra Alta e Bassa Pianura Padana, ospitano faune e flore di grande interesse: dal gambero di fiume, tutelato dalla legislazione vigente, a piante che possono vivere solo in questo particolare microclima.

Un delicato filo ambientale unisce questo volume al prossimo, quello dedicato alle Foreste della Pianura Padana:

habitat che sino a poche centinaia di anni fa si compenetravano e completavano, ma che ora vivono come singole tessere di un mosaico quasi del tutto dissolto.

Aldo Cosentino

*Direttore Generale Servizio Conservazione della Natura  
Ministero dell'Ambiente*

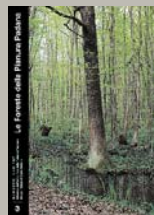
## Quaderni habitat



**1**  
Grotte e  
fenomeno  
carsico



**2**  
Risorgive  
e fontanili



**3**  
Le foreste  
della Pianura  
Padana



**4**  
Dune e  
spiagge  
sabbiose



**5**  
Torrenti  
montani



**6**  
La macchia  
mediterranea



**7**  
Coste marine  
rocciose



**8**  
Laghi costieri  
e stagni  
salmastri



**9**  
Le torbiere  
montane



**10**  
Ambienti  
nivali



**11**  
Pozze, stagni  
e paludi



**12**  
I prati aridi



**13**  
Ghiaioni e  
rupi di  
montagna



**14**  
Laghetti  
d'alta quota



**15**  
Le faggete  
appenniniche

## Indice

**Introduzione** . . . . . 9  
Giuseppe Muscio

**Aspetti geologici e morfologici** . . . . . 13  
Giuseppe Muscio

**Aspetti floristici e vegetazionali** . . . . . 29  
Francesco Bracco · Giovanni Sburlino

**La fauna a invertebrati** . . . . . 63  
Fabio Stoch

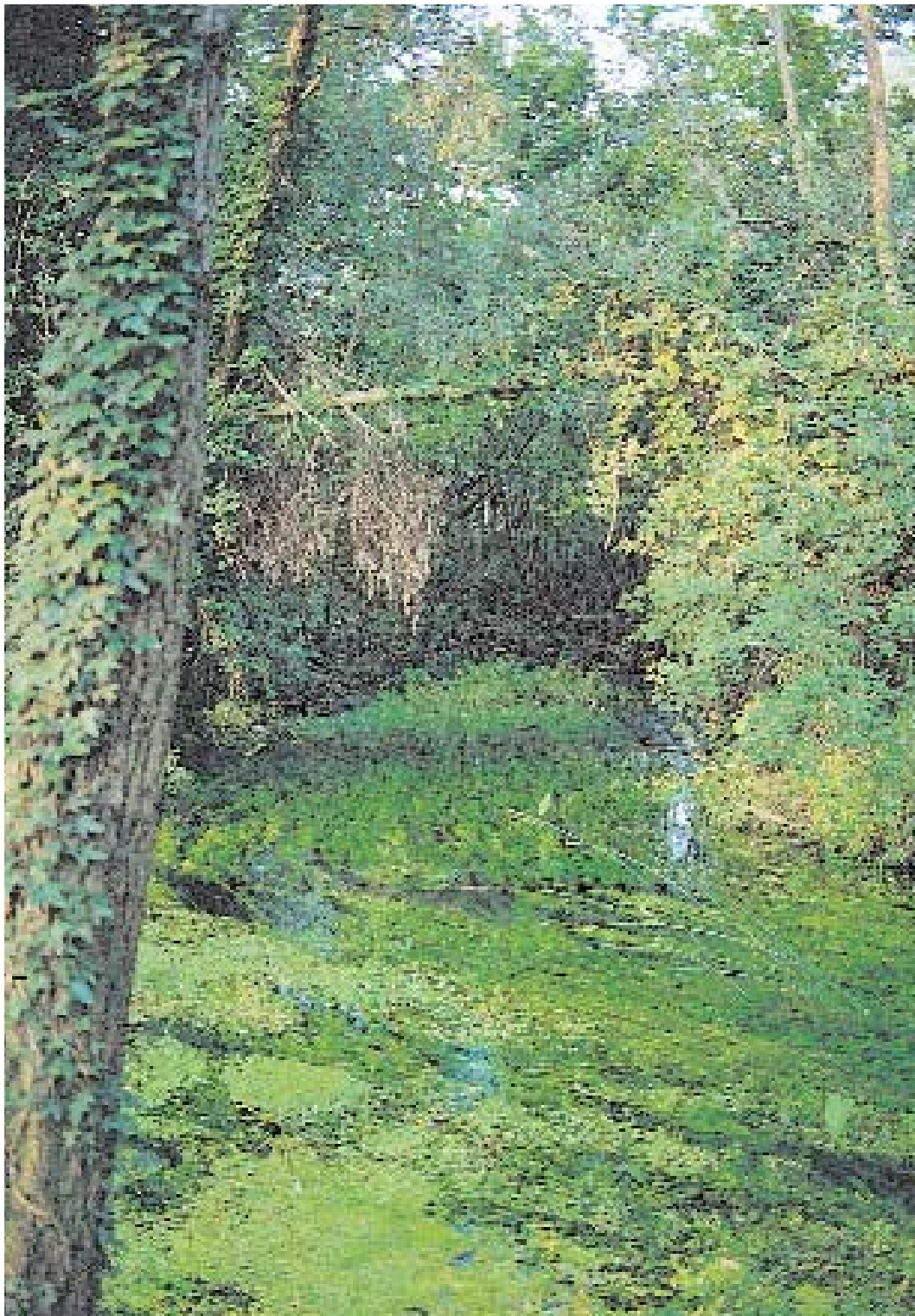
**La fauna a vertebrati** . . . . . 97  
Sergio Paradisi · Luca Lapini

**Degrado e conservazione** . . . . . 123  
Francesco Bracco · Sergio Paradisi · Giovanni Sburlino · Fabio Stoch

**Proposte didattiche** . . . . . 141  
Margherita Solari

**Bibliografia** . . . . . 153

**Glossario** . . . . . 155



## Introduzione

GIUSEPPE MUSCIO

9

Un viaggio a ritroso nel tempo, non un tempo tanto lontano, ma forse solo di cent'anni, ci permetterebbe di osservare in tutta o quasi la Pianura Padana un susseguirsi di aree umide, “.. laberinti di ruscelli, e luccicanti laghetti, e fondure cavernose non mancano in que' dintorni... un mulino che lì presso toglie per nulla di vaghezza a quella semplice scena, come fanno sempre le opere d'arte mescolate colle più vaghe rappresentazioni naturali” (I. Nievo). Ancor prima, nel XVI secolo, Bernardo Sacco (autore del *De Italicarum rerum varietate et elegantia*) racconta di strabilianti fenomeni che avvenivano nella zona delle risorgive lombarde con enormi zampilli d'acqua preannunciati da grandi fragori e - a volte - la formazione di grandi “sprofondi” che inghiottivano case e persone. E ciò avveniva con cronometrica precisione ogni sette anni.

Certo non erano aree salubri, ma custodivano una fauna e flora assai varia e spesso peculiare, un vero campionario di quella che oggi definiamo “biodiversità”. In pochi decenni queste zone sono state quasi del tutto bonificate, in parte per debellare la malaria e in parte per recuperare terre ad una agricoltura che oggi produce, anche grazie ai contributi pubblici, prodotti spesso destinati all'ammasso o alla distruzione. Certo, quando le prime bonifiche vennero realizzate gli schemi produttivi erano diversi da quelli attuali!

Sta di fatto che oggi queste particolari aree sono ridotte a piccoli lembi residuali e le loro stesse acque hanno perso spesso le originarie caratteristiche di purezza.

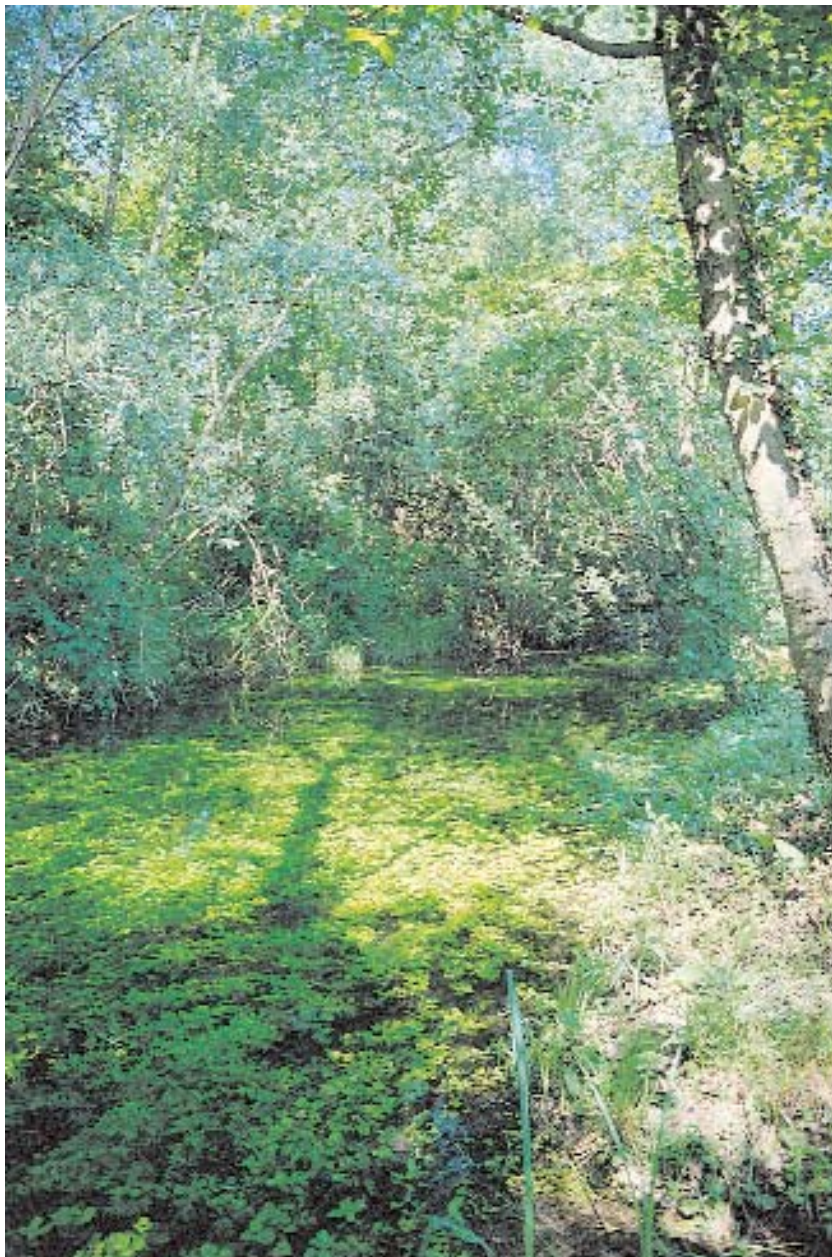
Già nell'XI-XII secolo erano state realizzate, in diverse aree della Pianura Padana, le prime canalizzazioni, destinate a raccogliere le acque affioranti: venivano scavate delle ampie buche (“teste”) ove l'acqua confluiva e veniva poi distribuita a scopo irriguo tramite le “aste”. Si otteneva così il duplice risultato di bonificare un'area e di disporre di acqua per l'irrigazione.

Ciò permetteva lo sviluppo delle “marcite”, aree a prato coperte da un sottile velo d'acqua che, per la sua temperatura quasi costante, favoriva la crescita dell'erba anche nella stagione fredda.

Queste aree di venuta a giorno di acque provenienti dalla falda sotterranea in corrispondenza di variazioni di permeabilità nei depositi clastici della pianura assumono denominazioni che variano da regione a regione: Risorgive o Rislative in Friuli e Veneto, Fontanili o Fontanazzi in Lombardia, Sortumi in Piemonte. Anche la loro morfologia appare spesso caratterizzata dalla presenza di

Lo Stella (Friuli), un fiume di risorgiva che conserva tratti di elevata naturalità





Fiume di risorgiva nella Pianura Friulana

depressioni che favoriscono il “richiamo” delle acque e queste cavità sono a volte il frutto dell'intervento umano.

La fascia caratterizzata dalla presenza di queste risalite in superficie delle acque sotterranee si distribuisce in maniera pressoché continua lungo la Pianura Padana dalle foci dell'Isonzo fino al Cuneese (comprendendo quindi anche la parte più orientale, quella che viene definita Pianura Veneto-Friulana), in corrispondenza del passaggio fra quelle che vengono comunemente definite Alta e Bassa pianura.

Le peculiarità delle aree di risorgiva, in particolare la temperatura delle acque, ed il fatto di essere circondate per larghi spazi da zone con caratteristiche completamente diverse (in generale piane alluvionali adibite ad uso agricolo) fanno sì che le flore e le faune associate a questi ridotti habitat umidi siano del tutto uniche.

Una situazione di così elevata vulnerabilità non può non risentire di qualsiasi piccola modificazione avvenga nell'ambiente.

Ciò che caratterizza, quindi, le acque di risorgiva sono portata e temperatura abbastanza costanti e questi aspetti hanno sempre interessato l'uomo favorendo, come si è detto, lo sfruttamento di queste particolari forme di sorgenti poste in posizione vantaggiosa per le attività agricole. Se per secoli questo sfruttamento ha portato alla modificazione dell'aspetto del fontanile e ad un abbassamento (in realtà non molto marcato) del livello degli acquiferi, gli interventi effettuati durante il XX secolo ne hanno modificato nella sostanza la fisionomia, riducendone drasticamente l'estensione.

A questo fatto si aggiunge il forte inquinamento delle acque: quella che alimenta le risorgive è una falda piuttosto superficiale in aree soggette, spesso, ad agricoltura intensiva, un'attività che, sino a pochi anni fa - ma in parte anche ora - utilizzava fertilizzanti e diserbanti che sono fra i più pericolosi inquinanti della falda.

In questo volume vengono descritti solo quei fenomeni le cui caratteristiche rientrano appieno in quelle sopra riportate, e non vengono quindi esaminati quelli che, analoghi dal punto di vista prettamente morfologico, hanno origine ben diversa: ad esempio le polle che si formano in prossimità di grandi fiumi, come il Po, e che sono spesso temporanee e, in un certo senso, “mobili”.



## Aspetti geologici e morfologici

GIUSEPPE MUSCIO

13

Con il termine di “risorgive” si definiscono le venute a giorno di acque sotterranee legate alla variazione della permeabilità dei sedimenti. Ciò significa che le acque della falda, che circolano - più o meno liberamente - all'interno dei sedimenti a granulometria grossolana (ad esempio ghiaie), affiorano nel momento in cui vengono ad incontrare livelli più fini e quindi meno permeabili, cioè quando l'incremento di livello determinato dalla riduzione di permeabilità fa sì che la tavola d'acqua intersechi la superficie.

Associato al termine risorgiva si ritrova, come in questo volume, quello di fontanile. I due termini, però, non sono affatto sinonimi: mentre la risorgiva è un fenomeno naturale, il fontanile rappresenta, in alcuni territori, il prodotto dell'intervento umano che ha modificato una risorgiva o ne ha “provocata” una con un intervento di scavo.

Le risorgive sono presenti e diffuse, spesso con continuità, in più aree della Pianura Padana dove rappresentano uno degli elementi ambientali più tipici, e questa tipicità è legata sia agli aspetti naturali che alle caratteristiche modificazioni opera dell'intervento umano.

### ■ Distribuzione delle aree di risorgiva nella Pianura Padana

La linea delle risorgive - in realtà si tratta di una fascia la cui ampiezza è variabile e dipende dalla topografia dell'area, dalla geometria dei corpi di rocce sciolte interessati, dalla potenza della falda e dalle periodiche variazioni della stessa in funzione dell'alimentazione a monte - si estende in maniera pressoché continua ai piedi delle Alpi e ha un'ampiezza che si aggira da pochi chilometri sino ad oltre venti.

Ad oriente si origina nella zona delle foci dell'Isonzo e risale lungo la Pianura Friulana fino all'altezza di Codroipo (risorgive dello Stella), per poi passare presso Pordenone sfiorando la base dell'Altopiano del Cansiglio. La linea scende poi rapidamente verso Treviso (risorgive del Sile), prosegue verso Vicenza e si interrompe in corrispondenza dei Monti Lessini. Il fenomeno delle risorgive ricompare a Sud di Verona in destra idrografica del fiume Adige; superato il Mincio la linea risale fino a sfiorare Brescia e segue poi all'incirca l'isoipsa 200 m slm sino a raggiungere Novara e risalire verso Borgomanero: è qui, fra Sesia e Ticino, che la fascia delle risorgive è più ampia, superando i 50 km. La linea

Aspetto autunnale di un tratto di fiume di risorgiva

ridiscende lungo il Fiume Sesia e, passando ad ovest di Vercelli, sfiora il fiume Po e risale verso Rivarolo nel Canavese per poi riportarsi verso Torino; da questo punto essa prosegue in maniera sempre più discontinua in direzione di Cuneo. Aree di risorgiva sono presenti anche al di fuori della fascia, come nella pianura che si estende, in Friuli, fra l'Anfiteatro Morenico del Tagliamento e gli ultimi rilievi alpini (Campo di Osoppo).

Nella fascia pedeappenninica le risorgive appaiono sporadicamente non distanti dal fiume Po, a nord di Voghera, presso Piacenza, Parma, Modena e ad oriente di Bologna. Le aree di maggiore rilievo sono quelle presso i torrenti Secchia, Enza e Arda: le loro portate, dell'ordine di alcune centinaia di mc/sec, sono irrisorie rispetto a quelle delle risorgive pedealpine.



L'andamento della Linea delle Risorgive (in rosso); l'area in verde scuro è quella dei rilievi

### ■ Origine geologica della Pianura Padana

Quella Padana è una delle più vaste pianure europee ed occupa da sola 1/6 del territorio italiano, comprendendo anche la Pianura Veneto-Friulana; essa si estende fra il Mare Adriatico e i primi contrafforti alpini ed appenninici; per circoscriverne i limiti ci si può riferire indicativamente alla isoipsa 200 m s.l.m., ma in alcuni casi si può raggiungere anche la quota di 500-600 m s.l.m.

Già alla fine delle più intense fasi dell'orogenesi alpina (verificatesi fra Cretacico e Paleocene e fra Miocene e Pliocene) si era formato un vasto "golfo" compreso fra i rilievi alpini e quelli dell'Appennino Tosco-Emiliano. Durante il Pliocene e il Pleistocene inferiore questa insenatura viene gradualmente riempita da



Estensione di mare e terre emerse, in confronto con l'attuale linea di costa italiana, durante il Pliocene (sopra) ed all'acme della glaciazione würmiana (sotto), quando tutta l'area nord adriatica era emersa



depositi arenaceo-argillosi di origine marina, soprattutto per quanto riguarda la fascia più orientale; nella zona occidentale prevalgono invece i depositi di tipo fluvio-lacustre. Con il Pleistocene medio-superiore la Pianura Padana emerge e si imposta su di essa un reticolo drenante anche se, particolarmente in corrispondenza del settore sud-orientale, si possono ancora verificare brevi fasi di ingressione marina.

L'aspetto attuale della Pianura Padana è però soprattutto il risultato dell'azione dei ghiacci durante il susseguirsi delle fasi glaciali e dei successivi post-glaciali.

Le variazioni delle condizioni climatiche, legate soprattutto a fatti astronomici, hanno favorito - in alcuni periodi degli ultimi milioni di anni - la formazione di estese calotte glaciali che hanno coperto, fra l'altro, l'intero arco alpino. La temperatura media era di solo alcuni gradi ( $4^{\circ}$ - $6^{\circ}$ ) inferiore all'attuale ma ciò era sufficiente a mantenere una enorme distesa di ghiacci che copriva tutte le attuali valli alpine con spessori a volte superiori ai 1000-2000 m. Variazioni di pochi gradi delle temperature portarono a fasi di espansione o di ritiro dei ghiacci con conseguente azione modellatrice o di deposito.

Nella Pianura Padana sono presenti depositi glaciali connessi alle varie fasi Gunz, Mindel, Riss e, soprattutto, Würm. Per quest'ultima fase glaciale il massimo avanzamento si verifica circa 30-40 mila anni fa e l'ampia estensione viene a coprire, quasi sempre, anche i depositi legati alle glaciazioni precedenti.

Estesi sono soprattutto i livelli fluvio-glaciali collegati al postglaciale würmiano (il ritiro dei ghiacci si avvia in maniera marcata circa 15-10 mila anni fa): è in questo periodo che si formano gli attuali bacini idrografici che trasportano verso valle i prodotti dello smantellamento delle catene montuose. Si tratta di ampie conoidi formate dai depositi più grossolani nelle aree più vicine ai rilievi e più fini man mano che il pendio dell'alveo diminuisce e ci si avvicina al mare o, nel caso specifico, a quel grande collettore di acque che è il fiume Po. I fiumi divagavano nell'ampia pianura da loro stessi originata, spostandosi spesso, formando nuovi alvei, abbandonando meandri, modificando continuamente il proprio letto: spesso la storia di queste continue variazioni è ricostruibile tramite adeguate indagini.

Rilevante nel determinare le caratteristiche della pianura è quindi il peso delle litologie presenti nelle aree montuose, con una evidente differenziazione fra la catena alpina, in cui dominano i depositi carbonatici e comunque più resistenti che danno origine a granulometrie maggiori, e quella appenninica che presenta litologie arenaceo-marnose le quali disgregandosi producono sedimenti piuttosto fini.

Non va poi dimenticato che, mentre l'area alpina ha subito fortemente l'azione modellatrice dei ghiacciai quaternari, altrettanto non è avvenuto per l'area appenninica. Il risultato finale di questa serie di eventi è l'aspetto morfologico

della Pianura Padana. Il versante settentrionale, quello in cui più esteso e continuo è il fenomeno delle risorgive, è in linea di massima formato dal succedersi di un'area collinare con presenza di ampi depositi morenici (Anfiteatro del Tagliamento, Anfiteatro del Garda, Anfiteatro di Rivoli) cui segue la fascia dell'Alta pianura per poi passare alla Bassa pianura che degrada lentamente verso il fiume Po oppure, nel caso della porzione orientale, verso l'Adige o il Mare Adriatico.



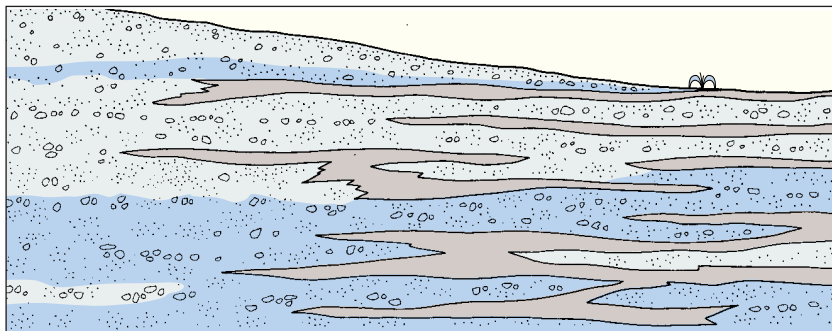
Paesaggio invernale di un'area di risorgiva

### ■ Caratteristiche litologiche

La fascia definita come Alta pianura è la più prossima ai rilievi e si estende quindi a partire dal punto di rottura di pendenza dei corsi fluviali, quello che corrisponde in sostanza ad una forte perdita della capacità di trasporto da parte dei fiumi: è allora che inizia la fase di deposito con la presenza di materiali grossolani, costituiti da ciottoli, ghiaie e rare sabbie.

Scendendo ulteriormente verso il Po (o nel caso della Pianura Veneto-Friulana verso l'Adriatico) i fiumi perdono ulteriormente capacità di trasporto e depositano materiali via via più fini. Si tratta dei materiali sabbiosi e limoso/argillosi che formano la Bassa pianura.

Questo schema non è però rigido e cambia in funzione del variare sia delle condizioni geologico-geografiche sia di quelle climatiche: importanti fasi alluvionali possono, ad esempio, depositare materiali grossolani nella Bassa pianura così come fasi di magra portano alla sedimentazione di materiali fini in Alta pianura. Nella breve storia geologica della Pianura Padana, inoltre, i fiumi



Schema illustrante l'origine geologica del fenomeno delle risorgive

hanno sempre divagato in questo ampio territorio non essendo ancora costretti all'interno degli argini che l'uomo costruirà per regolarne la capacità distruttrice (che è in realtà una normale azione modellatrice del territorio).

Il risultato del succedersi di queste azioni modellatrici per migliaia di anni è una pianura che, in sezione verticale, vede un continuo alternarsi di livelli fini (limoso-argillosi e quindi sostanzialmente impermeabili) e di livelli grossolani (ghiaie e sabbie a volte cementate e a vario grado di permeabilità) interessati da falde idriche più o meno potenti. Se osserviamo invece una sezione Nord-Sud della porzione in sinistra Po della Pianura Padana e di quella Veneto-Friulana possiamo notare come i livelli grossolani dominano verso Nord (Alta pianura) e quelli fini verso Sud (Bassa pianura).

In linea di massima è possibile porre il limite fra Alta e Bassa pianura in corrispondenza delle isoipse 50-100 m s.l.m. (ma anche 200 nella porzione più occidentale), anche se è spesso riconoscibile una fascia intermedia definita da alcuni autori come Media pianura, con una ampiezza che varia dai pochi ai 50 chilometri e che, quindi, corrisponde a quella che viene definita "fascia delle risorgive".

La composizione litologica delle ghiaie e delle sabbie che formano la pianura alluvionale dipende ovviamente dalle rocce che costituiscono le aree ove i fiumi esplicano la loro attività erosiva. Nella Pianura Veneto-Friulana quelli grossolani rappresentano litologie sedimentarie calcareo-dolomitiche (nelle aree montane sono diffuse diverse rocce sedimentarie, ma quelle arenacee non sono particolarmente resistenti al trasporto).

Analoghe sono le caratteristiche litologiche della Pianura Lombarda, mentre i bacini che fanno capo all'Adige ed all'area piemontese presentano anche abbondanza di rocce magmatiche e metamorfiche, spesso molto resistenti.

I materiali più fini sono prevalentemente silicei in quanto è questo il più diffuso minerale resistente all'erosione.



La costanza nella portata dei fiumi di risorgiva ha fatto sì che, sino a pochi decenni fa, essi fornissero energia a numerosi mulini



## ■ Caratteristiche delle acque sotterranee

È quindi evidente come una pianura alluvionale, qual è la Pianura Padana, appaia un apparato unitario semplice solo ad un occhio superficiale: in realtà si tratta di un sistema complesso che va esaminato nella sua tridimensionalità caratterizzata - dal punto di vista idrico - dal susseguirsi di livelli impermeabili e permeabili che variano in estensione e potenza; l'acqua che penetra all'interno di queste masse di rocce sciolte avrà allora infinite possibilità di percorrerle.

Gli strati permeabili sono spesso impregnati dall'acqua che costituisce la falda sotterranea, che si muove lentamente da monte verso valle. La falda non è - come spesso si ritiene - una sorta di fiume sotterraneo, ma è formata più semplicemente dall'acqua che circola nei vuoti presenti fra gli elementi ghiaiosi e sabbiosi. A mano a mano che la granulometria diminuisce (sabbie fini) questi vuoti si riducono fino ad essere talmente minuscoli da non potere esser più percorsi dall'acqua: i livelli divengono impermeabili.

Questa situazione si ripete più volte nel sottosuolo e vi sono - separate da livelli impermeabili - più falde idriche sovrapposte; la più superficiale è detta "freatica", mentre le altre sono chiamate "profonde". "Artesiane" sono le falde "in pressione" che, una volta raggiunte tramite perforazioni che superano i livelli impermeabili che le sigillano, vengono a giorno con forte portata. Il fenomeno è legato al dislivello presente fra le aree di alimentazione - spesso molto lontane - e quelle di prelievo.

Questa distanza non è sempre verificabile ed ipotizzabile per la falda freatica che può essere alimentata non solo dalle precipitazioni meteoriche, ma anche da perdite dei fiumi, dei canali irrigui e dalle altre acque di percolazione. Il livello della falda freatica può variare in maniera relativamente rapida anche di molti metri nelle zone vicine ai grandi fiumi che la alimentano (10-20 metri di variazione di livello sono valori non rari) mentre le variazioni saranno più ridotte a grande distanza da questi.

Il ruolo giocato dai fiumi è dunque rilevante: svolgono una funzione drenante (quindi di raccolta delle acque) a monte della fascia delle risorgive, quando la raggiungono svolgono questa funzione drenante solo nei periodi di magra mentre nel resto dell'anno probabilmente "distribuiscono" la loro acqua alla falda. Si ipotizza comunque che questo modello non valga per l'area milanese ove i fiumi risultano sempre drenanti e l'alimentazione della falda pare legata significativamente ai canali per l'irrigazione.

Per quanto riguarda le risorgive dello Stella (Friuli) si ipotizza che la falda sia in grado di alimentare questa ampia fascia di emergenze per oltre 1000 giorni senza ricevere alcun tributo esterno.

La falda freatica può trovarsi a profondità rilevanti ma, a mano a mano che ci si avvicina alle zone di pianura più ricche di livelli impermeabili, sarà più facile che,



Una polta di risorgiva

incontrandone uno, essa venga a giorno: ecco come si formano le risorgive. Si tratta dunque di venute a giorno della falda freatica lungo fasce che corrispondono all'area ove i livelli impermeabili, incontrando la superficie topografica, portano le acque a fuoriuscire dal terreno. Questo passaggio, definito a volte Media Pianura corrisponde al limite fra Alta e Bassa pianura. Dal punto di vista dell'idrologia sotterranea la fascia delle risorgive rappresenta quindi il passaggio dall'area di falda freatica (Alta pianura) e quella di falda in pressione (Media e Bassa pianura).

La linea delle risorgive è una fascia, come detto, piuttosto netta ma la cui ampiezza può variare: il limite inferiore è dato dall'affioramento dei livelli impermeabili; quello superiore, invece, dipende dalla portata della falda e dalla geometria dei livelli rocciosi.

## ■ Forme delle risorgive

Le venute a giorno delle acque vengono classificate, in base alla loro morfologia, in "polle" (dette anche "olle"), dalla forma subcircolare e ben definita, "fontanei", nei quali l'emersione delle acque è favorita dalla presenza di cavità più o meno profonde ed a volte collegate da fossati, e "affioramenti" se la fuoriuscita delle acque avviene attraverso le ghiaie senza alcuna struttura particolare presente.

Spesso polle o fontanai sono riuniti fra loro e vengono a perdere parte della forma originaria.

La genesi di queste morfologie avviene in depressioni del terreno, appena percettibili, che vengono ampliate dalla risorgenza delle acque. Queste infossature sorgentifere fungono così da richiamo per le acque della falda e si vengono a costituire piccoli canali di raccolta che confluiscono in canali collettori.

Nel caso dei fontanili, frutto anche dell'intervento umano, esiste una più dettagliata nomenclatura delle parti: in particolare si definiscono "occhi" le venute d'acqua vere e proprie e l'insieme dell'area sorgentifera viene chiamata "testa" e da essa, attraverso la "gola", si diparte l'"asta".

Fra i vari fenomeni che sono collegati alle polle di risorgiva si possono ricordare le bolle di gas che, spesso con continuità, filtrano attraverso i depositi ghiaiosi. La loro origine può essere connessa ai fenomeni di putrefazione che si sviluppano a carico di depositi organici - soprattutto vegetali - presenti a basse profondità, oppure come conseguenza di un se pur minimo carico piezometrico (legato quindi all'esistenza di una pressione a carico del liquido, secondo il principio dei vasi comunicanti).

### ■ Fiumi di risorgiva

A volte le venute d'acqua legate al fenomeno delle risorgive possono creare un reticolo di piccole aste drenanti che si riuniscono a ventaglio ad originare un fiume vero e proprio. Si tratta di un corso d'acqua che ha quindi un'origine ben diversa da quella dei fiumi che traggono alimentazione dai torrenti montani.

I fiumi di risorgiva, per loro natura, presentano dislivelli assai ridotti (nel caso di uno dei più noti, lo Stella in Friuli, si tratta di circa 1 m al km) e ciò comporta che queste aste drenanti abbiano scarsa capacità di trasporto e di erosione. Ciò non significa, però, che essi non siano in grado di svolgere una certa azione morfogenetica, riconoscibile nei pochi terrazzamenti che sono riusciti a sopravvivere all'intervento umano. La capacità erosiva può essere legata ai dislivelli, anche minimi, che si possono originare alla confluenza di bracci secondari, ma anche alla presenza di acqua limpida.

Si possono così creare aree di minor livello topografico ("bassure") che possono essere ampie da poche decine di metri ad alcuni chilometri e nelle quali si possono distinguere terrazzamenti che segnano le diverse fasi erosive, pur con dislivelli dell'ordine di pochissimi metri. I depositi che costituiscono l'alveo vero e proprio sono, ovviamente, gradati da monte a valle con passaggio da ghiaie a sedimenti limoso-argillosi, mentre le aree terrazzate presentano spesso anche livelli di materia organica.

Spesso queste aree topograficamente ribassate rispetto alla pianura circostante fungono da richiamo per le acque più superficiali e sono quindi punteggiate



Nonostante la ridotta pendenza i fiumi di risorgiva mantengono una certa capacità di trasporto e di erosione





Un fontanile lombardo (Belprato) con polle d'acqua legate alla presenza di tubi filtranti infissi nel terreno

dai “campi molli”, ovvero zone umide note come “lamars”, “camoi” e così via. I fiumi di risorgiva più noti sono quelli della pianura Veneto-Friulana: Stella, Ausa e Corno in Friuli, Dese, Zero, Sile e Bacchiglione in Veneto.

### ■ Acque e suoli delle risorgive

Definire i valori di portata delle risorgive è piuttosto difficile, anche perché questi cambiano da zona a zona e fortemente nell'arco del tempo, ma un valore medio per tutta la Pianura Padana è stato proposto in 0,5 mc/sec per ogni km. Se moltiplichiamo questo valore per l'estensione complessiva della fascia delle risorgive (un migliaio di chilometri), si comprende facilmente il ruolo che l'emungimento di queste acque ha sempre avuto nella vita e nell'economia della Pianura Padana.

Le acque della falda rientrano nella grande categoria di quelle “bicarbonato-calciche” e hanno caratteristiche che variano all'interno di un quadro che consegue, ovviamente, dalla litologia delle aree di alimentazione: nella fascia più occidentale (come detto, con estesi affioramenti di rocce magmatiche e metamorfiche) le acque mostrano una durezza che varia fra i 5° ed i 15° dF (valore legato alla concentrazione di calcio), mentre quelle centro-orientali ed appenniniche (con prevalenza di litologie sedimentarie carbonatiche) hanno durezza maggiore, fra i 15° ed i 50° dF.

La temperatura delle acque di risorgiva è piuttosto costante nell'arco delle stagioni, con una media che oscilla fra i 10° ed i 14° (ma più comunemente attorno agli 11°-12°). Le deboli variazioni stagionali si risentono con ritardi costanti dell'ordine di 2-4 mesi: è così che le acque delle risorgive sono più fredde in aprile e più calde in ottobre e ciò ha notevole influenza per i microclimi di queste zone, con importanti riflessi soprattutto sulla flora.

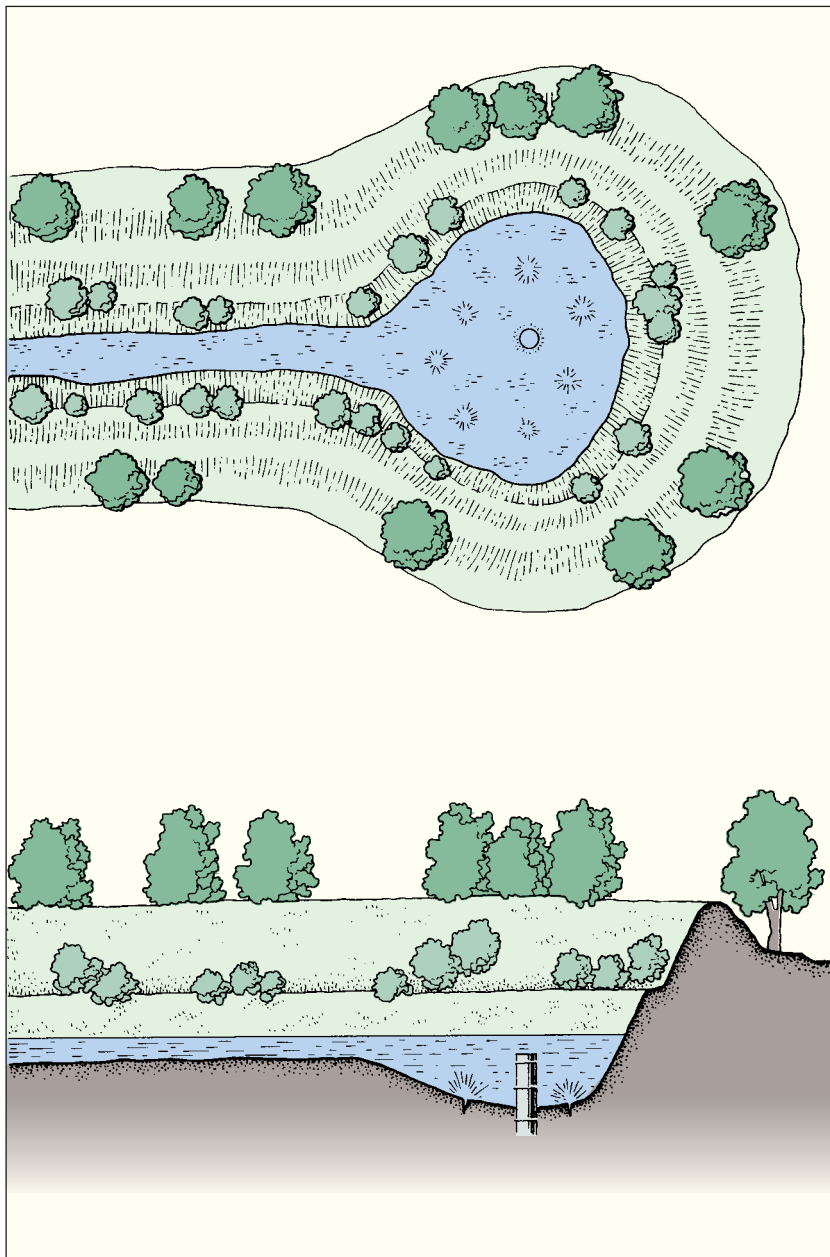
Se la disponibilità e le caratteristiche delle acque sono importanti per capire le ragioni del loro utilizzo da parte dell'uomo, non si può dimenticare come anche i suoli delle aree di risorgiva siano peculiari e quindi importanti a tal fine.

I terreni delle risorgive sono costituiti da materiali assai variabili per granulometria, ma, in generale, la frazione ghiaioso-sabbiosa è la dominante, mentre quella limoso-argillosa si attesta attorno al 5-10%. Importante è il ruolo giocato dalla frazione organica che, a volte, raggiunge percentuali assai significative, anche dell'ordine del 15-20%.

Il pH mostra mediamente valori di poco superiori a 7 (quindi da neutri a leggermente basici), mentre il rapporto carbonio/azoto è in genere fra 10 e 15, indice di una scarsa trasformazione delle sostanze organiche presenti.

Di particolare interesse è la presenza di torbiere, aree dove l'accumulo di resti vegetali ha favorito la formazione appunto di torba, una sorta di intreccio di fibre vegetali che hanno subito un parziale processo di carbonificazione. Il pro-





Sezione e pianta di un fontanile lombardo modificato dall'intervento umano

dotto veniva utilizzato in passato come combustibile povero ed oggi come terriccio per la floricoltura.

### ■ Intervento umano e utilizzo

I fontanili diffusi in Piemonte e Lombardia rappresentano il più classico esempio di intervento antropico per lo sfruttamento di quella fondamentale risorsa che è l'acqua. Piccoli avvallamenti del terreno in aree ove la falda è quasi affiorante venivano ampliati favorendo la venuta a giorno dell'acqua: il fondo di questa conca veniva risistemato e, per favorire l'emungimento idrico, vi veniva collocato un tino privo di fondo o un cesto di vimini; questo permetteva di mantenere l'occhio del fontanaio "pulito" e garantiva una portata costante e continua. Analoghe forme di sfruttamento erano praticate anche in Friuli e Veneto. In tempi più recenti lo sfruttamento dei fontanili prevede l'infissione di un tubo filtrante al centro per favorire il richiamo dell'acqua che viene raccolta poi attraverso un "canale".

Quello dei fontanili è certamente uno degli interventi più "morbidi" effettuati sulle risorgive; ben maggiori sono le modificazioni causate dagli interventi di bonifica che in tutta Italia hanno ridotto a meno del 10% le originali estensioni di aree umide. Analogo impatto - in un certo senso - hanno avuto da un lato lo sfruttamento e dall'altro l'inquinamento della falda sotterranea. In tutti i casi si è trattato di un intervento umano che ha pesantemente modificato estensione e caratteristiche delle risorgive della Pianura Padana e Veneto-Friulana: nella zona di Milano, ad esempio, i fontanili svolgono una forte azione drenante sulla falda, alimentando una fittissima rete di canali artificiali.

Più interessante è stato l'intervento effettuato, già nel XV secolo, nelle aree di risorgiva del novarese e vercellese, che ha portato ad una profonda modificazione del paesaggio con la creazione delle risaie, attività assai redditizia che si è potuta sviluppare proprio grazie all'ampia disponibilità delle acque di risorgiva. Oramai del tutto abbandonata è invece la pratica delle "marcite", ovvero l'utilizzo di acque di risorgiva per allagare prati permettendo, grazie alla temperatura costante delle acque stesse, la crescita dell'erba anche in stagioni sfavorevoli.



## Aspetti floristici e vegetazionali

FRANCESCO BRACCO · GIOVANNI SBURLINO

29

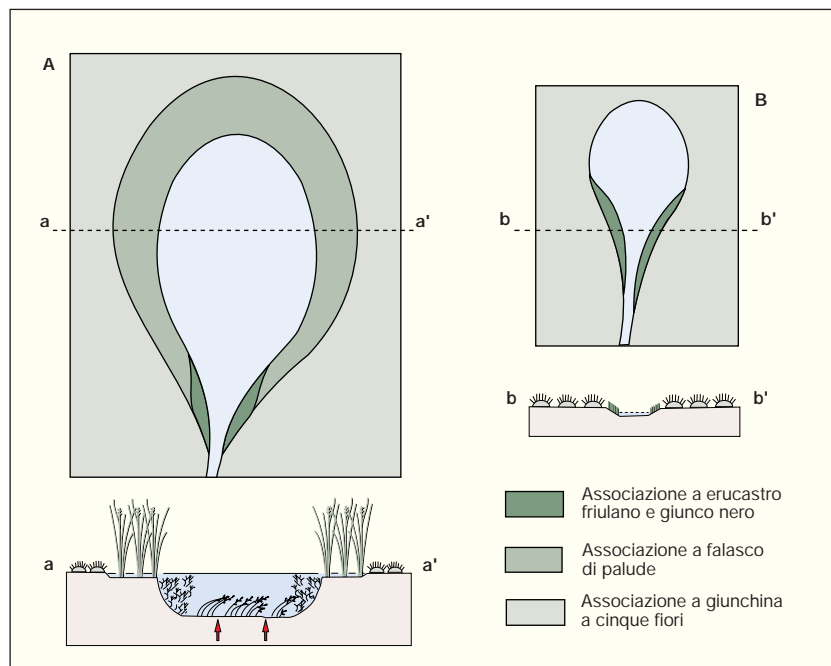
I corsi d'acqua che prendono origine da cavità sorgentizie si caratterizzano in modo spiccato rispetto ai fiumi planiziari, che raccolgono acque di drenaggio che hanno subito un lungo trasporto superficiale. L'origine sotterranea delle acque di risorgiva garantisce infatti un livello relativamente costante durante il ciclo stagionale, una temperatura caratterizzata da variazioni limitate e valori massimi contenuti. L'acqua è inoltre trasparente per una presenza molto ridotta di materiali solidi in sospensione e presenta concentrazioni di nutrienti molto basse (oligotrofia).

Questo insieme di fattori attribuisce ai corsi d'acqua di risorgiva e al loro popolamento vegetale caratteristiche di originalità rispetto agli ambienti acquatici planiziari caratterizzati da grande abbondanza di azoto e fosforo (eutrofia). Tali elementi di peculiarità si estendono anche al di là dei corsi d'acqua in senso stretto e tendono a condizionare l'intero paesaggio vegetale circostante in cui l'abbondanza generale di acque implica l'esistenza di microclimi localizzati relativamente freschi e favorisce l'accumulo della torba.

Nella Pianura Padana orientale, infine, l'abbondanza di materiali carbonatici nei sedimenti rende le acque di risorgiva neutro-alcaline. A mano a mano che ci si porta verso occidente invece, in particolare ad Ovest del corso del fiume Adda, cambia il contesto geopedologico per il graduale venir meno dei substrati carbonatici e della relativa influenza sul chimismo delle acque di risorgiva. A tale variazione delle condizioni chimiche delle acque corrisponde, almeno in parte, una modificazione della vegetazione.

In linea generale, comunque, va sottolineato come per la Pianura Padana la diminuzione di diversità floristica e vegetazionale, da oriente verso occidente, possa venir interpretata non solo in funzione di fattori naturali (la citata variazione dei substrati, l'attenuarsi dell'influsso orientale, l'allontanamento dalle coste del mare Adriatico), ma anche di una maggiore e più antica influenza della trasformazione antropica del paesaggio in termini di utilizzo agrario, urbano e industriale. Non si verifica, perciò, solo un impoverimento dal punto di vista floristico, ma anche la scomparsa di interi contesti ambientali e di tutta la vegetazione che si articola al loro interno. Un esempio calzante è proprio quello delle torbiere basse che costituiscono un elemento caratteristico del paesaggio delle risorgive e che, già segnalate per la pianura bresciana sino al secondo conflitto mondia-

La rosolida o drosera a foglie rotonde (*Drosera rotundifolia*), pianta carnivora delle aree di risorgiva



Distribuzione della vegetazione attorno ad una polle risorgiva di grandi (a) e piccole (b) dimensioni nella Pianura Padana orientale

le, risultano oggi del tutto assenti a occidente del fiume Mincio. Il fattore acqua sicuramente è quello che determina nel modo più vincolante il paesaggio vegetale delle risorgive tanto direttamente quanto indirettamente attraverso la genesi, ad esempio, di condizioni microclimatiche peculiari. Deve però essere sottolineato come il complesso di vegetazione delle risorgive esorbiti dal puro ambito acquatico e palustre per includere anche fitocenosi legnose (arboree e arbustive) o praterie secondarie create dall'azione secolare dell'uomo. La descrizione della copertura vegetale esistente in relazione al fenomeno delle risorgive comprende quindi molti tipi diversi che, per semplicità di esposizione, verranno presentati secondo gli ambienti principali: le polle di risorgiva, i corsi d'acqua che da esse prendono origine, le torbiere e le praterie torbose, le vegetazioni legnose.

### ■ Le risorgive della Pianura Padano-Veneta centro-orientale

**La vegetazione idrofita delle polle e delle acque stagnanti.** La vegetazione idrofita delle polle di risorgiva può essere costituita da tipi diversi in dipenden-

za da numerosi fattori quali: dimensioni e profondità delle polle stesse, natura dei sedimenti del fondo, grado di motilità dell'acqua. Va precisato che in questa sede si farà riferimento a cavità sorgentifere in condizioni naturali o prossime alla naturalità: in molti casi infatti l'uomo ne ha profondamente alterato la struttura con opere idrauliche tese allo sfruttamento e alla regimazione delle acque; in questi casi la vegetazione risulta profondamente modificata ed assai simile a quella descritta in analoghe situazioni per il milanese, per il modenese, per il reggiano, per la Lomellina, per il cremasco e per la pianura lombarda nel suo complesso.

Le polle di risorgiva subiscono nel tempo un processo di senescenza che le porta ad un progressivo interrimento, causato dall'accumulo di sostanza organica da parte dei resti vegetali rilasciati dalla vegetazione acquatica e dalle fitocenosi marginali. Il processo è tuttavia lentissimo, sia per le caratteristiche di oligotrofia proprie dell'ambiente, sia perché gran parte dei resti vegetali ed animali non si accumula sul fondo, ma viene asportata dall'acqua che scorre fuori dalla cavità sorgentifera, tracimando o formando uno o più piccoli emissari che danno origine ai corsi d'acqua di risorgiva. Nello stadio terminale del processo di interrimento, al posto del cavo sorgentizio resta solo un sottile strato d'acqua che ricopre il materiale fine di fondo, ricco di sostanza organica in lenta decomposizione. A questo punto la vegetazione igrofila, dominata in genere da una grossa ciperacea, il falasco di palude (*Cladium mariscus*), che forma una tipica cintura ai margini delle cavità sorgentizie ancora attive, finisce con l'invadere completamente la depressione.



Falasco di palude (*Cladium mariscus*)

Nelle polle di piccole dimensioni, con un diametro fino a circa 50-60 cm, spesso non è rilevabile alcun tipo di vegetazione vascolare oppure, se la profondità è sufficiente, essa è costituita semplicemente da popolamenti pluristratificati della lenticchia d'acqua spatolata (*Lemna trisulca*), piccola lemnaea molto frequente nelle acque limpide e fresche delle risorgive, sia ferme che correnti. La lenticchia d'acqua spatolata forma caratteristici ammassi costituiti da numerosissimi individui sospesi sotto la superficie dell'acqua e si ritrova anche nelle cavità sorgentifere di maggiori dimensioni.

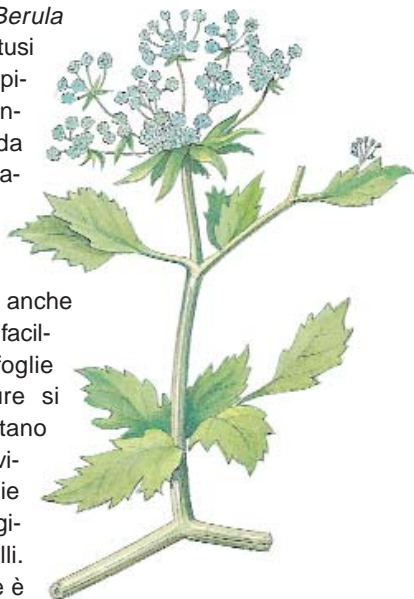
In queste ultime, ma anche nel primo tratto dei corsi d'acqua che ne derivano,





è ancora qua e là riscontrabile la brasca arrossata (*Potamogeton coloratus*, vedi disegno). Questa idrofita, dalla tipica colorazione rossastra, è legata ad acque freatiche, ricche in carbonati, sia ferme che correnti, e il suo ambiente elettivo si colloca per lo più nei corpi acquatici all'interno delle torbierre basse neutro-alcaline, la cui vegetazione rientra nell'ordine *Caricetalia davallianae*. La brasca arrossata è inoltre esclusiva di acque presentanti concentrazioni di nutrienti, specificatamente di ammonio e fosfati, molto basse; per questa sua marcata oligotrofia la specie, ormai scomparsa o in via di diventare tale in molte località del suo areale, viene considerata un ottimo indicatore biologico relativamente allo stato di trofismo delle acque. Come molte altre idrofite, la brasca arrossata si presenta con forme diverse (ecomorfosi) in dipendenza dalla velocità dell'acqua. In acque stagnanti si riscontra la forma a foglie terminali ampie e galleggianti, che si associa spesso all'erba vescica (*Utricularia australis*), elegante idrofita carnivora dai piccoli ma vistosi fiori gialli. Nelle acque correnti, come ad esempio nei corsi d'acqua che prendono origine dalle polle di risorgiva, è presente la forma a foglie più allungate e sommerse, di solito associata alle forme,

pure sommerse, di sedanina d'acqua (*Berula erecta*, vedi disegno) e di giunco a fiori ottusi (*Juncus subnodulosus*), quest'ultimo dalle tipiche foglie nastriformi ondegianti nella corrente. Nelle zone ad acqua calma e profonda sono comunque più frequentemente riscontrabili altri tipi vegetazionali quali le comunità a ceratofillo comune (*Ceratophyllum demersum*), entità che, a differenza della brasca arrossata, sopporta concentrazioni anche molto elevate di nutrienti; questa specie è facilmente distinguibile dalle specie di millefoglie d'acqua (genere *Myriophyllum*), che pure si riscontrano in questi ambienti e presentano anch'esse verticilli di foglie ripetutamente divise in lacinie filiformi, per il fatto che le foglie stesse, incrostate di calcare, risultano più rigide e fragili e sono dotate di piccoli dentelli. Un'altra associazione relativamente comune è



Erba scopina (*Hottonia palustris*)

*Hydrocharitetum morsus-ranae*, caratterizzata dal morso di rana (*Hydrocharis morsus-ranae*), piccola pianta natante dalle foglie galleggianti simili, su scala ridotta, a quelle di una ninfea e dai delicati ed effimeri fiori bianchi, sospesi sopra la superficie dell'acqua. Nei fossati ad acqua stagnante, ombreggiati per la presenza di piante arboree lungo le sponde e con conseguente presenza di uno spesso strato di materiale organico di fondo, costituito da resti vegetali marcescenti, si riscontra qua e là l'erba scopina (*Hottonia palustris*), primulacea dalle foglie sommerse pettinate, con vistose fioriture primaverili bianco-rosate che conferiscono un inconfondibile aspetto a questi ambienti particolari.



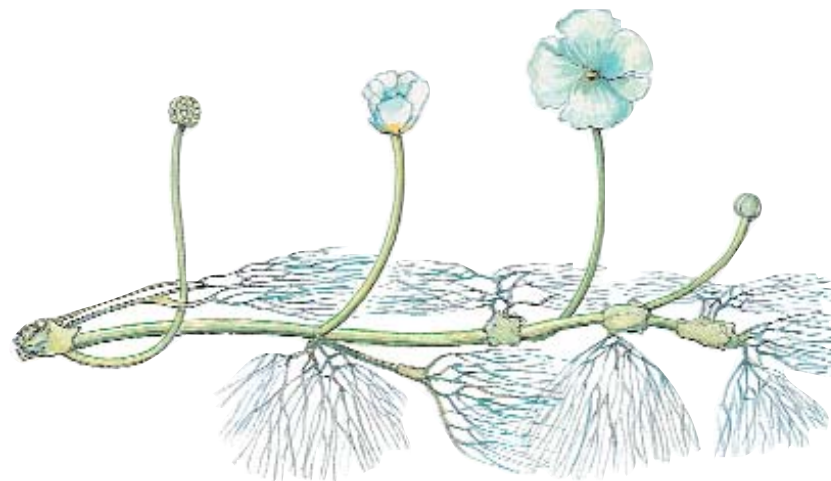
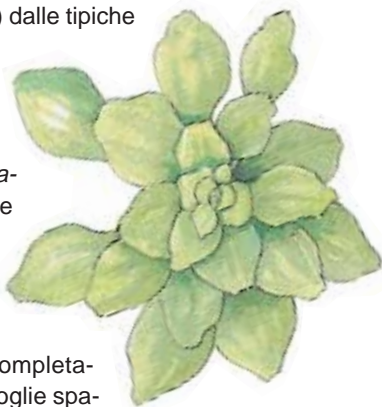
Fioritura di erba scopina (*Hottonia palustris*)

**La vegetazione idrofittica ed elofittica dei corsi d'acqua.** Le acque che fuoriescono dalle cavità sorgentizie danno origine a un complesso reticolo di piccoli corsi d'acqua che poi, confluendo assieme, costituiscono corpi idrici dalla portata via via crescente, finché, alla fine, si formano dei veri e propri fiumi, quali ad esempio lo Stella nella Pianura Friulana e il Sile in quella veneta. Con l'allontanarsi dalla sorgente cambiano le caratteristiche idrologiche e chimiche. Aumentano gradualmente profondità ed ampiezza dell'alveo, come pure il contenuto in nutrienti e il carico torbido trasportato dalle acque, anche a seguito dell'apporto di acque di scorrimento superficiale; si riduce invece progressivamente la velocità della corrente. L'insieme di questi fattori condiziona lo sviluppo della vegetazione sia strettamente acquatica (idrofittica) che ripariale, che tende progressivamente a perdere i connotati caratteristici legati alla specificità ambientale delle risorgive, convergendo verso modelli più generalmente diffusi nella pianura.

Nel tipico paesaggio delle risorgive il fondo del tratto iniziale dei corsi d'acqua, ove vi sia una corrente veloce, appare almeno in parte ricoperto dalle foglie composte della forma sommersa di sedanina d'acqua (*Berula erecta* fo. *submersa*), che rappresenta un aspetto particolare dell'associazione più diffusa dei corsi d'acqua di risorgiva: il *Beruletum submersae*. La vegetazione di acqua corrente si organizza spazialmente in modo caratteristico: le specie presenti tendono infatti a costituire cespi che confluiscono in grandi cuscini di vegetazione mono- o paucispecifica. Queste isole vegetali sono separate tra loro da tratti di alveo privi di piante, attraverso i quali passano i filoni più rapidi di corrente.

Procedendo verso valle, in condizioni di acqua più profonda e meno rapida, l'associazione precedente cambia di aspetto; alla presenza della seda-

nina d'acqua si aggiunge quella importante dei ranuncoli acquatici (*Ranunculus* subgenere *Batrachium*) dalle tipiche fioriture bianche. Le specie più frequenti sono *Ranunculus pseudofluitans* (disegno a pagina seguente) e *R. trichophyllus*. Altre entità che fanno la loro comparsa in questo ambito sono il coltellaccio sommerso (*Sparganium emersum* ssp. *fluitans*), dalle lunghe foglie lineari, e diverse specie di erba ranina (genere *Callitriche*, vedi disegno). Queste ultime sono molto frequenti e sviluppano compatte zolle di vegetazione di color verde chiaro. Possono manifestarsi sia in forma completamente sommersa, sia sviluppando rosette di foglie spatolate galleggianti. Nel primo caso esse risultano generalmente sterili, mentre nel secondo è normale la produzione di piccolissimi fiori abbastanza difficili da individuare. Più rara è la coda di cavallo acquatica



(*Hippuris vulgaris*), il cui aspetto ricorda quello degli equiseti, di cui condivide il nome popolare (coda cavallina). Lungo le sponde è presente una vegetazione dominata da piante erbacee che si sviluppano anche sopra la superficie dell'acqua (elofite). Si vengono quindi a costituire zolle di vegetazione anfibia che assumono un aspetto continuo e compatto per la comune tendenza che le specie dominanti hanno di accrescersi dapprima orizzontalmente, radicando ai nodi, e in seguito di produrre fusti verticali con foglie e fiori. Le specie che trovano qui un rigoglioso sviluppo sono, oltre alla forma emersa di sedanina d'ac-



Ranuncolo d'acqua: *Ranunculus trichophyllus*



Le piante presenti nelle risorgive consentono di osservare con una certa ricchezza di esempi l'eterofilia, un fenomeno morfologico ed ecologico abbastanza particolare. Siamo abituati a pensare che le piante presentino forme costanti che si ripetono in modo regolare. Ciò è in larga misura vero, tanto che associamo al nome di una pianta un'immagine precisa della foglia o del fiore. È anche vero però che, soprattutto a carico degli organi vegetativi, le differenze ambientali possono provocare variazioni di forma molto rilevanti. Questo può rendere addirittura difficoltoso il riconoscimento di individui diversi, privi di fiore, quali membri della stessa specie.

L'ambiente acquatico in particolare può presentare delle rilevanti difformità di condizioni a seconda del fatto che una specie si sviluppi in acqua tanto profonda e corrente da non permetterle l'emersione, oppure su un suolo appena allagato o solo permeato d'acqua, così da potersi sviluppare senza problemi in

ambiente subaereo. In generale le foglie sommerse tendono ad assumere forme più semplici di quelle aeree: prevalgono morfologie a nastro, lineari o caratterizzate dalla divisione in molti segmenti sottili. Il giunco ottuso (*Juncus subnodulosus*) si ritrova nel prato torboso o nella torbiera ove si sviluppa in ambiente subaereo producendo dal rizoma le foglie consistenti a sezione cilindrica caratteristiche del suo genere, portate anche dai fusti fertili inframmezzati ad esse. Può crescere però anche nell'acqua corrente di risorgiva, dove il rizoma infisso nel fondale produce foglie cilindriche molli più lunghe e più larghe anche del doppio rispetto a quelle terrestri.

Nelle specie di coltellaccio che formano grosse zolle di vegetazione al margine dei corsi d'acqua di risorgiva, il coltellaccio maggiore (*Sparganium erectum*) e quello sommerso (*Sparganium emersum*), presentano foglie subaeree lineari, erette e irrobustite da una costolatura



La brasca (*Potamogeton*) è comune nei fiumi di risorgiva

più o meno sviluppata. Le forme sommerse posseggono invece solo morbide foglie nastriformi, capaci di flettersi alle sollecitazioni della corrente. In questo caso la differenza morfologica tra individui sommersi e piante erette è tale che taluni sistematici hanno ritenuto di doverli addirittura attribuire a sottospecie diverse.

Ancora più vistoso è il caso della sagittaria (*Sagittaria sagittifolia*). Gli individui di questa specie, che crescono in acqua poco profonda presso la riva, fioriscono e producono foglie con il lembo conformato a punta di freccia, con due lunghe code appuntite all'indietro e portato sopra l'acqua da un robusto picciolo. La forma è tanto caratteristica da aver dato il nome alla specie. Se la pianta cresce in acqua più profonda, lentamente corrente, ma così da consentire ancora alla foglie di giungere in superficie, il picciolo fogliare diventa flessibile e la lamina, pur conservando la forma caratteristica, diviene più piccola e rimane adagiata

sulla superficie dell'acqua. Infine, dove la specie si sviluppa all'interno di corsi d'acqua corrente rapida le foglie, ridotte a semplici nastri, rimangono del tutto sommerse.

Anche le specie che vivono costantemente come piante acquatiche possono mostrare fenomeni di eterofilia. Quelle di erba ranina (*Callitriche* sp. pl.), se riescono a raggiungere la superficie formano rosette costituite da foglie abbastanza consistenti e di forma spatolata; quando invece si sviluppano in acqua più profonda e rimangono sommerse, le stesse foglie risultano allungate, lineari e con il lembo quasi trasparente.

La brasca arrossata (*Potamogeton coloratus*), infine, nella corrente viva dei corsi d'acqua di risorgiva presenta forme caratterizzate da foglie sommerse sessili ellittiche molto allungate, mentre nelle acque stagnanti delle polle senescenti produce foglie a lembo ovale o cuoriforme, con un picciolo sviluppato che permette loro di galleggiare alla superficie.



Alcune specie di ranuncoli acquatici forniscono un esempio classico di eterofilia

Sedano d'acqua (*Apium nodiflorum*)Primula farinosa (*Primula farinosa*)

dominata dal coltellaccio maggiore (*Sparganium erectum* ssp. *neglectum*), che assume la fisionomia e la struttura di un canneto per le lunghe foglie emergenti della specie guida (*Glycerio-Sparganietum neglecti*).

**La vegetazione di torbiera.** Le particolari condizioni di freschezza microclimatica e di oligotrofia che si realizzano intorno alle polle di risorgiva hanno consentito la formazione e il mantenimento di letti torbosi, in genere non molto spessi, su cui si è impostata una vegetazione con caratteristiche di elevatissima originalità, tanto da poterla considerare quale realtà unica e irripetibile. È infatti in questi ambienti che, a seguito di eventi geologici, climatici e storici, si è realizzato un punto di confluenza fra flore aventi origine assai diversa tra loro, così che si riscontrano insieme entità di significato fitogeografico ben differenziato. Vi sono specie spiccatamente microterme, frequentemente presenti in

qua, i crescioni (*Apium nodiflorum* e *Nasturtium officinale*), la menta acquatica (*Mentha aquatica*), le veroniche d'acqua (*Veronica anagallis-aquatica*, *V. catenata*, *V. beccabunga*), il nontiscordardimé delle paludi (*Myosotis scorpioides*). Tutte queste specie tendono a produrre anche forme sommerse, analogamente a quanto già visto per la sedantina d'acqua; quando vivono sott'acqua, però, esse risultano sterili mentre è proprio nella vegetazione delle rive, dove esse si sviluppano in ambiente subaereo, che riescono a fiorire con successo. I crescioni e la sedantina d'acqua tendono ad assumere un ruolo dominante nella vegetazione e spesso crescono con tanta vigoria da escludere ogni altra pianta, costituendo così popolamenti puri, ascrivibili a diverse associazioni vegetali. Nonostante queste ultime siano generalmente presenti lungo i bordi dei corsi d'acqua, se la profondità lo consente, giungono a colonizzare anche l'alveo. Sempre in posizione marginale, ma collocandosi ove l'acqua risulta più profonda, compare la vegetazione

Erba doria (*Senecio doria*)Fiordaliso friulano (*Centaurea forojuliensis*)Eufrasia di Marchesetti (*Euphrasia marchesettii*)

ambienti analoghi sulla catena alpina e nelle regioni settentrionali che, giunte in pianura durante le glaciazioni, si sono potute mantenere unicamente in questi ambienti grazie alle già citate particolari caratteristiche di questi ultimi. Si tratta ad esempio della primula farinosa (*Primula farinosa*), della parnassia (*Parnassia palustris*), di alcune specie carnivore come l'erba unta bianca (*Pinguicula alpina*) e la rosolida (*Drosera rotundifolia*). A questo contingente di specie si associano entità proprie di territori termicamente più favoriti, immigrate dal bacino adriatico.

Si manifesta infatti una componente Sud-Est europea di cui fanno parte, ad esempio, la piantaggine palustre (*Plantago altissima*) e l'erba doria (*Senecio doria*). Di gravitazione ancor più spiccatamente meridionale sono infine le entità di ambito mediterraneo tra le quali si può citare l'orchidea di palude (*Orchis laxiflora*).

Se l'originalità fitogeografica di questi ambienti deriva in parte dalla coesistenza degli elementi floristici succitati, la loro unicità botanica si fonda invece sull'esistenza di entità endemiche, esclusive di queste aree. Questo fatto risulta ancora più notevole se messo a confronto con la condizione generale della flora della pianura interna, che ne risulta altrimenti pressoché priva.

Nell'intero paesaggio sorgivo padano esistono infatti cinque specie endemiche: l'erucastro friulano (*Erucastrum palustre*), lo spillone palustre (*Armeria helodes*), il fiordaliso friulano (*Centaurea forojuliensis*), l'eufrasia di Marchesetti (*Euphrasia marchesettii*) e la cala-





Pani di torba

L'elemento che condiziona in modo fondamentale il paesaggio delle risorgive è la comparsa degli ambienti di torbiera, cui si lega buona parte degli elementi di maggior interesse sistematico e fitogeografico.

Le torbiere costituiscono ambienti molto rari in pianura perché la loro sopravvivenza era legata a un impatto delle attività umane sul territorio meno intenso di quanto non si realizzi oggi. Questo permetteva l'esistenza di aree di pianura non utilizzate direttamente, le torbiere in senso stretto, e consentiva lo sfruttamento di ambienti torbicoli solo parzialmente trasformati, per sottoporli a pratiche agrarie poco redditizie, ma effettivamente compatibili con la conservazione di una quota molto rappresentativa della biodiversità vegetale originale. La possibilità di drenare e lavorare in profondità i suoli torbosi ha cambiato questa situazione, permettendo in molti casi di trasformare la vegetazione delle torbiere in colture arate ad alto reddito e cancellandone così in modo definitivo la specificità biologica.

La torbiera è fondamentalmente un ambiente conservativo, una situazione cioè in cui la materia organica prodotta dalla vegetazione tende nel tempo ad

accumularsi sul substrato. In altri termini, essa non segue il destino cui va normalmente incontro nei suoli drenati per opera degli organismi del suolo: non viene cioè trasformata in composti umici integrati nel suolo, né mineralizzata con la liberazione finale dei nutrienti e di anidride carbonica.

Anche la spontanea tendenza che la materia organica mostra ad ossidarsi decomponendosi in ambiente atmosferico risulta estremamente rallentata. Diversi sono i meccanismi che innescano questo processo di accumulo, ma in particolare due sono i fattori chiave. In primo luogo, condizioni di freschezza climatica garantiscono una miglior conservazione della sostanza organica morta e condizionano, rallentandola, l'azione dei microrganismi decompositori. In secondo luogo, l'abbondanza di acqua, che deve permeare il suolo e la materia organica depositata, blocca ulteriormente l'attività aerobica dei decompositori. Il tipo di vegetazione che si insedia in tali situazioni è poi condizionato dall'acidità e dalla composizione delle acque, in particolare dalla presenza o assenza di ioni calcio. Se le acque sono prive di calcio, nella vegetazione della torbiera tendono a predominare le briofite e tra esse gli sfagni.

Se le acque presenti sono invece ricche di sali di calcio, questo è il caso delle risorgive, le briofite sono costituite da muschi presenti in misura diversa, ma ad accumulare i banchi di torba sono, in generale, le piante vascolari, soprattutto appartenenti alle famiglie delle ciperacee, delle juncacee e delle graminacee. Le torbiere così costituite si definiscono "basse" perché hanno una superficie pianeggiante, al contrario delle torbiere "alte" di ambiente acido che, grazie all'accrescimento degli sfagni, tendono ad assumere forme convesse.

Le torbiere sono comunque caratterizzate da condizioni molto selettive per la

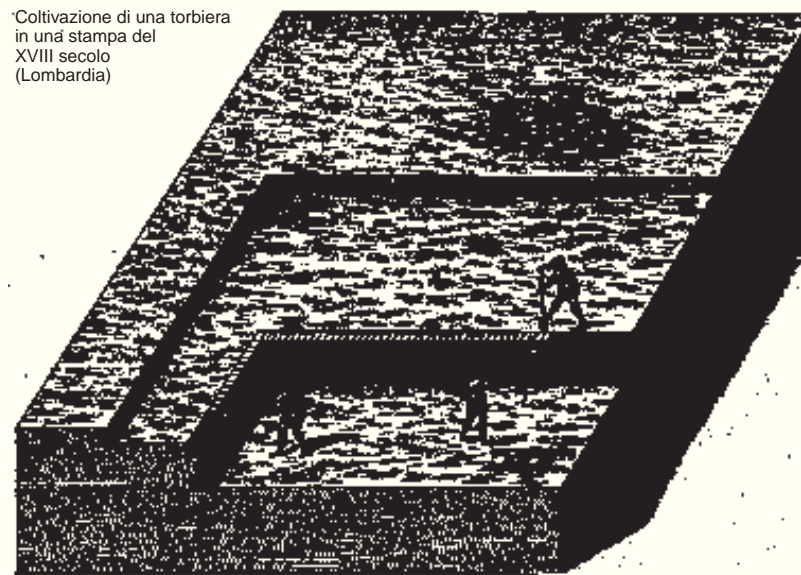
vegetazione che vi si insedia. Vi è una grande carenza di nutrienti (sali di azoto e fosforo) e ciò perché queste sostanze, che derivano normalmente dalla degradazione della materia organica, vi rimangono in gran parte prigioniere per la sua mancata decomposizione. Il substrato è costituito da una coltre di materia organica satura d'acqua e asfittica, presentando quindi condizioni difficili per gli apparati radicali. Solo un numero ristretto di piante vi si insedia con successo disponendo di adattamenti caratteristici tra i quali il più noto è la capacità di procurarsi composti azotati e fosfatici direttamente attraverso la predazione di piccoli animali. Questa peculiarità è propria delle cosiddette piante carnivore rappresentate nelle torbiere delle risorgive dalla rosolida o drosera a foglie rotonde (*Drosera rotundifolia*) e dall'erba unta bianca (*Pinguicula alpina*).

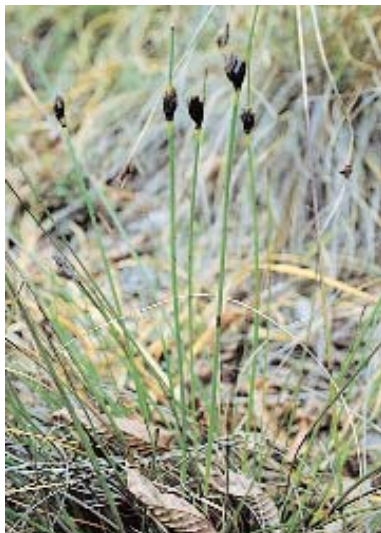
L'insieme di questi adattamenti tende

Drosera (*Drosera rotundifolia*) che cattura un insetto

però ad escludere drasticamente queste specie dagli ambienti meno estremi, le cui condizioni favorevoli vengono sfruttate in modo più efficiente da entità capaci di accrescimento più rapido e di maggior capacità di disseminazione.

\*Coltivazione di una torbiera in una stampa del XVIII secolo (Lombardia)



Giunco nero (*Schoenus nigricans*)Calamaria di Malinverni (*Isoetes malinverniana*)

maria di Malinverni (*Isoetes malinverniana*). Le prime due sono limitate al territorio friulano, mentre la terza si spinge anche, marginalmente, nella Pianura Veneta; l'eufrasia di Marchesetti presenta l'area di distribuzione più ampia, venendo a comprendere anche la Lombardia. Esclusiva della pianura a Ovest del fiume Ticino è infine la calamaria di Malinverni che, a differenza delle precedenti, non trova però collocazione negli ambienti di torbiera, ma nelle acque correnti rapide di risorgiva.

Tutt'attorno alle polle di risorgiva si sviluppa, su un suolo fortemente imbibito d'acqua, la vegetazione di torbiera propriamente detta. Essa è rappresentata dalla prateria paludosa a erucastro friulano e giunco nero (*Schoenus nigricans*), specie dalle quali l'associazione vegetale prende appunto il nome fitosociologico di *Erucastro-Schoenetum nigricantis*.

Il giunco nero è la specie dominante e che, come si usa dire, rappresenta l'elemento edificatore della torbiera, la specie cioè che definisce la struttura della comunità e che contribuisce in maggior misura alla produzione della materia organica destinata, nel tempo, in parte alla degradazione e in parte all'accumulo sotto forma di sedimento torboso.

Tra i cespi di giunco nero trovano il loro ambiente elettivo molte tra le entità elencate in precedenza, cui se ne associano altre graminoidi, più frequenti come la molinia (*Molinia coerulea*) e la carice di Davall (*Carex davalliana*), o più rare quali la sesleria delle paludi (*Sesleria uliginosa*). Ancora frequenti sono le entità a

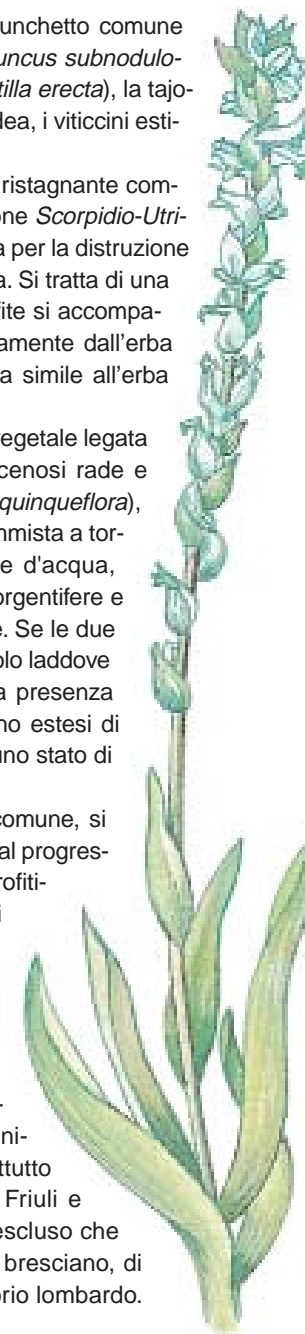
portamento giunchiforme tra cui in particolare il giunchetto comune (*Holoschoenus vulgaris*) e il giunco a fiori ottusi (*Juncus subnodulosus*). Sono poi ancora presenti la tormentilla (*Potentilla erecta*), la tajo-la comune (*Tofieldia calyculata*) e una piccola orchidea, i viticini estivi (*Spiranthes aestivalis*, vedi disegno).

Ecologicamente legata alle piccole pozze di acqua ristagnante comprese nella torbiera bassa è la rarissima associazione *Scorpidio-Utricularietum minoris*, ormai quasi ovunque scomparsa per la distruzione della maggior parte dei siti in cui era stata segnalata. Si tratta di una vegetazione sospesa a mezz'acqua in cui alle briofite si accompagna una componente vascolare costituita esclusivamente dall'erba vescica minore (*Utricularia minor*), pianta carnivora simile all'erba vescica ma più piccola in ogni sua parte.

Un'altra espressione rara e minore della copertura vegetale legata all'ambiente di torbiera è rappresentata dalle fitocenosi rade e frammentarie a giunchina a cinque fiori (*Eleocharis quinqueflora*), impostate sui piccoli depositi di sabbia calcarea frammista a torba, soggetti a una evidente continua circolazione d'acqua, come avviene ad esempio ai margini delle cavità sorgentifere e lungo i piccoli emissari e le rogge da questi formate. Se le due comunità vegetali appena descritte si conservano solo laddove si mantengano condizioni di spiccata oligotrofia, la presenza nell'ambito della torbiera di popolamenti più o meno estesi di carice spondicola (*Carex elata*), testimonia invece uno stato di maggiore eutrofizzazione locale dell'ambiente.

L'*Erucastro-Schoenetum nigricantis*, nel caso più comune, si instaura a seguito dell'interramento naturale dovuto al progressivo accumulo di torba, rimpiazzando le cenosi idrofite che o in maniera diretta, come nel caso delle polle di piccole dimensioni, o avendo come elemento intermedio l'associazione a falasco di palude, che forma di solito una cintura attorno alle cavità sorgentifere di medie o grandi dimensioni.

L'associazione a erucastro friulano e giunco nero rappresenta attualmente una comunità estremamente rara e localizzata mentre, almeno fino agli inizi degli anni '60, era relativamente diffusa, soprattutto nella bassa friulana. Il suo areale comprende il Friuli e pochissime località del Veneto. Sebbene non sia escluso che un tempo quest'associazione si spingesse fino al bresciano, di essa non ne resta oggi comunque traccia in territorio lombardo.





Salice cenerino (*Salix cinerea*)Frangola (*Frangula alnus*)

**La vegetazione arbustiva e arborea.** Anche l'associazione a erucastro friulano e giunco nero mostra una naturale tendenza verso un progressivo affrancamento dalla condizione palustre che favorisce l'ingresso di essenze legnose a portamento arbustivo.

Si assiste perciò alla formazione di una boscaglia igrofila dominata dal salice cenerino (*Salix cinerea*) e dalla frangola (*Frangula alnus*). Il *Salicetum cinereae* sembra essere in questi casi l'associazione di riferimento, tuttavia esso è riscontrabile con individui ben connotati sociologicamente solo lungo i corsi d'acqua di una certa rilevanza, essendo altrove contrastato nel suo sviluppo dall'uomo.

Nel processo naturale di evoluzione della vegetazione gli arbusteti tendono a precedere l'insediamento delle fitocenosi forestali vere e proprie. In questo caso si dovrebbe allora insediare il bosco paludoso dominato da ontano nero (*Alnus glutinosa*).

Sulla base dei limitati dati disponibili, provenienti dalla pianura veneta, è difficile giungere alla formulazione di un modello fitosociologico esaustivo di descrizione, è però possibile indicare alcune delle specie costituenti. Sotto la copertura arborea, costituita in modo pressoché esclusivo dal solo ontano nero, si riscontra la presenza di alcune entità con portamento arbustivo tra cui l'olmo campestre (*Ulmus minor*), la sanguinella (*Cornus sanguinea*), la berretta da prete (*Euonymus europaeus*) e il pallon di maggio (*Viburnum opulus*). Il sotto-

Ontano nero (*Alnus glutinosa*)

bosco erbaceo, alla cui copertura concorrono soprattutto la carice tagliente (*Carex acutiformis*) e l'equiseto massimo (*Equisetum telmateja*), presenta alcune entità igrofile di impronta nemorale (di bosco umido e fitto) quali la felce palustre (*Thelypteris palustris*) e la carice remota (*Carex remota*). La frammentazione e il disturbo cui questa vegetazione è soggetta viene evidenziato dall'ingresso di entità del margine forestale quali il rovo (*Rubus caesius*) e il tamaro (*Tamus communis*), oltre che dalla proliferazione spesso eccessiva di edera (*Hedera helix*).

Purtroppo il drastico prelievo di legname avvenuto in passato, unitamente alle operazioni di bonifica, hanno fatto sì che non si siano conservate estensioni rappresentative di questa vegetazione, come è invece avvenuto, sia pure in modo solo poco più che frammentario, in alcune località del settore occidentale della Pianura Padana.

**La vegetazione seminaturale.** L'impatto antropico sulla vegetazione naturale di torbiera può portare alla costituzione di fitocenosi diverse a seconda del tipo e dell'intensità delle pratiche colturali adottate. I termini più spinti della trasformazione di questi ambienti sono comunque le colture arate che, in effetti, rappresentano l'attuale elemento dominante del paesaggio. Su queste non ci si sofferma, in quanto si tratta ormai di vegetazione del tutto svincolata dalle condizioni ambientali caratteristiche del paesaggio delle risorgive e il cui contenuto floristico e l'assetto vegetazionale altri non sono che quelli banali e ripetitivi del contesto generale della pianura.

Ben altro significato possiedono invece le comunità vegetali seminaturali, quelle fitocenosi cioè che, pur avendo origine artificiale, mantengono di fatto una composizione floristica definita da entità proprie della flora spontanea locale. Queste comunità mostrano una notevole articolazione dovuta all'esistenza di pratiche colturali diversificate per tipologia e durata in funzione della vegetazione di partenza.

In passato, in un contesto agricolo a conduzione eminentemente familiare, la necessità di ricavare ampie aree da destinare a prato stabile ha fatto sì che molte delle superfici occupate dalla vegetazione di torbiera venissero trasfor-



Gladiolo palustre (*Gladiolus palustris*)Genziana mettimborsa (*Gentiana pneumonanthe*)

mate soprattutto in prati produttivi a molinia (*Plantagini altissimae-Molinietum coeruleae*), attraverso operazioni di drenaggio moderato protratte nel tempo e la pratica dello sfalcio periodico. Il fieno così ottenuto, oltre a fornire un foraggio di mediocre qualità, fungeva anche da lettiera (strame) per il bestiame.

Nel suo aspetto più tipico questa associazione presenta un cotico erboso continuo, all'interno del quale i cespi di molinia non assumono una fisionomia particolare; l'aspetto complessivo è quindi quello di un prato floristicamente ricco e caratterizzato da molteplici fioriture scalate nel tempo. Nella sua immagine primaverile-estiva spiccano le fioriture dei ranuncoli, di ginestra minore (*Genista tinctoria*), di pigamo lucido (*Thalictrum lucidum*), di gladiolo palustre (*Gladiolus palustris*), insieme a quelle di alcune ombrellifere come il carvifoglio palustre (*Selinum carvifolia*) e il laserpizio pimpinellino (*Laserpitium prutenicum*). Nella stagione estivo-autunnale si manifestano invece le fioriture rosso-vinose di cerretta comune (*Serratula tinctoria*), quelle bianco-rosate di aglio odoroso (*Allium suaveolens*) e infine quelle blu della genziana mettimborsa (*Gentiana pneumonanthe*). Questa prateria è impostata su suoli che, pur conservando una matrice torbosa ben rappresentata, a seguito delle pratiche di drenaggio hanno subito un processo di mineralizzazione della sostanza organica abbastanza accentuato.

Al contrario, su suoli più marcatamente torbosi e impregnati d'acqua, tanto da poter essere anche soggetti a fasi temporanee di inondazione, il moliniato

La pianura nord-orientale rappresenta in termini biogeografici il punto di incontro di più territori diversi e questo si manifesta nella coesistenza di contingenti floristici caratterizzati da differenti distribuzioni geografiche. Questo è vero per il paesaggio vegetale generale, ma si realizza su scala molto minore anche all'interno della vegetazione delle risorgive, che dall'incontro di questi diversi elementi trae uno dei motivi della propria ricchezza floristica.

Una componente importante è data dalle specie a gravitazione orientale: si tratta in particolare di entità la cui distribuzione è incentrata nella regione carpatico-danubiana dell'Europa sud-orientale.

Quali esempi possono essere citate piante presenti nei moliniati quali l'erba doria (*Senecio doria*), la piantaggine palustre (*Plantago altissima*), il pigamo lucido (*Thalictrum lucidum*) e l'aglio odoroso (*Allium suaveolens*).

Un secondo contingente significativo è costituito da specie a distribuzione meridionale, il cui areale gravita intorno al bacino del Mare Mediterraneo. Tra esse possono essere ricordati il giunchetto comune (*Holoschoenus vulgaris*) e l'orchidea di palude (*Orchis laxiflora*).

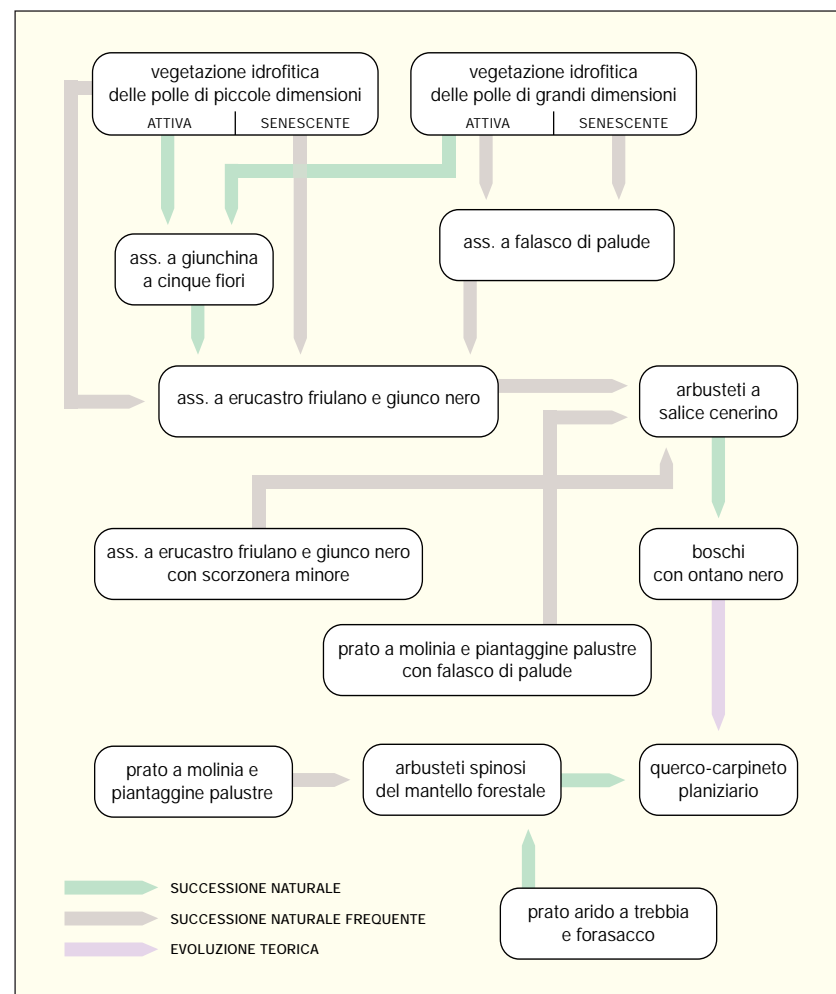
Si è già detto che l'elevata biodiversità vegetale delle risorgive è connessa a questa ricchezza di componenti fitogeografiche, ma si può concludere che proprio questa condizione di complesso assortimento floristico ne caratterizza in modo significativo la vegetazione.

I prati torbosi e le torbiere delle risorgive acquisiscono così, per la presenza degli elementi meridionali e sud-orientali, un carattere di originalità assoluta, che la distinguono dalle fitocenosi affini presenti nel resto dell'Europa.

Aglio odoroso (*Allium suaveolens*)Orchidea di palude (*Orchis laxiflora*)

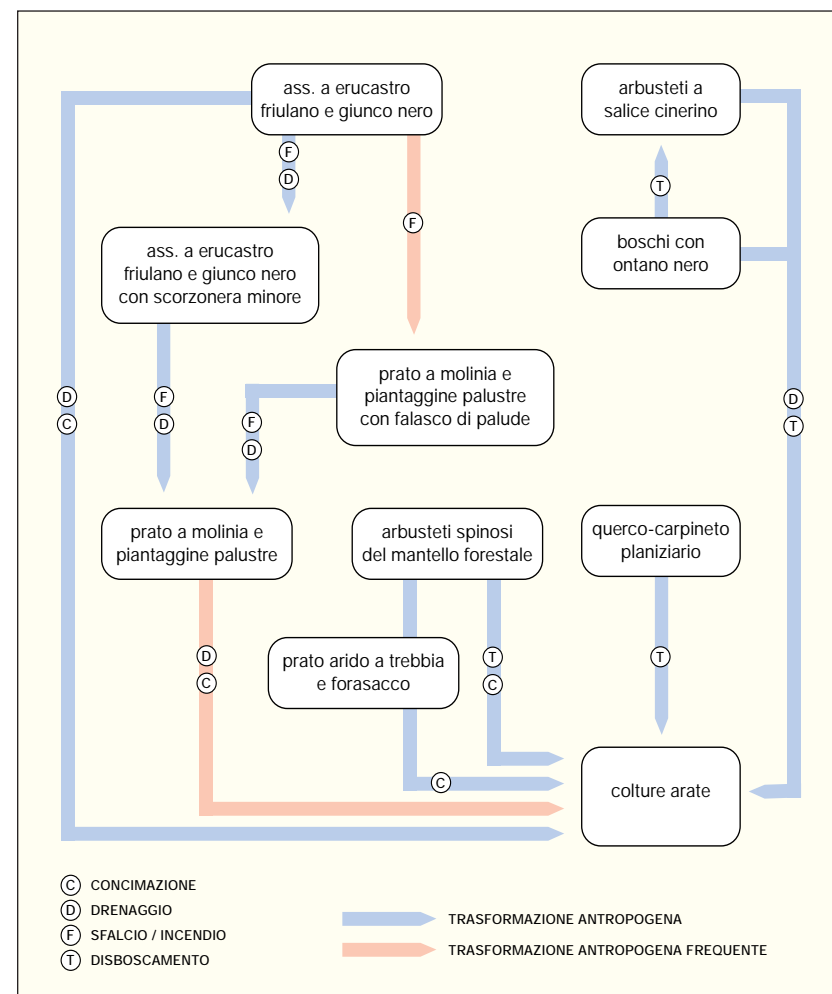
assume una fisionomia a cotico discontinuo caratterizzata dai grandi cespi di molinia, separati da un reticolo di avvallamenti che ospitano il maggior numero delle altre specie, in parte comuni alla associazione a erucastro friulano e giunco nero. Tra le altre si possono citare l'erba doria, il falasco di palude, l'equisetum fluviatile (*Equisetum fluviatile*), il cardo di palude (*Cirsium palustre*) e la sesleria delle paludi.

La complessità botanica del paesaggio delle risorgive è anche legata alla sua

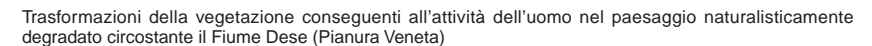
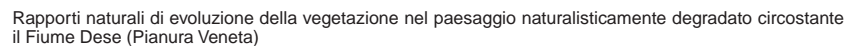


Rapporti naturali di evoluzione della vegetazione nel paesaggio delle risorgive friulane

articolazione geomorfologica che permette l'accostamento di tipi di vegetazione molto differenziati e in parte del tutto svincolati dalla presenza di una falda acquifera prossima alla superficie. Ciò si verifica per esempio in corrispondenza di piccoli rilievi interpretabili come antichi dossi di probabile origine fluviale, in cui il suolo si presenta ricco di scheletro calcareo e, conseguentemente, molto drenato. Si realizzano perciò, in questi casi, condizioni localizzate di marcata aridità, che contrastano fortemente con le caratteristiche generali dell'am-



Trasformazioni della vegetazione conseguenti all'attività dell'uomo nel paesaggio delle risorgive friulane



distribuzione geografica si incentra nelle regioni continentali interne dell'Europa orientale e dell'Asia occidentale. Al pari dei moliniati, anche questi prati magri costituiscono una vegetazione seminaturale e un tempo risultavano regolarmente falciati per ottenere foraggio; questa pratica, che ne garantisce l'esistenza, viene ormai mantenuta soltanto in pochissimi casi.

La caduta in disuso delle tradizionali pratiche colturali ha fatto sì che tutti questi ultimi tipi vegetazionali siano divenuti assai raramente osservabili in tutta l'area. Per quanto riguarda il moliniato, il suo aspetto più comune è quello maggiormente igrofilo dalla caratteristica struttura a grossi cespi di molinia. Esso deriva dalla sostituzione dell'associazione di torbiera a erucastro friulano e giunco nero quando questa viene sottoposta a periodici incendi. Tale usanza è diffusa soprattutto al fine di contrastare il naturale processo di inarbustimento e comporta non solo un blocco dell'evoluzione strutturale della vegetazione ma implica anche un arricchimento in nutrienti del suolo. Quest'ultima condizione favorisce la diffusione e lo sviluppo delle specie legate alla costituzione del moliniato e in particolare proprio della molinia, entità che bene si adatta a questa pratica. In caso di abbandono di questi prati, il dinamismo si traduce nella costituzione di cenosi nemorali la cui tipologia dipende dal particolare tipo di moliniato. L'evoluzione del moliniato a falasco di palude (*Plantagini-Molinietum cladietosum*) è analoga a quella dell'*Erucastro-Schoenetum* anche se, in questo caso, i tempi di insediamento del bosco igrofilo risultano notevolmente più brevi. Nel moliniato soggetto a pratiche regolari di sfalcio (*Plantagini-Molinietum typicum*), legato a suoli più evoluti e drenati, si assiste invece alla costituzione dapprima di cenosi arbustive riferibili ai *Prunetalia*, soprattutto con il *Salici-Viburnetum opuli*, e come termine ultimo, del bosco mesoigrofilo.

**L'endemismo nelle risorgive nord-orientali.** Le specie endemiche sono entità la cui distribuzione geografica è molto limitata. L'endemismo è un fenomeno complesso, relativamente al quale i biogeografi hanno prodotto categorizzazioni e interpretazioni molto articolate. Ricorrendo a drastiche semplificazioni si può dire che gli endemiti appartengono a due categorie antitetiche: endemiti antichi e endemiti recenti. I primi hanno distribuzioni ristrette come conseguenza di processi di riduzione progressiva di areali precedentemente più ampi (endemismo relittuale), i secondi hanno distribuzioni ridotte perché si sono differenziati da poco tempo e hanno appena iniziato ad espandere il proprio areale. In entrambi i casi la forte localizzazione territoriale rende gli endemiti elementi di biodiversità irripetibili. Quando poi la loro distribuzione risulti in assoluto molto ristretta e non si collochi in ambienti di per sé garantiti tale originalità biologica è anche facilmente messa in pericolo dalle trasformazioni territoriali che, intervenendo su aree molto limitate, possono mettere a rischio di estinzione le specie endemiche. La genesi dell'endemismo è di norma legata



Erucastro friulano (*Erucastrum palustre*)



Spillone palustre (*Armeria helodes*)

alla presenza di barriere che hanno permesso la conservazione delle popolazioni o il loro differenziamento in condizioni di isolamento. Per questo nella Pianura Padana, che è aperta e priva di ostacoli rilevanti e offre condizioni ambientali generalmente favorevoli, il numero di specie endemiche presenti è estremamente ridotto, a differenza ad esempio di ciò che avviene nella fascia prealpina.

Come si è visto, la vegetazione delle torbiere legate alle risorgive presenta ben quattro specie di piante vascolari endemiche e questo, nel contesto padano, è un fatto del tutto eccezionale. Tutte le specie sono considerate endemiche recenti e la loro origine è legata al confinamento delle popolazioni nelle torbiere planiziarie. Queste si sono comportate da vere e proprie isole che presentavano condizioni ecologiche molto divergenti da quelle abituali della pianura. A una situazione generale di clima temperato corrispondono, nelle torbiere, condizioni microclimatiche particolarmente fresche per la ricchezza di acque fredde di risorgiva; alla presenza in pianura di suoli e acque con buona o elevata disponibilità di nutrienti si oppongono le condizioni di oligotrofia delle acque di risorgiva e quelle dovute alla specificità dei suoli torbosi. Erucastro friulano (*Erucastrum*

*palustre*) e spillone palustre (*Armeria helodes*) sono le specie distribuite sulle superfici più ridotte, stimate rispettivamente in 140 ha e 120 ha circa, collocate unicamente all'interno della fascia delle risorgive friulane. La prima specie fu descritta nel 1855 da Pirona, la seconda nel 1987 da Martini e Poldini. Lo stesso Poldini, dieci anni innanzi, aveva pubblicato la prima descrizione di fiordaliso friulano (*Centaurea forojuliensis*) che, riferito inizialmente alla sola zona delle risorgive friulane, in seguito venne ritrovato progressivamente più a occidente



Uno dei fenomeni che caratterizzano in modo rilevante la vegetazione delle risorgive della pianura nord-orientale è la presenza, a quote piuttosto ridotte, di specie presenti normalmente ad altitudini superiori e quindi distribuite soprattutto sulla catena alpina. Questo fenomeno, detto dealpinismo, non risulta esclusivo della vegetazione delle torbiere e dei prati torbosi, in quanto si realizza in modo sensibile anche in riferimento ai resti di foresta planiziarica a farnia, olmo e carpino bianco.

È però proprio nell'ambito delle fitocenosi delle risorgive che queste specie si esprimono in modo così importante da assumere un ruolo di dominanza. Questo è ad esempio il caso della carice di Davall (*Carex davalliana*), specie che costruisce e caratterizza la vegetazione delle torbiere basse di ambiente calcareo, presente con molta maggior frequenza in ambito alpino dove raggiunge anche i 2 500 m slm. Alla stessa vegetazione appartengono anche i pennacchi a foglie larghe (*Eriophorum latifolium*) che imbiancano d'estate in modo caratteristico le paludi torbose alpine, la rara sesleria delle paludi (*Sesleria uliginosa*) e la carice a becco curvo (*Carex lepidocarpa*). Dealpinizzate sono anche alcune specie la cui fioritura vistosa può ricordare quella che associamo agli analoghi ambienti alpini; è il caso della primula farinosa (*Primula farinosa*) dai fiori rossi e della candida parnassia (*Parnassia palustris*).

Nel contesto della vegetazione torbicola una delle due piccole piante carnivore presenti, l'erba unta bianca (*Pinguicula alpina*), costituisce ancora un buon esempio di questo fenomeno. Anche nei prati torbosi si ritrovano alcuni esempi di dealpinismo: è il caso della tajola comune (*Tofieldia calyculata*) e della manina profumata (*Gymnadenia odoratissima*), un'orchidea pre-

sente normalmente ad altitudini superiori ai 1 000 m slm.

Questa dislocazione altitudinale è legata alle vicissitudini climatiche quaternarie che, in corrispondenza del verificarsi delle espansioni glaciali e in particolare di quella würmiana, hanno implicato la discesa in pianura delle specie della flora montana. Queste si sono conservate nelle risorgive in quanto hanno trovato microclimi sufficientemente freschi, garantiti dall'abbondante e costante risorgenza di acque fredde.

Nel caso delle torbiere, oltre alla conservazione di sparsi elementi floristici si è avuto in effetti lo sviluppo di intere fitocenosi, certamente non identiche a quelle alpine, ma con forti elementi di analogia rispetto ad esse.



Erba unta bianca (*Pinguicula alpina*)

fino alla pianura veneta. L'eufrasia di Marchesetti (*Euphrasia marchesettii*) ha una storia un po' più antica. La sua descrizione ad opera di von Wettstein risale al 1897 e compare all'interno della *Flora di Trieste* di Marchesetti. All'inizio del XX secolo essa fu segnalata per i prati torbosi della pianura bresciana, da cui pare oggi completamente scomparsa per la distruzione degli stessi, e poi negli anni '80 ancora più a occidente nelle praterie a molinia sulle rive del Lago di Alserio in provincia di Como. Pur non volendo indulgere a un catastrofismo gratuito nel prevedere il destino di tali entità, deve essere rilevato come in uno studio recente sull'erucastro friulano venga fatto un sintetico bilancio della variazione della superficie del suo areale tra la metà degli anni '60 e la fine degli anni '80 e la conclusione è che esso si è ridotto a poco più della metà dell'estensione originaria.

### ■ La vegetazione delle risorgive nella Pianura Padana centro-occidentale

Nella Pianura Padana centro-occidentale, all'esistenza di condizioni fisico-idrologiche che ben identificano la fascia delle risorgive non trova corrispondenza un'articolazione complessa del paesaggio vegetale paragonabile a quella definita per la pianura nord-orientale.

Se e quanto le motivazioni di ciò abbiano radici in una dissimmetria del paesaggio planiziarico dovuta a ragioni effettivamente naturali è difficile a ricostruirsi. Quello che si può sicuramente affermare è che l'intensità delle trasformazioni intervenute nella pianura centro-occidentale è stata maggiore e che ancora l'opera di domesticazione del paesaggio ha avuto effetti fortemente pervasivi sin da un'epoca piuttosto antica. Le grandi bonifiche, di prima origine monastica, che hanno introdotto la pratica della marcita per la produzione del foraggio e la coltura del riso, hanno fatto sì che il complesso di vegetazioni igrofile legate all'emergenza delle acque di risorgiva da molto tempo sia stato sostituito da colture agrarie e che esse sopravvivano quindi solo negli ambienti strettamente acquatici. La captazione delle acque di risorgiva è una realtà molto antica e conseguentemente la dinamica naturale delle polle praticamente non esiste più. La cavità sorgentizia naturale è sostituita da una testa di fontanile in cui l'aspetto e la composizione floristica della vegetazione sono essenzialmente regolate dalla frequenza delle operazioni di spurgo che vi venivano condotte. Nella gestione tradizionale del territorio esisteva infatti una gestione attenta delle acque di fontanile, che mirava tanto a rendere disponibili per l'irrigazione le acque di risorgiva quanto ad evitare l'impaludamento del territorio, mediante cicliche riescavazioni della testa di fontanile che asportavano la vegetazione insieme al sedimento organico che lentamente si era depositato sul fondo. La copertura vegetale più frequente, nei fontanili della pianura lomellina o milanese da poco ripuliti, è la comunità ad elofite dominata da crescioni (*Nasturtium*



Lenticchia d'acqua (*Lemna minor*)Ceratofillo comune (*Ceratophyllum demersum*)

*officinale*) e *Apium nodiflorum*, che si distribuisce in “zatteroni” più compatti ai bordi e diradati verso la zona centrale. Tra questi, alla superficie, galleggia la lenticchia d'acqua (*Lemna minor*) e possono affermarsi anche specie sommerse quali le brasche (*Potamogeton perfoliatus*, *P. nodosus*, *P. lucens*, *Groenlandia densa*) e ancora la lenticchia d'acqua spatolata (*Lemna trisulca*).

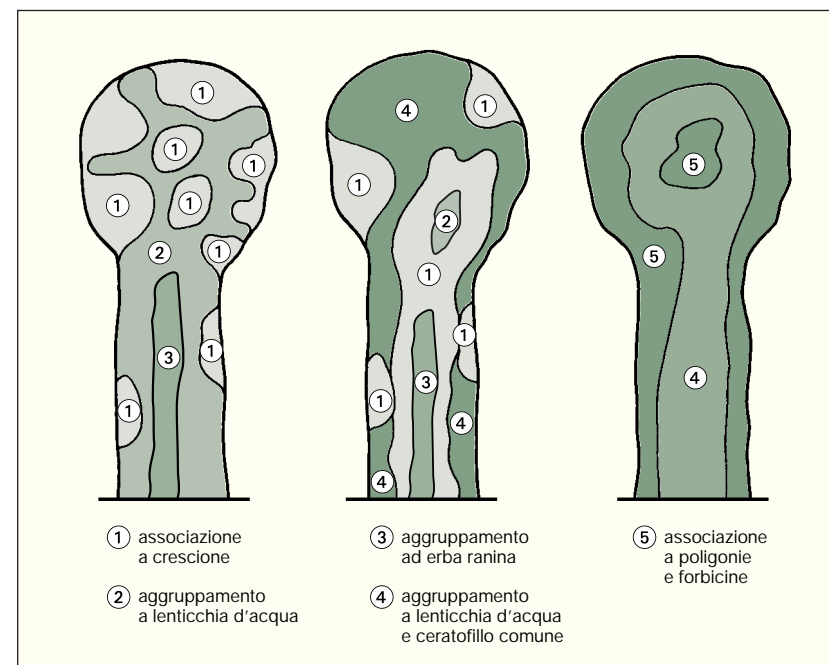
Con il progressivo abbandono delle opere di manutenzione le polle che alimentano la testa di fontanile tendono a ostruirsi per costipazione. Gli effetti del rallentamento della corrente sono la progressiva emarginazione della vegetazione a crescita e il contemporaneo consolidarsi della copertura vegetale di lenticchia d'acqua, sotto la quale si afferma progressivamente il ceratofillo comune (*Ceratophyllum demersum*), ben adattato a condizioni di scarsa luminosità.

La riduzione drastica dell'alimentazione idrica implica che la testa di fontanile divenga una cavità con acqua quasi stagnante e che durante la stagione estiva possa andare incontro a fasi di asciutta prolungata. Resiste ancora in via residuale, nelle parti più depresse, la copertura di lenticchie d'acqua e ceratofillo comune, ma progressivamente tutto l'ex fontanile viene invaso dalla vegetazione annuale dominata da poligoni (genere *Polygonum*) e forbicine (genere *Bidens*).

Tale trasformazione, oltre ad evidenziare il progressivo affrancamento dalla condizione propriamente acquatica della vegetazione, riflette anche il pro-

gressivo aumento del tenore di nutrienti legato al loro mancato allontanamento ad opera della corrente e al prevalere degli apporti idrici superficiali provenienti dal territorio circostante coltivato.

I canali che raccolgono le acque di risorgiva tendono a ospitare una vegetazione abbastanza strettamente apparentata con quella delle teste di fontanile. Nelle fasce laterali con acqua poco profonda dei canali della Lomellina sono ancora i crescioni a costruire caratteristiche zolle di vegetazione elofitica, mentre nel filone centrale di corrente sono prevalentemente le specie di erba ranina (genere *Callitriche*) a dominare la copertura vegetale. Con il progressivo allontanarsi dalla testa del fontanile e quindi con la graduale commistione con le acque superficiali, la vegetazione d'acqua corrente tende a perdere la propria specificità e ad allinearsi con quella degli ambienti di acque correnti della pianura, più calde e più ricche di nutrienti. Tendono perciò ad assumere un ruolo dominante sulle specie precedenti nuove entità tra cui la vallisneria (*Vallisneria spiralis*), la brasca crespa (*Potamogeton crispus*) e l'esotica peste d'acqua (*Elodea canadensis*). Si viene così a creare una nuova associazione vegetale idrofittica a brasche e vallisneria (*Potamo-Vallisnerietum*) la cui affer-



Distribuzione della vegetazione in una testa di fontanile della Lomellina, in funzione del progressivo abbandono delle pratiche di pulitura

mazione segna la definitiva uscita dall'ambiente di risorgiva.

Nella pianura compresa tra l'Adda e il Mincio, nelle teste di fontanile attive, risulta dominante la sedanina d'acqua (*Berula erecta*) cui si accompagnano con ruolo subordinato le entità già osservate in riferimento alla vegetazione elofitica e idrofittica delle risorgive della pianura orientale; si riscontra perciò nuovamente l'associazione *Beruletum submersae*, che costituisce, in riferimento a questi ambienti, il modello vegetazionale più comune in tutta la pianura. Tale convergenza in merito a composizione floristica ed assetto vegetazionale si osserva anche in riferimento alla vegetazione dei corsi d'acqua di risorgiva, che può essere assimilata a quella già descritta per la Pianura Veneto-Friulana.

Un aspetto significativo che risulta osservabile nella Pianura occidentale è invece quello riferibile alle vegetazioni arboree paludose a ontano nero. Sono in realtà dei rari frammenti dispersi nella pianura lomellina e presenti in corrispondenza delle aree palustri di risorgenza delle acque. Si tratta di piccole estensioni forestali univocamente dominate dall'ontano nero, con coperture assai elevate e con la presenza non frequentissima di salice bianco (*Salix alba*). Sotto di essi trovano spazio alcuni arbusti quali il salice cenerino e il sambuco nero (*Sambucus nigra*), che si presentano comunque con ruolo nettamente subordinato. Il suolo si è spesso allagato e mostra una colorazione nerastra per il forte



Il fiume Stella (Friuli)



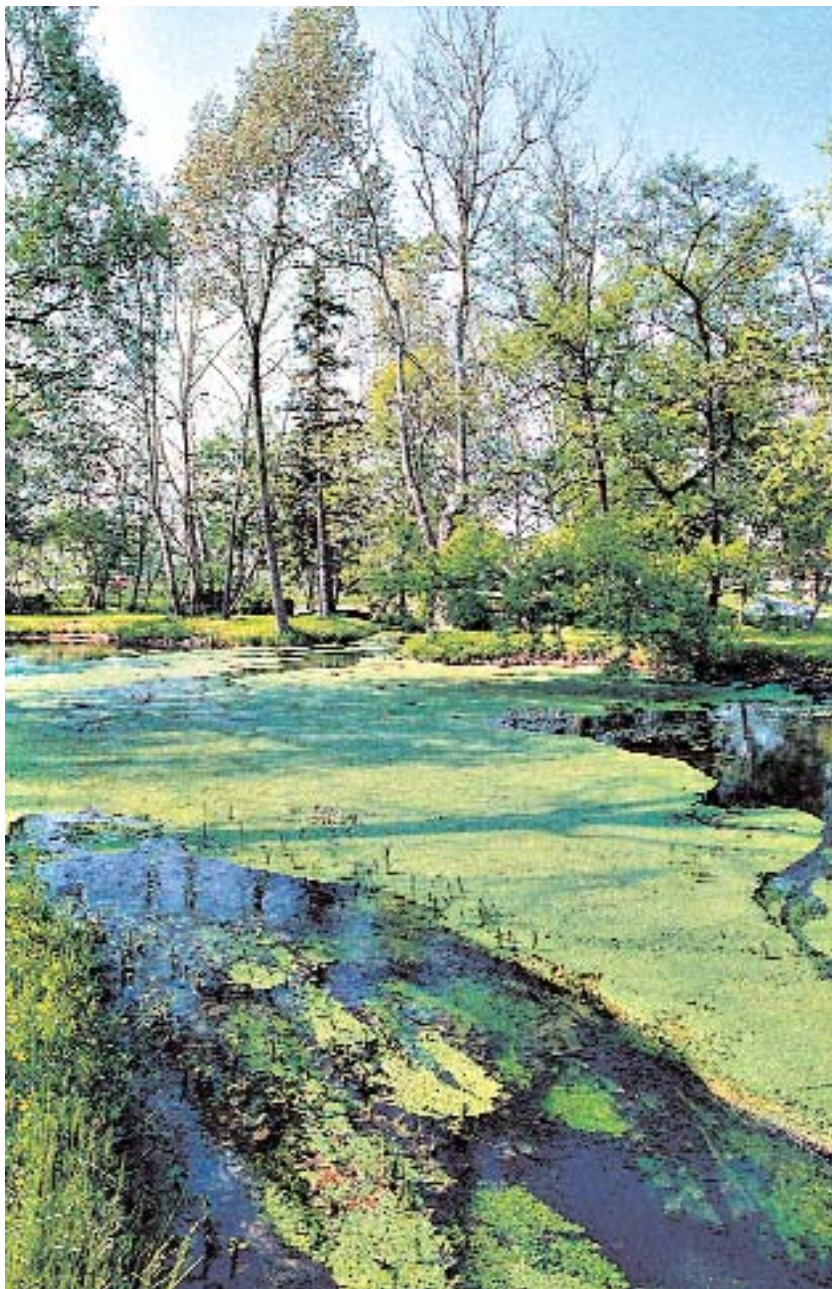
Felce maschio (*Dryopteris filix-mas*)

accumulo di materia organica in via di decomposizione. Lo strato erbaceo presenta coperture piuttosto elevate cui contribuisce soprattutto la carice tagliente (*Carex acutiformis*), specie dalla valenza ecologica ampia, che spazia dalle situazioni nemorali a quelle più francamente palustri, ben sopportando anche un certo grado di disturbo antropico. Ad essa si associano in quantità minori la carice brizolina (*Carex brizoides*) e la salcerella comune (*Lythrum salicaria*). Una nota tipica nell'aspetto del sottobosco è anche data da una presenza abbondante di felci, tra cui possono essere annoverate la felce maschio (*Dryopteris filix-mas*) e la congenere felce certosina (*Dryopteris carthusiana*). Tali ontaneti sono stati inquadrati nell'associazione



Fontanile presso Cossirano (Lombardia)





*Carici elongatae-Alnetum glutinosae* che prende il nome dall'albero dominante e dalla carice allungata (*Carex elongata*), specie strettamente legata a questo tipo di vegetazione, la cui attuale rarità è conseguenza proprio della progressiva scomparsa dei carici-alnieti.

**L'endemismo nelle risorgive occidentali.** Se gli ambienti legati alle risorgive nella pianura nord-orientale ospitano un numero rilevante di piante endemiche, ciò non pare altrettanto vero per la porzione occidentale della Pianura Padana. L'unica pianta vascolare endemica che vi si presenta è la calamaria di Malinverni (*Isoetes malinverniana*, vedi disegno). Si tratta di una pteridofita acquatica che vive del tutto sommersa nelle acque correnti veloci dei corsi d'acqua di risorgiva. Il suo aspetto è dominato dalle foglie lineari verdi cupe che raggiungono lunghezze rilevanti (fino anche a 80 cm) e che si agitano nell'acqua spinte dalla corrente. L'anatomia della foglia è caratteristica e presenta una sezione trasversale ad "8" per l'esistenza di due ampi canali aeriferi. La base della pianta è infissa solidamente nel fondale e porta le basi slargate delle foglie sovrapposte le une alle altre, a formare una sorta di bulbo ingrossato. La storia della conoscenza botanica di questa pianta

è abbastanza curiosa: se oggi infatti viene considerata a buon titolo una specie endemica della pianura piemontese e lombarda a Ovest del fiume Ticino, nell'epoca appena successiva alla sua scoperta (avvenuta nel 1858) fu piuttosto creduta una specie acquatica esotica introdotta nella pianura in seguito alla coltivazione del riso, tanto che illustri botanici centro-europei avevano indirizzato la ricerca di questa specie in Asia orientale. Di fatto la specificità degli ambienti in cui questa pianta vive, da cui evadeva solo occasionalmente per entrare negli ambienti di risaia, e la tendenza a non formare consorzi vegetali con altre specie di idrofite, sono stati interpretati quali indici di una condizione relictiva. Essa viene perciò ritenuta una entità antica appartenente alla flora preglaciale, la cui ristretta distribuzione odierna costituisce un esito dei grandi cambiamenti climatico-ambientali del Quaternario.

