

## BIOINDICATORI: UN NUOVO METODO

In questa appendice sono riportate le fasi del lavoro che ha consentito di studiare la qualità dei fontanili attraverso due tipi di indicatori:

- la vegetazione riparia dei fontanili
- i Gammaridi, particolari tipi di crostacei tipici delle acque dolci e salate e di habitat umidi.

Sono riportati anche i dati delle analisi chimiche, che sono serviti per confermare e spiegare con maggiore dettaglio i risultati biologici.

### FASE 1- SOPRALLUOGHI

E' stata verificata la georeferenziazione e rappresentazione dei fontanili su una mappa 1:10000 fornita dalla Regione Lombardia. Ciò è servito a individuare il numero di teste e di occhi di ciascun fontanile e correggere eventuali errori nella rappresentazione (errore nel numero, nella localizzazione, ecc.).

Le tabelle sottostanti riportano le coordinate dei fontanili oggetto dello studio, oltre ad alcune informazioni sullo stato di conservazione della risorgiva e della vegetazione riparia e sulla pressione antropica esercitata dall'immediata vicinanza di campi coltivati.

**Tabella 1. Alcune caratteristiche dei fontanili studiati: Acquarossa**

<b>N. del fontanile 1</b> (Acquarossa sud)
<b>Gruppo di appartenenza</b> Acquarossa
<b>Comune di appartenenza:</b> Torlino Vimercati
<b>Coordinate geografiche:</b> 45° 25' 30.88" N 9° 35' 49.95" E
<b>N. di occhi:</b> 1
<b>Larghezza della testa:</b> 2 m
<b>Profondità dell'acqua:</b> 20 cm (23/09/08) corrente
<b>Emergenze naturali</b> no (tino di cemento)
<b>Stato di conservazione:</b> buono
<b>Descrizione delle rive:</b> fascia riparia ristretta (1 m), testa con sponda in cemento, molto antropizzato. Sulla riva destra, corre la strada, sulla sinistra campo di mais.
<b>N. del fontanile 2</b> (Acquarossa di mezzo)
<b>Gruppo di appartenenza</b> Acquarossa
<b>Comune di appartenenza:</b> Torlino Vimercati
<b>Coordinate geografiche:</b> 45° 25' 34.08" N 9° 35' 44.92" E
<b>N. di occhi:</b> 1
<b>Larghezza della testa:</b> 2.4 m
<b>Profondità dell'acqua:</b> 30 cm (23/09/08) corrente
<b>Emergenze naturali</b> no (tino di cemento)
<b>Stato di conservazione:</b> buono
<b>Descrizione delle rive:</b> fascia riparia appena adeguata (2 m).
<b>N. del fontanile 3</b> (Acquarossa nord)
<b>Gruppo di appartenenza</b> Acquarossa
<b>Comune di appartenenza:</b> Torlino Vimercati
<b>Coordinate geografiche:</b> 45° 25' 36.71" N 9° 35' 31.42" E
<b>N. di occhi:</b> 1
<b>Larghezza della testa:</b> 2.8 m
<b>Profondità dell'acqua:</b> 20 cm (23/09/08) corrente

<b>Emergenze naturali</b> no (tino di cemento)
<b>Stato di conservazione:</b> buono
<b>Descrizione delle rive:</b> fascia riparia ristretta (1 m) sul lato destro, adeguata (3 m) sul lato sinistro

**Tabella 2. Alcune caratteristiche dei fontanili studiati: Quarantina**

<b>N. del fontanile:</b> 1A (Quarantina)
<b>Gruppo di appartenenza:</b> Quarantina
<b>Comune di appartenenza:</b> Capralba
<b>Coordinate geografiche:</b> 45° 26' 49.08" N 9° 37' 27.81" E
<b>N. di occhi:</b> 16
<b>Larghezza della testa:</b> 3.6 m
<b>Profondità dell'acqua:</b> 30 cm (23/09/08) corrente
<b>Emergenze naturali</b> no (3 tini in cemento, 13 tubi in ferro)
<b>Stato di conservazione:</b> ottimo
<b>Descrizione delle rive:</b> il fontanile è molto antropizzato e usato a scopo ricreativo, il prato esteso e costituito da erba tagliata di frequente e le specie arboree denotano una vegetazione per lo più non spontanea. In testa, alla distanza di circa 10 m, campi di mais
<b>N. del fontanile:</b> 1B (Quarantina)
<b>Gruppo di appartenenza:</b> Quarantina
<b>Comune di appartenenza:</b> Capralba
<b>Coordinate geografiche:</b> 45° 26' 44.20" N 9° 37' 30.17" E
<b>N. di occhi:</b> 1
<b>Larghezza della testa:</b> 2.4 m
<b>Profondità dell'acqua:</b> 30 cm (23/09/08) stagnante
<b>Emergenze naturali</b> sì
<b>Stato di conservazione:</b> buono
<b>Descrizione delle rive:</b> fascia riparia adeguata (2-3 m) e poco modificata dall'uomo. Alle spalle della testa, campo di mais separato da un piccolo canale.

**Tabella 3. Alcune caratteristiche dei fontanili studiati: Fonti della Gaverina**

<b>N. del fontanile:</b> 1
<b>Gruppo di appartenenza:</b> Fonti della Gaverina
<b>Comune di appartenenza:</b> Misano Gera d'Adda
<b>Coordinate geografiche:</b> 45° 27' 57.6" N 9° 38' 11.1" E
<b>N. di occhi:</b> 1
<b>Larghezza della testa:</b> 1.3 m
<b>Profondità dell'acqua:</b> 10 cm (04/07/08) stagnante
<b>Emergenze naturali:</b> sì
<b>Stato di conservazione:</b> pessimo (interrato)
<b>Descrizione delle rive:</b> cementate, vegetazione riparia ridotta a 50 cm di larghezza. A destra, strada con banchina crollata. A sinistra, immediatamente a ridosso, campo di frumento.
<b>N. del fontanile:</b> 2
<b>Gruppo di appartenenza:</b> Fonti della Gaverina
<b>Comune di appartenenza:</b> Misano Gera d'Adda
<b>Coordinate geografiche:</b> 45° 27' 57.6" N 9° 38' 10.3" E
<b>N. di occhi:</b> 1

<b>Larghezza della testa:</b> 1.3 m
<b>Profondità dell'acqua:</b> 10 cm (04/07/08) stagnante
<b>Emergenze naturali:</b> sì
<b>Stato di conservazione:</b> pessimo (interrato)
<b>Descrizione delle rive:</b> cementate, vegetazione riparia ridotta a 50 cm di larghezza. A destra, strada con banchina crollata. A sinistra, immediatamente a ridosso, campo di frumento.
<b>N. del fontanile:</b> 3
<b>Gruppo di appartenenza:</b> Fonti della Gaverina
<b>Comune di appartenenza:</b> Misano Gera d'Adda
<b>Coordinate geografiche:</b> 45° 27' 58" N 9° 38' 13.2" E
<b>N. di occhi:</b> 1
<b>Larghezza della testa:</b> 3 m
<b>Profondità dell'acqua:</b> 40 cm (04/07/08)
<b>Emergenze naturali:</b> no (tubo di ferro)
<b>Stato di conservazione:</b> cattivo (l'acqua sgorga solo in alcuni periodi dell'anno)
<b>Descrizione delle rive:</b> parzialmente cementate, vegetazione riparia ridotta a 1 m circa di larghezza. Dietro e a sinistra, corre la strada. Non sono presenti alberi, ma la vegetazione erbacea non è stata tagliata. A destra, immediatamente a ridosso, prato stabile.
<b>N. del fontanile:</b> 4
<b>Gruppo di appartenenza:</b> Fonti della Gaverina
<b>Comune di appartenenza:</b> Misano Gera d'Adda
<b>Coordinate geografiche:</b> 45° 25' 58.72" N 9° 38' 16.09" E
<b>N. di occhi:</b> 17
<b>Larghezza della testa:</b> 8,50 m
<b>Profondità dell'acqua:</b> 44 cm (04/07/08)
<b>Emergenze naturali:</b> no (17 tubi di ferro)
<b>Stato di conservazione:</b> buono
<b>Descrizione delle rive:</b> molto antropizzate. La vegetazione riparia è larga circa 2 m e costituita anche da elementi arborei ed arbustivi, ma non è naturale. L'erba è tagliata. A destra e alle spalle, prato stabile, a sinistra, la strada.
<b>N. del fontanile:</b> 5
<b>Gruppo di appartenenza:</b> Fonti della Gaverina
<b>Comune di appartenenza:</b> Misano Gera d'Adda
<b>Coordinate geografiche:</b> 45° 27' 57.4" N 9° 38' 17.7" E
<b>N. di occhi:</b> 3
<b>Larghezza della testa:</b> 3,50 m
<b>Profondità dell'acqua:</b> 50 cm (04/07/08), acqua abbastanza stagnante.
<b>Emergenze naturali:</b> no (2 tubi di ferro, 1 tino di cemento con copertura)
<b>Stato di conservazione:</b> buono, segni di manutenzione
<b>Descrizione delle rive:</b> la vegetazione riparia è larga circa 1 m, poco antropizzato. Tutt'intorno, prato stabile (che potrebbe essere considerato un'estensione della fascia riparia).
<b>N. del fontanile:</b> 6
<b>Gruppo di appartenenza:</b> Fonti della Gaverina
<b>Comune di appartenenza:</b> Misano Gera d'Adda
<b>Coordinate geografiche:</b> 45° 27' 54.7" N 9° 38' 22.9" E
<b>N. di occhi:</b> 3
<b>Larghezza della testa:</b> 4,50 m
<b>Profondità dell'acqua:</b> 25 cm (04/07/08)

<b>Emergenze naturali:</b> sì/no (1 emergenza naturale, 2 tini di cemento con copertura)
<b>Stato di conservazione:</b> buono
<b>Descrizione delle rive:</b> la vegetazione riparia è larga circa 3 m, con elementi arborei, poco antropizzato. Prato stabile (che potrebbe essere considerato un'estensione della fascia riparia) alle spalle e a sinistra.
<b>N. del fontanile:</b> 7
<b>Gruppo di appartenenza:</b> Fonti della Gaverina
<b>Comune di appartenenza:</b> Misano Gera d'Adda
<b>Coordinate geografiche:</b> 45° 27' 57.7" N 9° 38' 20.7" E
<b>N. di occhi:</b> 4
<b>Larghezza della testa:</b> 5 m
<b>Profondità dell'acqua:</b> 40 cm (04/07/08)
<b>Emergenze naturali:</b> no (4 tubi di ferro)
<b>Stato di conservazione:</b> buono
<b>Descrizione delle rive:</b> la vegetazione riparia è larga circa 2 m, con elementi arborei, poco antropizzato. Circondato da prato stabile (che potrebbe essere considerato un'estensione della fascia riparia).
<b>N. del fontanile:</b> 8
<b>Gruppo di appartenenza:</b> Fonti della Gaverina
<b>Comune di appartenenza:</b> Misano Gera d'Adda
<b>Coordinate geografiche:</b> 45° 27' 57.5" N 9° 38' 19.4" E
<b>N. di occhi:</b> 1
<b>Larghezza della testa:</b> 2 m
<b>Profondità dell'acqua:</b> 20 cm (04/07/08)
<b>Emergenze naturali:</b> sì
<b>Stato di conservazione:</b> buono
<b>Descrizione delle rive:</b> la vegetazione riparia è larga circa 2 m, con elementi arborei, poco antropizzato. Prato stabile (che potrebbe essere considerato un'estensione della fascia riparia) a destra e sinistra.
<b>N. del fontanile:</b> 9
<b>Gruppo di appartenenza:</b> Fonti della Gaverina
<b>Comune di appartenenza:</b> Misano Gera d'Adda
<b>Coordinate geografiche:</b> 45° 27' 58.4" N 9° 38' 23.2" E
<b>N. di occhi:</b> 18
<b>Larghezza della testa:</b> 12 m
<b>Profondità dell'acqua:</b> 45 cm (04/07/08)
<b>Emergenze naturali:</b> no (16 tubi di ferro, 2 tini di cemento con copertura)
<b>Stato di conservazione:</b> buono
<b>Descrizione delle rive:</b> la vegetazione riparia è larga circa 2 m, con elementi arborei, poco antropizzato. Prato stabile (che potrebbe essere considerato un'estensione della fascia riparia) a destra e sinistra, strada alle spalle.
<b>N. del fontanile:</b> 10
<b>Gruppo di appartenenza:</b> Fonti della Gaverina
<b>Comune di appartenenza:</b> Misano Gera d'Adda
<b>Coordinate geografiche:</b> 45° 27' 53.5" N 9° 38' 26.2" E
<b>N. di occhi:</b> 1
<b>Larghezza della testa:</b> 1 m
<b>Profondità dell'acqua:</b> 20 cm (04/07/08)
<b>Emergenze naturali:</b> no (1 tino di cemento con copertura)
<b>Stato di conservazione:</b> buono (segni di recente manutenzione)
<b>Descrizione delle rive:</b> fascia riparia estesa circa un metro, la vegetazione è

principalmente erbacea.
<b>N. del fontanile: 11</b>
<b>Gruppo di appartenenza:</b> Fonti della Gaverina
<b>Comune di appartenenza:</b> Misano Gera d'Adda
<b>Coordinate geografiche:</b> 45° 27' 52.8" N 9° 38' 26.9" E
<b>N. di occhi: 1</b>
<b>Larghezza della testa:</b> 2 m
<b>Profondità dell'acqua:</b> 40 cm (04/07/08)
<b>Emergenze naturali:</b> sì
<b>Stato di conservazione:</b> buono
<b>Descrizione delle rive:</b> fascia riparia estesa circa un metro, la vegetazione è principalmente erbacea, con alcuni elementi arborei.
<b>N. del fontanile: 12</b>
<b>Gruppo di appartenenza:</b> Fonti della Gaverina
<b>Comune di appartenenza:</b> Misano Gera d'Adda
<b>Coordinate geografiche:</b> 45°27'53.2" N 9°38'28.5" E
<b>N. di occhi: 2</b>
<b>Larghezza della testa:</b> 4.5 m
<b>Profondità dell'acqua:</b> 25 cm (04/07/08)
<b>Emergenze naturali:</b> no (2 tubi di ferro)
<b>Stato di conservazione:</b> buono
<b>Descrizione delle rive:</b> molto antropizzate, in parte di cemento, fascia riparia di circa un metro, la vegetazione è principalmente erbacea, con alcuni elementi arborei, estesa solo sui lati destro e sinistro, tutto attorno prato stabile
<b>N. del fontanile: 13</b>
<b>Gruppo di appartenenza:</b> Fonti della Gaverina
<b>Comune di appartenenza:</b> Misano Gera d'Adda
<b>Coordinate geografiche:</b> 45° 27' 47.3" N 9° 38' 28.6" E
<b>N. di occhi: 1</b>
<b>Larghezza della testa:</b> 1.5 m
<b>Profondità dell'acqua:</b> 20 cm (04/07/08)
<b>Emergenze naturali:</b> sì
<b>Stato di conservazione:</b> buono
<b>Descrizione delle rive:</b> molto antropizzate, in parte di cemento, strada a sinistra e prato stabile a destra. Vegetazione riparia solo 50 cm.

La zona studiata si trova nell'area intermedia tra il confine sud della provincia di Bergamo ed il confine nord della provincia di Cremona.

Lo stato di conservazione dei fontanili da noi studiati è apparentemente buono nella maggior parte dei casi, ma purtroppo esistono alcune situazioni nelle quali esso è pessimo, in particolare per alcune risorgive delle Fonti della Gaverina: le rive di alcuni sono crollate (figura 1), in alcuni casi vi sono marcati interramenti e cementificazioni e a volte le strade corrono proprio a ridosso del fontanile stesso.

E' frequente la riduzione delle fasce riparie, che spesso sono larghe 1 metro o meno, a causa dell'immediata vicinanza di campi, spesso coltivati a mais o a prato stabile. Quest'ultima coltura, nonostante sia mantenuta con sfalci e concimazioni, rappresenta il minore impatto possibile a livello di trattamenti con agrofarmaci e concimi. La vicinanza di campi coltivati è spesso motivata dall'uso irriguo dei fontanili stessi (figura 2).

**Figura 1. Fontanile 1- Fonti della Gaverina**



**Figura 2. Fontanile 10- Fonti della Gaverina**



Una vegetazione riparia "ideale" dovrebbe essere costituita da un canneto dall'ampiezza di alcuni metri e da una fascia di alberi (es. pioppi, ontani) di analoga ampiezza che separa i campi coltivati dal corso d'acqua. Nelle risorgive da noi studiate, l'estensione della copertura della vegetazione è ridotta al minimo e ciò determina una protezione inadeguata da parte della vegetazione riparia. A volte le fasce riparie sono integrate dalla presenza di campi tenuti a prato stabile.



Alcuni fontanili che appartengono alla Quarantina (figura 3) e alle Fonti della Gaverina sono usati a scopo ricreativo e sono circondati da panchine e cestini per i rifiuti. Spesso la vegetazione riparia autoctona è sostituita da specie arboree o arbustive introdotte dall'uomo. I fondali sono quasi sempre ripuliti da alghe, piante acquatiche sommerse e sedimenti. In tali situazioni, le risorgive sono protette dall'interramento, ma caratterizzate da una forte antropizzazione.

**Figura 3. Fontanile 1A- Quarantina**



L'acqua sgorga nella zona della testa, che si presenta allargata rispetto all'asta, attraverso vene e polle naturali o, più frequentemente, attraverso tubi di ferro o tini di cemento. La presenza di questi manufatti e la loro manutenzione contribuisce a proteggere i fontanili dall'interramento e al, contempo, alla loro antropizzazione (D'Auria et al., 2005). Il livello idrico medio, misurato tra l'estate e l'autunno, è tra i 20 e i 40 cm e rappresenta l'equilibrio tra l'acqua che riesce a sgorgare, nonostante molti fattori concorrano ad abbassare il livello delle piezometrie sotterranee, e quella che è sottratta dalle captazioni idriche in loco.

Ognuno dei 3 corsi d'acqua considerati trae origine da un'idrologia abbastanza complessa, che fa capo a teste molto ramificate, che noi abbiamo censito singolarmente come fossero fontanili dello stesso gruppo, ed etichettato con lettere o numeri diversi.

### FASE 2- CENSIMENTO FLORISTICO

Sono stati eseguiti un censimento floristico (riconoscimento delle principali specie arboree, erbacee terricole, erbacee igrofile o acquatiche, Pignatti, 1982) e un censimento fitosociologico (specie prevalenti, Pirola, 1970).

I dati raccolti sono riportati nelle tabelle 4, 5 e 6.

Sono state censite circa 100 specie vegetali, con un assortimento molto variabile tra i due fontanili della Quarantina (che rappresentano rispettivamente il più e il meno ricco di specie, 39 e 8% rispettivamente) e una media di circa 20 specie in tutti gli altri fontanili (figure 4 e 5).

**Tabella 4. Censimento floristico: Acquarossa**

<b>N. del fontanile 1 (Acquarossa sud)</b>
<b>Vegetazione acquatica (specie censite):</b> <i>Apium nodiflorum</i> , <i>Berula erecta</i>
<b>Vegetazione erbacea (specie censite):</b> <i>Bidens tripartita</i> , <i>Chenopodium album</i> , <i>Silene vulgaris</i> , <i>Phytolacca americana</i> , <i>Typhoides arundinacea</i> , <i>Rumex obtusifolius</i> , <i>Eupatorium cannabinum</i> , <i>Silene alba</i> , <i>Equisetum arvense</i> , <i>Lysimachia nummularia</i> , <i>Urtica dioica</i> , <i>Erigeron canadensis</i> , <i>Solanum dulcamara</i> , <i>Polygonum hydropiper</i> , <i>Potentilla reptans</i>
<b>Vegetazione arboreo-arbustiva (specie censite):</b> <i>Platanus hybrida</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Quercus pedunculata</i> , <i>Juglans regia</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Populus nigra</i> , <i>Acer campestre</i> , <i>Salix repens</i>
<b>N. del fontanile 2 (Acquarossa di mezzo)</b>
<b>Vegetazione acquatica (specie censite):</b> <i>Apium nodiflorum</i> , <i>Berula erecta</i> , <i>Thelypteris palustris</i> , <i>Nasturtium officinalis</i> , <i>Scutellaria galericulata</i> , <i>Callitriche sp.</i> , <i>Iris pseudacorus</i> , <i>Lemna minor</i>
<b>Vegetazione erbacea (specie censite):</b> <i>Artemisia vulgaris</i> , <i>Gallinsoga parviflora</i> , <i>Lythrium salicaria</i> , <i>Convolvulus sepium</i> , <i>Phytolacca americana</i> , <i>Sicyos angulatus</i> , <i>Typhoides arundinacea</i> , <i>Hulmus lupulus</i> , <i>Silene vulgaris</i> , <i>Cucubalus baccifer</i> , <i>Urtica dioica</i>
<b>Vegetazione arboreo-arbustiva (specie censite):</b> <i>Platanus hybrida</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Rubus caesius</i> , <i>Rubus ulmifolius</i>
<b>N. del fontanile 3 (Acquarossa nord)</b>
<b>Vegetazione acquatica (specie censite):</b> <i>Apium nodiflorum</i> , <i>Berula erecta</i>
<b>Vegetazione erbacea (specie censite):</b> <i>Bidens tripartita</i> , <i>Convolvulus sepium</i> , <i>Phytolacca americana</i> , <i>Lathyrus palustre</i> , <i>Artemisia vulgaris</i> , <i>Silene alba</i> , <i>Cucubalus baccifer</i> , <i>Equisetum arvense</i> , <i>Hulmus lupulus</i> , <i>Galium aparine</i> , <i>Sorghum halepense</i> , <i>Urtica dioica</i> , <i>Polygonum hydropiper</i> , <i>Polygonum polyspermum</i>
<b>Vegetazione arboreo-arbustiva (specie censite):</b> <i>Platanus hybrida</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Cornus sanguinea</i> , <i>Rubus caesius</i> , <i>Rubus ulmifolius</i> , <i>Sambucus nigra</i> , <i>Corylus avellana</i>

**Tabella 5. Censimento floristico: Quarantina**

<b>N. del fontanile: 1A (Quarantina)</b>
<b>Vegetazione acquatica (specie censite):</b> <i>Apium nodiflorum</i> , <i>Berula erecta</i> , <i>Callitriche sp.</i> , <i>Nasturtium officinalis</i>
<b>Vegetazione erbacea (specie censite):</b> <i>Artemisia vulgaris</i> , <i>Chenopodium album</i> , <i>Typhoides arundinacea</i> , <i>Silene alba</i> , <i>Equisetum arvense</i> , <i>Erigeron canadensis</i> , <i>Convolvulus sepium</i> , <i>Polygonum persicaria</i> , <i>Polygonum convolvulus</i> , <i>Potentilla reptans</i> , <i>Galium aparine</i> , <i>Festuca pratensis</i> , <i>Verbena officinalis</i> , <i>Hulmus lupulus</i> , <i>Linaria vulgaris</i> , <i>Euphorbia peplus</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Geranium molle</i>
<b>Vegetazione arboreo-arbustiva (specie censite):</b> <i>Platanus hybrida</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Amorpha fruticosa</i> , <i>Prunus avium</i> , <i>Salix viminalis</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> , <i>Acer campestre</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Celtis australis</i> , <i>Morus alba</i> , <i>Rubus ulmifolius</i> , <i>Rubus caesius</i> , <i>Sambucus nigra</i> , <i>Corylus avellana</i> , <i>Crataegus oxyacantha</i> , <i>Rhamnus cathartica</i>
<b>N. del fontanile: 1B (Quarantina)</b>
<b>Vegetazione acquatica (specie censite):</b> <i>Berula erecta</i>
<b>Vegetazione erbacea (specie censite):</b> <i>Festuca pratensis</i> , <i>Hulmus lupulus</i> ,



<i>Typhoides arundinacea</i> , <i>Chenopodium album</i> , <i>Edera helix</i>
<b>Vegetazione arboreo-arbustiva (specie censite):</b> <i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Rubus ulmifolius</i>

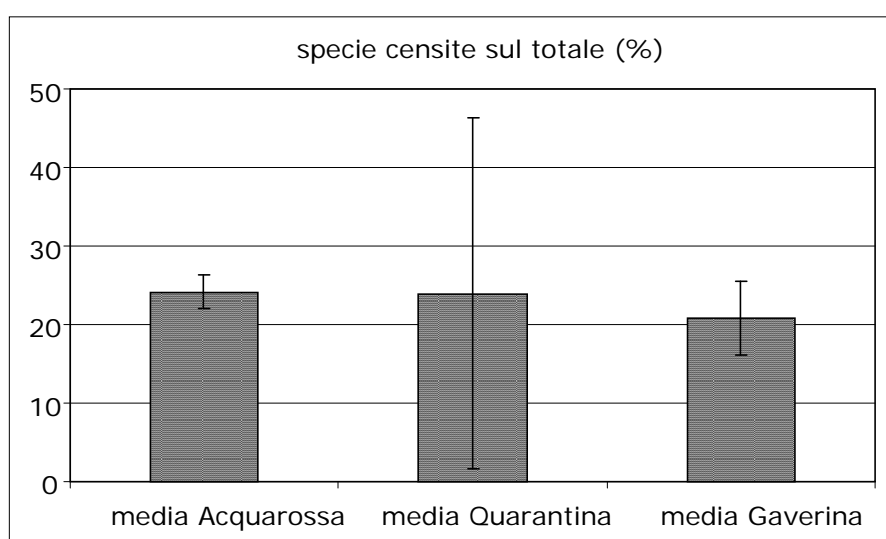
**Tabella 6. Censimento floristico: Fonti della Gaverina**

<b>N. del fontanile: 1</b>
<b>Vegetazione acquatica (specie censite):</b> <i>Apium nodiflorum</i> , <i>Lemna minor</i>
<b>Vegetazione erbacea (specie censite):</b> <i>Bidens tripartita</i> , <i>Chenopodium album</i> , <i>Erigeron canadensis</i> , <i>Galium aparine</i> , <i>Equisetum arvense</i> , <i>Polygonum aviculare</i> , <i>Typhoides arundinacea</i> , <i>Edera helix</i> , <i>Silene vulgaris</i> , <i>Urtica dioica</i> , <i>Cynodon dactylon</i> , <i>Polygonum hydropiper</i> , <i>Polygonum convolvulus</i>
<b>Vegetazione arboreo-arbustiva (specie censite):</b> <i>Platanus orientalis</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Rubus caesius</i>
<b>N. del fontanile: 2</b>
<b>Vegetazione acquatica (specie censite):</b> <i>Apium nodiflorum</i> , <i>Lemna minor</i>
<b>Vegetazione erbacea (specie censite):</b> <i>Amaranthus lividus</i> , <i>Veronica officinalis</i> , <i>Galium aparine</i> , <i>Equisetum arvense</i> , <i>Polygonum aviculare</i> , <i>Typhoides arundinacea</i> , <i>Edera helix</i> , <i>Urtica dioica</i> , <i>Cynodon dactylon</i> , <i>Polygonum hydropiper</i> , <i>Polygonum convolvulus</i>
<b>Vegetazione arboreo-arbustiva (specie censite):</b> <i>Platanus orientalis</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Rubus fruticosus</i>
<b>N. del fontanile: 3</b>
<b>Vegetazione acquatica (specie censite):</b> <i>Apium nodiflorum</i> , <i>Lemna minor</i>
<b>Vegetazione erbacea (specie censite):</b> <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Potentilla reptans</i> , <i>Sorghum halepense</i> , <i>Hulmus lupulus</i> , <i>Echinochloa crus-galli</i> , <i>Amaranthus lividus</i> , <i>Polygonum aviculare</i> , <i>Typhoides arundinacea</i> , <i>Urtica dioica</i> , <i>Arctium lappa</i> , <i>Chenopodium album</i> , <i>Cynodon dactylon</i> , <i>Convolvulus arvensis</i>
<b>Vegetazione arboreo-arbustiva (specie censite):</b> <i>Platanus orientalis</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Rubus fruticosus</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Salix purpurea</i> , <i>Populus nigra</i>
<b>N. del fontanile: 4</b>
<b>Vegetazione acquatica (specie censite):</b> <i>Berula erecta</i> , <i>Typhoides arundinacea</i>
<b>Vegetazione erbacea (specie censite):</b> <i>Festuca pratensis</i> , <i>Galium aparine</i> , <i>Edera helix</i> , <i>Amaranthus lividus</i> , <i>Potentilla reptans</i> , <i>Sorghum halepense</i> , <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Veronica officinalis</i> , <i>Silene vulgaris</i> , <i>Stellaria media</i> , <i>Polygonum aviculare</i> , <i>Artemisia vulgaris</i> , <i>Erigeron canadensis</i> , <i>Urtica dioica</i> , <i>Taraxacum officinale</i> , <i>Polygonum convolvulus</i> , <i>Digitaria sanguinalis</i> , <i>Plantago maior</i> , <i>Phytolacca americana</i> , <i>Arctium lappa</i> , <i>Chenopodium album</i> , <i>Cynodon dactylon</i> , <i>Convolvulus arvensis</i> , <i>Geranium molle</i>
<b>Vegetazione arboreo-arbustiva (specie censite):</b> <i>Platanus orientalis</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Quercus robur</i> , <i>Salix alba</i> , <i>Sambucus nigra</i> , <i>Rubus fruticosus</i>
<b>N. del fontanile: 5</b>
<b>Vegetazione acquatica (specie censite):</b> <i>Typhoides arundinacea</i>
<b>Vegetazione erbacea (specie censite):</b> <i>Sorghum halepense</i> , <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Urtica dioica</i> , <i>Galium aparine</i> , <i>Lamium alba</i> , <i>Hulmus lupulus</i> , <i>Cucubalus baccifer</i> , <i>Parietaria officinalis</i> , <i>Stellaria media</i> , <i>Polygonum convolvulus</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Ranunculus acris</i>
<b>Vegetazione arboreo-arbustiva (specie censite):</b> <i>Platanus orientalis</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Salix alba</i> , <i>Sambucus nigra</i> , <i>Rubus fruticosus</i>
<b>N. del fontanile: 6</b>
<b>Vegetazione acquatica (specie censite):</b> <i>Lemna minor</i> , <i>Apium nodiflorum</i>

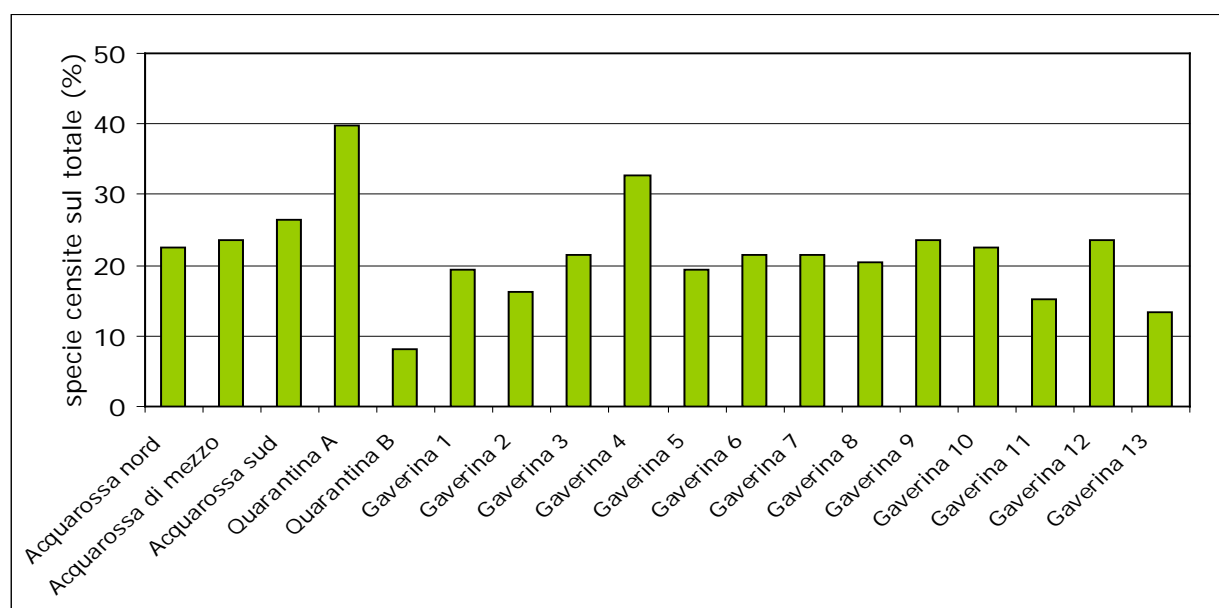
<b>Vegetazione erbacea (specie censite):</b> <i>Sorghum halepense</i> , <i>Thelypteris palustris</i> , <i>Glechoma hederacea</i> , <i>Galium aparine</i> , <i>Lamium alba</i> , <i>Hulmus lupulus</i> , <i>Parietaria officinalis</i> , <i>Edera helix</i> , <i>Silene alba</i> , <i>Polygonum convolvulus</i> , <i>Potentilla reptans</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Erigeron canadensis</i> , <i>Geranium molle</i>
<b>Vegetazione arboreo-arbustiva (specie censite):</b> <i>Platanus orientalis</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Sambucus nigra</i> , <i>Rubus fruticosus</i> , <i>Ailanthus altissima</i>
<b>N. del fontanile: 7</b>
<b>Vegetazione acquatica (specie censite):</b> <i>Berula erecta</i>
<b>Vegetazione erbacea (specie censite):</b> <i>Sorghum halepense</i> , <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Chenopodium album</i> , <i>Euphorbia helioscopia</i> , <i>Taraxacum officinale</i> , <i>Veronica officinalis</i> , <i>Convolvulus arvensis</i> , <i>Arctium lappa</i> , <i>Epilobium palustre</i> , <i>Lamium alba</i> , <i>Parietaria officinalis</i> , <i>Polygonum convolvulus</i> , <i>Urtica dioica</i> , <i>Potentilla reptans</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Plantago minor</i>
<b>Vegetazione arboreo-arbustiva (specie censite):</b> <i>Salix alba</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Platanus orientalis</i>
<b>N. del fontanile: 8</b>
<b>Vegetazione acquatica (specie censite):</b> <i>Berula erecta</i> , <i>Typhoides arundinacea</i>
<b>Vegetazione erbacea (specie censite):</b> <i>Silene alba</i> , <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Convolvulus arvensis</i> , <i>Epilobium palustre</i> , <i>Galium aparine</i> , <i>Polygonum persicaria</i> , <i>Hulmus lupulus</i> , <i>Lamium alba</i> , <i>Polygonum convolvulus</i> , <i>Urtica dioica</i> , <i>Potentilla reptans</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Stellaria media</i>
<b>Vegetazione arboreo-arbustiva (specie censite):</b> <i>Rubus fruticosus</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Platanus orientalis</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Quercus robur</i>
<b>N. del fontanile: 9</b>
<b>Vegetazione acquatica (specie censite):</b> <i>Berula erecta</i> , <i>Apium nodiflorum</i>
<b>Vegetazione erbacea (specie censite):</b> <i>Arctium lappa</i> , <i>Chenopodium album</i> , <i>Polygonum convolvulus</i> , <i>Edera helix</i> , <i>Phytolacca americana</i> , <i>Sorghum halepense</i> , <i>Geranium molle</i> , <i>Parietaria officinalis</i> , <i>Euphorbia cyparissias</i> , <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Convolvulus arvensis</i> , <i>Cucubalus baccifer</i> , <i>Lamium alba</i> , <i>Silene alba</i> , <i>Urtica dioica</i> , <i>Potentilla reptans</i>
<b>Vegetazione arboreo-arbustiva (specie censite):</b> <i>Rubus fruticosus</i> , <i>Salix alba</i> , <i>Ailanthus altissima</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i>
<b>N. del fontanile: 10</b>
<b>Vegetazione acquatica (specie censite):</b> <i>Berula erecta</i> , <i>Mentha acquatica</i>
<b>Vegetazione erbacea (specie censite):</b> <i>Urtica dioica</i> , <i>Ranunculus ficaria</i> , <i>Galium aparine</i> , <i>Oxalis acetosella</i> , <i>Polygonum hydropiper</i> , <i>Hulmus lupulus</i> , <i>Silene alba</i> , <i>Ranunculus acris</i> , <i>Edera helix</i> , <i>Arctium lappa</i> , <i>Typhoides arundinacea</i> , <i>Rumex crispus</i> , <i>Polygonum convolvulus</i> , <i>Veronica officinalis</i> , <i>Potentilla reptans</i>
<b>Vegetazione arboreo-arbustiva (specie censite):</b> <i>Rubus fruticosus</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Populus alba</i> , <i>Platanus orientalis</i> , <i>Quercus robur</i>
<b>N. del fontanile: 11</b>
<b>Vegetazione acquatica (specie censite):</b> <i>Berula erecta</i> , <i>Typhoides arundinacea</i>
<b>Vegetazione erbacea (specie censite):</b> <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Urtica dioica</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Silene alba</i> , <i>Edera helix</i> , <i>Sorghum halepense</i> , <i>Polygonum convolvulus</i> , <i>Parietaria officinalis</i> , <i>Arctium lappa</i> , <i>Potentilla reptans</i>
<b>Vegetazione arboreo-arbustiva (specie censite):</b> <i>Populus nigra</i> , <i>Rubus fruticosus</i> , <i>Platanus orientalis</i>
<b>N. del fontanile: 12</b>
<b>Vegetazione acquatica (specie censite):</b> <i>Berula erecta</i> , <i>Apium nodiflorum</i>
<b>Vegetazione erbacea (specie censite):</b> <i>Artemisia vulgaris</i> , <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Convolvulus arvensis</i> , <i>Urtica dioica</i> , <i>Dactylis glomerata</i> , <i>Polygonum aviculare</i> , <i>Cynodon dactylon</i> , <i>Chenopodium album</i> , <i>Polygonum hydropiper</i> , <i>Typhoides</i>

<i>arundinacea</i> , <i>Mentha pulegium</i> , <i>Ballota nigra</i> , <i>Edera helix</i> , <i>Lythrium salicaria</i> , <i>Potentilla reptans</i>
<b>Vegetazione arboreo-arbustiva (specie censite):</b> <i>Populus pyramidalis</i> , <i>Rubus fruticosus</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i> , <i>Carpinus betulus</i> , <i>Ailanthus altissima</i> , <i>Platanus orientalis</i>
<b>N. del fontanile: 13</b>
<b>Vegetazione acquatica (specie censite):</b> <i>Berula erecta</i>
<b>Vegetazione erbacea (specie censite):</b> <i>Sorghum halepense</i> , <i>Erigeron canadensis</i> , <i>Artemisia absinthium</i> , <i>Silene alba</i> , <i>Alopecurus pratensis</i> , <i>Rumex obtusifolius</i> , <i>Linaria vulgaris</i> , <i>Cynodon dactylon</i> , <i>Chenopodium album</i> , <i>Potentilla reptans</i>
<b>Vegetazione arboreo-arbustiva (specie censite):</b> <i>Ailanthus altissima</i>

**Figura 4. Proporzione di specie censite sul totale in ciascun gruppo di fontanili.**



**Figura 5. Proporzione di specie censite sul totale in ciascuno dei fontanili studiati.**



In genere, una maggiore variabilità è associata all'introduzione di specie arboree ed arbustive da parte dell'uomo e a teste più ampie e un po' meno ombreggiate, come nel caso del Quarantina A e del Gaverina 4. Abbiamo osservato la variabilità minima nel caso del Quarantina B, completamente in ombra, soggetto a scarsa manutenzione e con vegetazione riparia dominata da rovi ed edera, che hanno prevalso sulle altre specie sottraendo luce e spazi. Il Gaverina 13 è esposto al sole, ma in stato di abbandono pressoché totale, con pareti in muratura crollate ed interrato (figura 6).

**Figura 6. Diffusione di edera e robinia nel fontanile Quarantina B.**



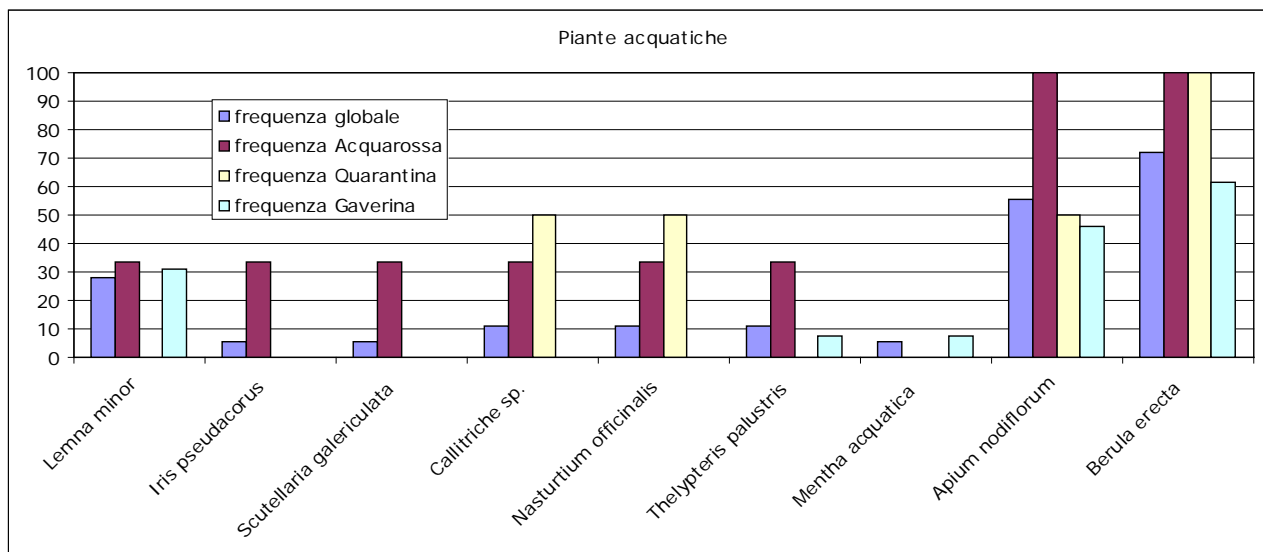
Il calcolo delle frequenze delle singole specie è stato realizzato in base al numero di rilievi in cui compare la specie rispetto alla totalità dei rilievi, rapportando a 100 il risultato.

Ogni singola specie nei confronti di un aggruppamento vegetale può essere:

- *estranea* o *accidentale*, se, normalmente, manca o se ha bassissime frequenze (1÷20%);
- *indifferente*, se è presente anche in altri aggruppamenti con frequenze elevate ma senza apparenti significati ecologici (21÷40%);
- *preferente*, se vi si trova con una frequenza maggiore rispetto a quelle riscontrate in altri aggruppamenti (41÷60%);
- *elettiva*, se ha una frequenza fortemente elevata rispetto a quelle scarsamente significative presentate in altri aggruppamenti (61÷80%);
- *esclusiva*, se si trova solo in un aggruppamento con alta o bassa frequenza (61÷80%).

Tra le piante acquatiche, le specie più frequenti sono *Apium nodiflorum* e *Berula erecta* (Figura 7), presenti in più della metà dei fontanili (preferenti) ed esclusive nel gruppo Acquarossa. La maggior parte delle altre specie è indifferente o accidentale. Va ricordato che le piante acquatiche sono in gran parte scomparse a causa dei lavori di pulitura dai detriti effettuati sui fondali (Figura 8).

**Figura 7. Frequenze relative e globali con cui ciascuna pianta è stata reperita: piante acquatiche.**



**Figura 8. *Callitriche* sp. nel fontanile Quarantina A.**



Tra le piante arboree, sono elettive: *Robinia pseudoacacia*, *Rubus fruticosus* e *Platanus orientalis* (Figura 9), mentre tra le numerose piante erbacee terricole in generale prevalgono (Figura 10): *Typhoides arundinacea*, *Urtica dioica*, *Polygonum convolvulus* e *Potentilla reptans*. Vi sono poi specie preferenti o elettive in un determinato gruppo di risorgive e indifferenti o accidentali in un altro. Forse a causa della vicinanza, le differenze tra gruppi non sono tuttavia radicali.

Le specie caratteristiche, cioè quelle che risultano esclusive o elettive di un certo aggruppamento, possono essere utili a descrivere le condizioni ecologiche di un dato ambiente e possono non necessariamente essere abbondanti nell'ambito del raggruppamento che differenziano. Infatti, tasso intrinseco di riproduzione, forma e dimensioni possono essere tali da renderla poco appariscente nell'ambito del raggruppamento. La presenza di specie caratteristiche è importante nel riconoscimento di un dato raggruppamento, anche rispetto alle altre specie con frequenza elevata.



Le specie esclusive, cioè quelle che meglio caratterizzano un raggruppamento, sono tipiche di ambienti estremi e quindi non esistono nei fontanili.

In base ai dati floristici dai noi raccolti e appena descritti, risulta difficile descrivere le caratteristiche di ogni habitat-fontanile in base alla presenza e co-presenza di determinate specie che si trovano esclusivamente in esso o che mostrano per esso una notevole elettività. Poiché è noto che ogni singola specie risponde a ben determinate esigenze ecologiche, abbiamo esaminato le liste floristiche attraverso l'indice di Landolt (1977, tabella 7).

**Tabella 7. Indice di Landolt: significato dei valori attribuiti**

	1	2	3	4	5
F	molto secco	secco	medio	ben irrigato	umido
R	molto acido	acido	debolmente acido	principalmente alcalino	solo alcalino
N	molto povero	povero	medio	ricco	molto ricco/contaminato
H	assenza	poco	medio	principalmente ricco	ricco
D	roccioso	ghiaioso	ghiaioso/sabbioso	sabbioso fine	argilloso/torboso
S	salino	-	-	-	non salino
L <sup>1</sup>	principalmente molto luminoso	solo molto luminoso	penombra	molto ombroso	principalmente ombroso
T	clima alpino	clima subalpino	clima montano	clima collinare	clima temperato-caldo
K	clima oceanico -umido	clima sub-oceanico	climi non estremi	clima principalmente continentale	solo clima continentale

Esso permette di associare ciascuna specie a valori interi, da 1 a 5, di umidità, pH, disponibilità nutrienti, humus, aerazione, luce e temperatura), come segue:

- *F: valore di umidità* (indica l'umidità media del suolo durante la stagione vegetativa; valori da 1 a 5, da suolo molto secco a suolo sommerso o area umida)
- *R: valore di reazione* (pH: valori da 1, suolo molto acido, pH 3-4.5, a 5, suolo alcalino, pH oltre 6.5)
- *N: valore dei nutrienti* (definisce il contenuto in nutrienti, in particolare N, del suolo: da 1, suolo povero, a 5, suolo molto fertile, fertilizzato, acqua contaminata)<sup>2</sup>
- *H: valore di humus* (indica il contenuto di humus della rizosfera: da 1, suoli poco umificati, a 5, suoli ricchi di humus)
- *D: valore di dispersione* (indica la dimensione delle particelle di suolo e l'aerazione: da 1, suoli rocciosi, a 5, suoli argillosi, umidi e poco aerati)
- *S: valore di salinità* (+, suolo ad elevata salinità, - nel caso opposto)

<sup>1</sup> Valori invertiti rispetto a Landolt: molto ombroso indica che la fascia riparia è molto sviluppata

<sup>2</sup> In situazioni di approvvigionamento idrico soddisfacente, la piante possono crescere in suoli più poveri di quanto è indicato dal suo valore di nutrienti

Figura 9. Frequenze relative e globali con cui ciascuna pianta è stata reperita: piante arboree.

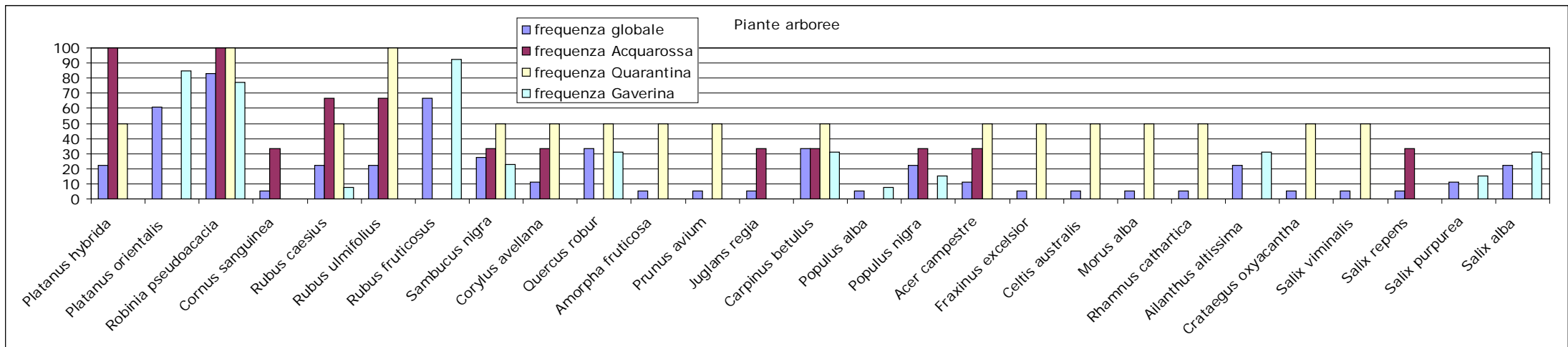
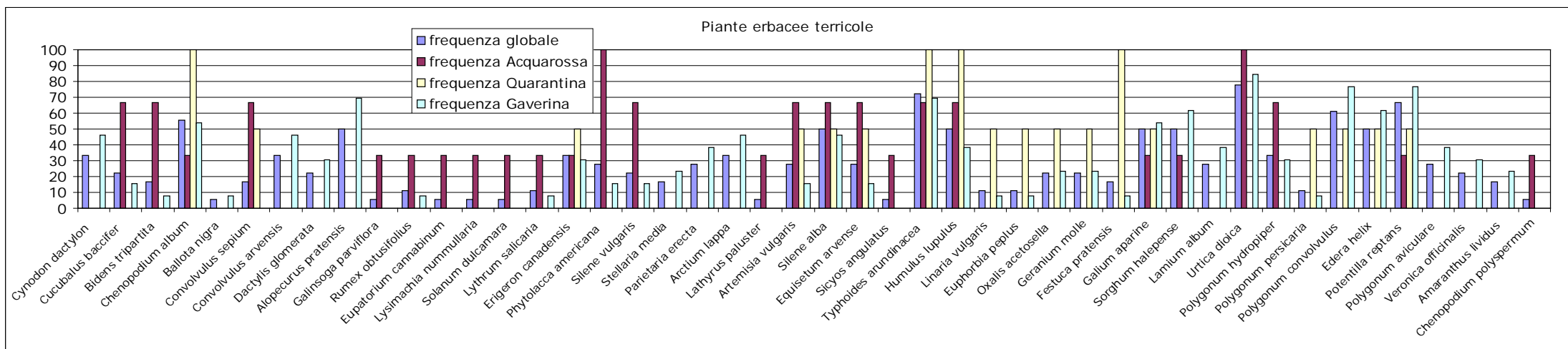


Figura 10. Frequenze relative e globali con cui ciascuna pianta è stata reperita: piante erbacee terricole con frequenza maggiore del 10%.



- *L: valore della luce* (indica l'intensità media della luce cui una pianta cresce durante la stagione vegetativa: da 1, piante tipiche di zone in ombra e penombra, a 5, piante che crescono in piena luce)
- *T: valore di temperatura* (indica indirettamente l'altitudine e la latitudine cui le piante vivono: da 1, piante che vivono principalmente nella zona alpina, a 5, piante tipiche delle zone temperate più calde)
- *K: valore di continentalità* (indica la variazione di temperatura durante il giorno e l'anno e l'umidità dell'aria: da 1, clima oceanico e umido, a 5, clima continentale ed arido).

Abbiamo considerato i fattori F, R, N, H e D perché sono fortemente interconnessi. Abbiamo usato anche i valori di L perché la luminosità può fornire ulteriori indicazioni sullo stato di salute della fascia riparia: valori troppo bassi o troppo alti di luminosità possono essere associati rispettivamente a depauperamento varietale della vegetazione riparia (soffocamento della vegetazione a causa dell'eccessivo sviluppo di rovi, robinie e cannuce), e eccessiva riduzione dell'ampiezza della fascia riparia, scomparsa di specie arboree, ecc.

La tabella 8 rappresenta i risultati ottenuti applicando l'Indice di Landolt ad ogni singola specie censita. In ogni riga è stata calcolata la media aritmetica per ciascuna specie dei valori di tutti gli indicatori, in ogni colonna è stata calcolata la media aritmetica globale per ciascun indicatore.

**Tabella 8. Applicazione dell'indice di Landolt alle specie censite.**

Specie	Famiglia	F	R	N	H	D	S	L	media
<i>Lemna minor</i>	<i>Lemnaceae</i>	5	3	3				4	3.75
<i>Iris pseudacorus</i>	<i>Iridaceae</i>	5	3	4	4	5	-	3	3.67
<i>Scutellaria galericulata</i>	<i>Labiatae</i>	5	3	3	5	5	-	3	4.00
<i>Callitriche sp.</i>	<i>Callitrichaceae</i>	5	3	3	4	5	-	4	4.00
<i>Nasturtium officinalis</i>	<i>Cruciferae</i>	5	4	3	3	5	-	3	3.83
<i>Thelypteris palustris</i>	<i>Thelypteridaceae</i>	non classificato da Landolt							
<i>Mentha aquatica</i>	<i>Labiatae</i>	5	3	3	4	5	-	3	3.83
<i>Apium nodiflorum</i>	<i>Umbrelliferae</i>	5	3	4	3	5	-	3	3.83
<i>Berula erecta</i>	<i>Umbrelliferae</i>	5	3	3	4	4	-	4	3.83
<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Poaceae</i>	2	3	3	3	3	-	4	3.00
<i>Cucubalus baccifer</i>	<i>Caryophyllaceae</i>	4	4	4	4	5	-	3	4.00
<i>Mentha pulegium</i>	<i>Labiatae</i>	4	3	4	4	5	+	3	3.83
<i>Euphorbia cyparissias</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	2	3	2	3	4	-	4	3.00
<i>Euphorbia helioscopia</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	3	3	4	3	4	-	4	3.50
<i>Bidens tripartita</i>	<i>Asteraceae</i>	5	3	5	4	4	-	4	4.17
<i>Chenopodium album</i>	<i>Chenopodiaceae</i>	2	3	4	3	4	-	4	3.33
<i>Ballota nigra</i>	<i>Labiatae</i>	2	3	5	3	4	-	4	3.50
<i>Convolvulus sepium</i>	<i>Convolvulaceae</i>	4	4	4	3	5	-	3	3.83
<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Convolvulaceae</i>	2	4	3	3	4	-	4	3.33
<i>Dactylis glomerata</i>	<i>Poaceae</i>	3	3	4	3	4	-	3	3.33
<i>Alopecurus pratensis</i>	<i>Poaceae</i>	4	3	4	3	5	-	4	3.83
<i>Galinsoga parviflora</i>	<i>Asteraceae</i>	3	2	4	3	4	-	4	3.33
<i>Rumex obtusifolius</i>	<i>Polygonaceae</i>	3	3	4	4	4	-	4	3.67
<i>Rumex crispus</i>	<i>Polygonaceae</i>	3	3	4	2	4	+	4	3.33
<i>Eupatorium cannabinum</i>	<i>Asteraceae</i>	4	4	4	3	4	-	3	3.67

<i>Lysimachia nummularia</i>	Myrsinaceae	4	3	4	3	5	-	2	3.50
<i>Solanum dulcamara</i>	Solanaceae	3	3	4	3	5	-	3	3.50
<i>Lythrum salicaria</i>	Lythraceae	4	3	3	4	5	-	3	3.67
<i>Erigeron canadensis</i>	Asteraceae	2	3	3	3	4	-	4	3.17
<i>Phytolacca americana</i>	Phytolaccaceae	3	3	4	3	3	-	4	3.33
<i>Silene vulgaris</i>	Caryophyllaceae	2	3	2	3	3	-	3	2.67
<i>Stellaria media</i>	Caryophyllaceae	3	3	4	3	4	-	3	3.33
<i>Epilobium palustre</i>	Onagraceae	5	2	2	4	5	-	4	3.67
<i>Parietaria erecta</i>	Urticaceae	3	4	5	4	4	-	3	3.83
<i>Arctium lappa</i>	Asteraceae	3	3	5	3	4	-	3	3.50
<i>Lathyrus paluster</i>	Fabaceae	5	4	2	5	5	-	4	4.17
<i>Ranunculus ficaria</i>	Ranunculaceae	3	3	4	3	4	-	3	3.33
<i>Ranunculus acer</i>	Ranunculaceae	3	3	3	3	4	-	3	3.17
<i>Artemisia vulgaris</i>	Asteraceae	3	3	4	3	4	-	4	3.50
<i>Artemisia absinthium</i>	Asteraceae	2	4	4	3	4	-	4	3.50
<i>Glechoma hederaceum</i>	Labiatae	3	3	3	3	4	-	3	3.17
<i>Taraxacum officinale</i>	Asteraceae	3	3	4	3	4	+	4	3.50
<i>Silene alba</i>	Caryophyllaceae	2	3	4	3	3	-	4	3.17
<i>Equisetum arvense</i>	Equisetaceae	3	3	3	2	5	-	4	3.33
<i>Sicyos angulatus</i>	Cucurbitaceae	non classificato da Landolt							
<i>Typhoides arundinacea</i>	Poaceae	5	3	4	3	4	-	3	3.67
<i>Verbena officinalis</i>	Verbenaceae	3	3	4	3	5	-	4	3.67
<i>Plantago lanceolata</i>	Plantaginaceae	2	3	3	3	4	-	3	3.00
<i>Plantago major</i>	Plantaginaceae	3	3	4	3	5	+	4	3.67
<i>Humulus lupulus</i>	Cannabaceae	4	3	4	3	4	-	3	3.50
<i>Linaria vulgaris</i>	Scrophulariaceae	2	3	3	3	4	-	4	3.17
<i>Echinochloa crus-galli</i>	Poaceae	3	3	5	3	4	-	3	3.50
<i>Euphorbia peplus</i>	Euphorbiaceae	3	4	4	3	4	-	4	3.67
<i>Oxalis acetosella</i>	Oxalidaceae	3	3	3	4	4	-	1	3.00
<i>Geranium molle</i>	Geraniaceae	2	3	4	3	3	-	4	3.17
<i>Festuca pratensis</i>	Poaceae	3	3	4	4	4	-	4	3.67
<i>Galium aparine</i>	Rubiaceae	3	3	5	3	4	-	3	3.50
<i>Sorghum halepense</i>	Poaceae	1	2	3	3	3	-	4	2.67
<i>Lamium album</i>	Labiatae	3	3	5	4	4	-	3	3.67
<i>Urtica dioica</i>	Urticaceae	3	3	5	4	4	-	3	3.67
<i>Polygonum hydropiper</i>	Polygonaceae	4	2	4	3	4	-	3	3.33
<i>Polygonum persicaria</i>	Polygonaceae	3	3	4	3	3	-	4	3.33
<i>Polygonum convolvulus</i>	Polygonaceae	2	3	3	3	4	-	4	3.17
<i>Digitaria sanguinalis</i>	Poaceae	2	3	4	3	4	-	4	3.33
<i>Edera helix</i>	Araliaceae	3	3	3	3	4	-	2	3.00
<i>Potentilla reptans</i>	Rosaceae	3	3	4	3	5	-	4	3.67
<i>Polygonum aviculare</i>	Polygonaceae	3	3	4	3	5	-	4	3.67
<i>Veronica officinalis</i>	Scrophulariaceae	2	2	2	4	4	-	3	2.83
<i>Amaranthus lividus</i>	Amaranthaceae	3	3	4	3	3	-	4	3.33
<i>Chenopodium polyspermum</i>	Amaranthaceae	3	3	4	3	4	-	4	3.50
<i>Platanus hybrida</i>	Platanaceae	non classificato da Landolt							
<i>Platanus orientalis</i>	Platanaceae	4	3	4	3	3	-	3	3.33

<i>Robinia pseudoacacia</i>	<i>Labiatae</i>	2	3	4	3	3	-	3	3.00
<i>Cornus sanguinea</i>	<i>Cornaceae</i>	3	4	3	3	4	-	3	3.33
<i>Rubus caesius</i>	<i>Rosaceae</i>	4	3	4	3	4	-	2	3.33
<i>Rubus ulmifolius</i>	<i>Rosaceae</i>	3	4	4	3	2	-	3	3.17
<i>Rubus fruticosus</i>	<i>Rosaceae</i>	3	3	4	3	4	-	3	3.33
<i>Sambucus nigra</i>	<i>Caprifoliaceae</i>	3	3	4	3	4	-	3	3.33
<i>Corylus avellana</i>	<i>Betulaceae</i>	3	3	3	3	3	-	3	3.00
<i>Quercus robur</i>	<i>Fagaceae</i>	3	x	3	4	4	-	3	3.40
<i>Amorpha fruticosa</i>	<i>Fabaceae</i>	4	3	3	3	3	-	3	3.17
<i>Prunus avium</i>	<i>Rosaceae</i>	3	3	3	3	4	-	3	3.17
<i>Juglans regia</i>	<i>Juglandaceae</i>	3	4	4	4	4	-	3	3.67
<i>Carpinus betulus</i>	<i>Betulaceae</i>	3	3	3	4	4	-	2	3.17
<i>Populus alba</i>	<i>Salicaceae</i>	3	4	4	3	3	-	4	3.50
<i>Populus nigra</i>	<i>Salicaceae</i>	4	4	4	3	3	-	3	3.50
<i>Acer campestre</i>	<i>Aceraceae</i>	3	4	3	3	4	-	3	3.33
<i>Fraxinus excelsior</i>	<i>Oleaceae</i>	2	5	2	3	2	-	3	2.83
<i>Celtis australis</i>	<i>Ulmaceae</i>	2	3	3	3	3	-	3	2.83
<i>Morus alba</i>	<i>Moraceae</i>	3	3	3	4	4	-	3	3.33
<i>Rhamnus cathartica</i>	<i>Rhamnaceae</i>	3	4	2	4	5	-	3	3.50
<i>Ailanthus altissima</i>	<i>Simarubaceae</i>	non classificato da Landolt							
<i>Crataegus oxyacantha</i>	<i>Rosaceae</i>	3	3	3	3	4	-	3	3.17
<i>Salix viminalis</i>	<i>Salicaceae</i>	4	4	3	3	4	-	4	3.67
<i>Salix repens</i>	<i>Salicaceae</i>	4	3	2	4	5	-	4	3.67
<i>Salix purpurea</i>	<i>Salicaceae</i>	3	3	3	2	3	-	4	3.00
<i>Salix alba</i>	<i>Salicaceae</i>	4	4	4	2	3	-	3	3.33
<i>MEDIA aritmetica Globale</i>		3.2	3.2	3.6	3.2	4.0	-	3.4	3.43

Secondo i valori attribuiti da Landolt, le piante censite complessivamente indicano la presenza di suoli:

- mediamente irrigati
- debolmente acidi
- ricchi di azoto (la prevalenza di specie nitrofile potrebbe indicare anche acque di irrigazione ricche di azoto)
- mediamente umificati
- con granulometria ghiaiosa/sabbiosa (discreta aerazione)
- scarsamente salini
- generalmente in penombra.

Volendo dare un peso ai risultati ottenuti con l'indice di Landolt, abbiamo associato i valori alla frequenza con cui le specie sono state censite<sup>3</sup>, considerando solamente le specie più rappresentate (più frequenti) in ognuno dei tre gruppi di fontanili. Per ciascuna di queste specie abbiamo ricavato un peso, in base alla frequenza con cui è stata reperita (peso 2= frequenza maggiore del 60%, peso 1= frequenza maggiore del 30%)<sup>4</sup>. Abbiamo quindi calcolato i valori medi pesati di ogni indicatore di Landolt per ciascun gruppo di fontanili. I dati ottenuti sono rappresentati nella figura 11, da cui emerge che:

- i fontanili dell'Acquarossa presentano suoli più umidi

<sup>3</sup> Abbiamo tenuto conto della maggiore presenza, non della maggiore % di copertura, perché alcune specie indicatrici possono avere dimensioni poco significative.

<sup>4</sup> Quindi, per le specie poco frequenti, cioè presenti in meno del 30% dei casi, peso 0. In altre parole, non sono state considerate.

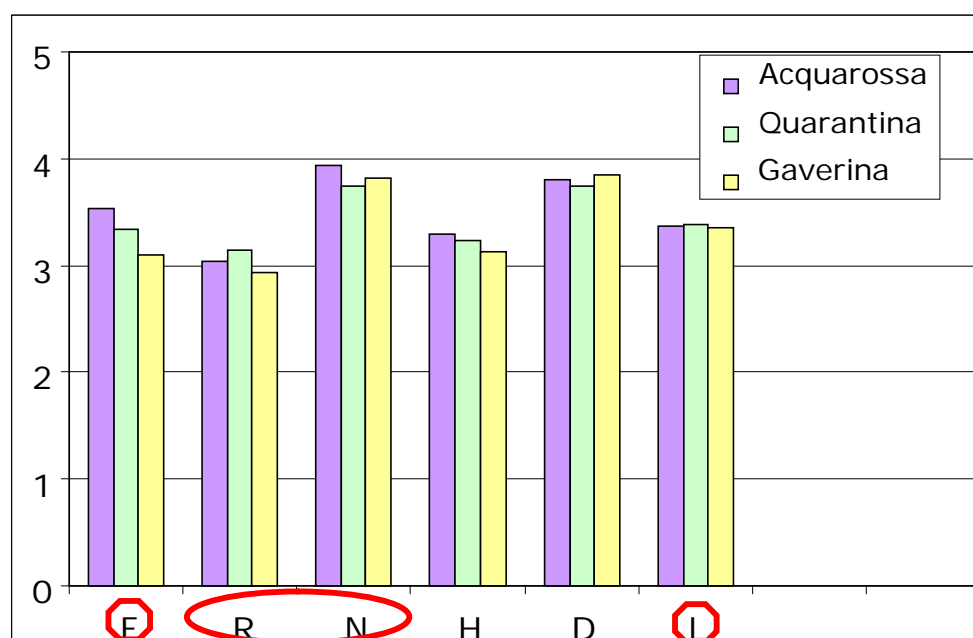


- i fontanili della Gaverina presentano condizioni opposte di irrigazione
- i fontanili della Quarantina mostrano condizioni intermedie, fatta eccezione per il pH del suolo, leggermente più alcalino e meno ricco di azoto.

I risultati ottenuti mostrano che, nonostante l'antropizzazione e, a volte, il degrado delle risorgive, i suoli risultano essere sufficientemente umidi (valori di F medio-alti), non acidificati (valori di R medio-alti) e sufficientemente ombreggiati (valori di L medio-alti). Le differenze tra gruppi di fontanili appaiono per lo più trascurabili.

Piccole differenze di microclima potrebbero essere imputate all'assenza o scarsità di piante arboree, alla vicinanza di strade, all'isolamento o all'interramento, ma è difficile affermarlo perché i fontanili sono stati considerati a gruppi e in ogni gruppo ci sono fontanili in stati conservativi e vegetativi abbastanza diversi. In generale, è possibile evidenziare una marcata presenza di azoto (valori di N abbastanza alti), probabilmente a causa della stretta vicinanza di campi coltivati e regolarmente fertilizzati.

**Figura 11. Medie pesate di ciascun indicatore di Landolt per ogni gruppo di fontanili.**



Durante i sopralluoghi, i fontanili si sono rivelati habitat unici e ricchi di biodiversità, ci è sembrato che nel complesso godano di buone condizioni di salute e che la loro qualità dal punto di vista ambientale sia discreta. Le foto successive, raccolte nel mese di ottobre del 2008, possono testimoniare questa affermazione.

**Figura 12. Alcune immagini che testimoniano la biodiversità dei fontanili studiati.**























### FASE 3- BIOSAGGI

I Macroinvertebrati sono usati in Italia e nel resto del mondo per calcolare l'Indice Biotico Esteso (IBE), che consente di valutare la qualità delle acque di un fiume attraverso la composizione della comunità macrobentonica di organismi che vi vivono. Questo indice è stato messo a punto tramite confronti precisi con indici chimici di qualità delle acque; in condizioni naturali la comunità vivente è ampia e ben diversificata per sfruttare tutte le potenzialità ambientali, qualora una perturbazione modifichi un qualunque fattore (registrabile facilmente con analisi chimiche come temperatura, pH, ecc...) dell'ambiente fiume, la comunità ne risente ed alcuni organismi scompaiono, mentre altri più resistenti proliferano. L'IBE, modificato da Ghetti nel 1997, stabilisce che:

- l'inquinamento tende a restringere la varietà di organismi, sebbene una buona quota di specie tolleranti possa adattarsi a condizioni sfavorevoli;
- in un corso d'acqua inquinato alcuni organismi indicatori tendono a sparire con un ordine ben preciso all'aumentare dell'inquinamento.

I Gammaridi sono Crostacei Anfipodi che fanno parte dei Macroinvertebrati bioindicatori della qualità delle acque fluviali. Essi sono stati riconosciuti come particolarmente sensibili ai pesticidi e la loro attività nutrizionale, così come il loro tasso di mortalità, possono essere facilmente messi in relazione con l'inquinamento.

Nel biosaggio con Gammaridi (Schulz, 2003), gli effetti ecotossicologici vengono misurati determinando l'attività nutrizionale di *Gammarus fossarum* (figura 13) o *Gammarus pulex*, supponendo che diminuisca all'aumento della concentrazione dei pesticidi.

**Figura 13. Esemplare di *Gammarus fossarum***



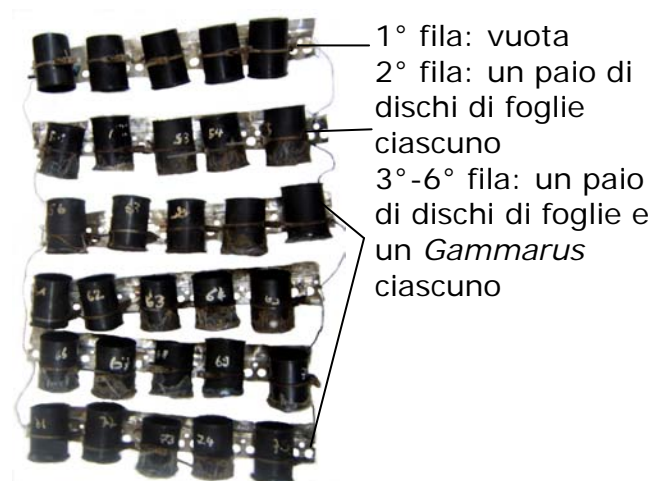
Il metodo prevede l'uso di piccoli contenitori cilindrici, legati tra loro come rappresentato nella figura 14 e posti sul fondale del corso d'acqua. Tutti i contenitori sono chiusi alle due estremità da retine molto fitte, che permettono il passaggio di acqua e materiali sospesi fini. La prima fila (vuota) serve per rompere il flusso della corrente, la seconda (dischi di foglie di ontano nero (*Alnus glutinosa*)) serve a valutare il consumo da parte di microrganismi acquatici e le ultime 4 file, dove in ciascun contenitore sono inseriti due dischi di foglie ed un Gammaride, servono a valutare l'attività nutrizionale dei Gammaridi.

Dopo aver lasciato i contenitori in situ per un tempo fissato (es. 7 giorni), si determinano:

- il peso secco assunto dai dischi di foglie di ontano (*Alnus glutinosa*)
- il peso secco dei Gammaridi
- l'attività nutrizionale al giorno: perdita di peso foglie/(peso Gammaridi \* n. giorni di posa).

Durante il 2008 il metodo, finora applicato in Nord Europa su piccoli corsi d'acqua generalmente contaminati in maniera pesante, è stato testato con successo, attraverso l'applicazione in un corso d'acqua originatosi da fontanili e relativamente poco inquinato (Fiume Tormo, località Palazzo Pignano) e in un fontanile della Gaverina (n. 10, figura 3).

**Figura 14. Strumento per eseguire biosaggi con Gammaridi.**



Il Gammaridi da usare sono stati campionati nel Tormo e il metodo è stato applicato nei mesi di luglio e novembre, rispettivamente in un periodo lontano e nei giorni immediatamente successivi ad eventi piovosi. L'obiettivo era quello di verificare la sensibilità dei biosaggi al trasporto di sostanze nutritive ed inquinanti associato al ruscellamento e all'aumento di portata nel caso di forti piogge e testarne

contemporaneamente l'applicabilità là dove la corrente può diventare abbastanza intensa.

**Figura 15. Biosaggi nel fontanile 10 della Gaverina.**



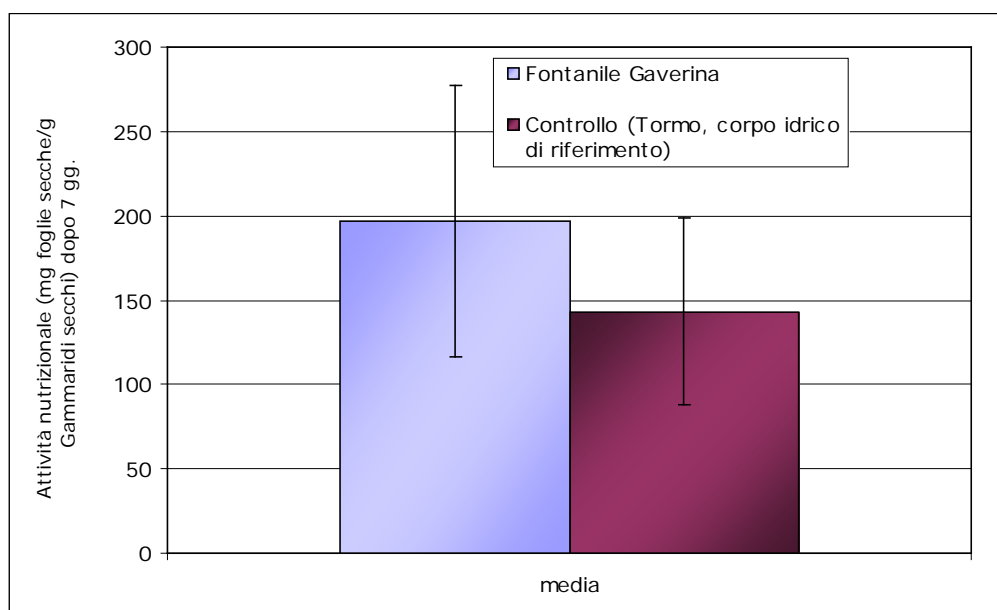
I dati ottenuti sono confrontabili con quelli indicati in letteratura, come ordine di grandezza e come deviazione standard (Dangles et al., 2000). L'attività nutrizionale dei Gammaridi sembra presentare di norma una certa variabilità. Emerge anche che, come atteso, la qualità del Tormo è più bassa.

Durante il periodo di messa a punto del metodo, abbiamo potuto constatare che i biosaggi sono utilizzabili in corsi d'acqua con portata ridotta, minima influenza di eventi meteo, trasporto di sedimenti poco significativo. Il metodo originario è stato inoltre modificato per ovviare ad alcuni inconvenienti. Ad esempio, infatti, sia nel Tormo che nella Gaverina è accaduto che i sedimenti trasportati dal ruscellamento dovuto alle forti piogge ricoprirono interamente foglie e Gammaridi, fino a rendere impossibile la stima dell'attività nutrizionale. Oppure, nel mese di novembre è accaduto che i Gammaridi si riproducessero o che uscissero dalle maglie della rete che ricopriva il contenitore. Secondo la bibliografia (Duran, 2007), la lunghezza media di un Gammaride è minima nei mesi estivi e i Gammaridi ovigeri sono al loro massimo numerico nei mesi autunnali. Alcuni autori affermano che occorre usare Gammaridi allo stadio vitale adulto: Gammaridi troppo piccoli hanno una minore attività nutrizionale e generano dati con deviazione standard troppo elevata. Per i motivi esposti abbiamo dovuto scegliere attentamente sia le dimensioni delle maglie delle reti dei contenitori per i biosaggi, sia il periodo di campionamento dei Gammaridi. E' stata inoltre necessaria un'attenta selezione delle dimensioni di questi macroinvertebrati prima dell'uso. Infine, come previsto dal metodo, abbiamo deciso di raccogliere i Gammaridi nel fontanile della Gaverina più lontano da campi coltivati e potenzialmente meno contaminato e di condizionarli in acquario prima di impiegarli nuovamente.



La figura 16 rappresenta i risultati ottenuti nel mese di luglio 2008.

**Figura 16. Misura dell'attività nutrizionale in un fontanile e nel fiume Tormo nel luglio 2008.**



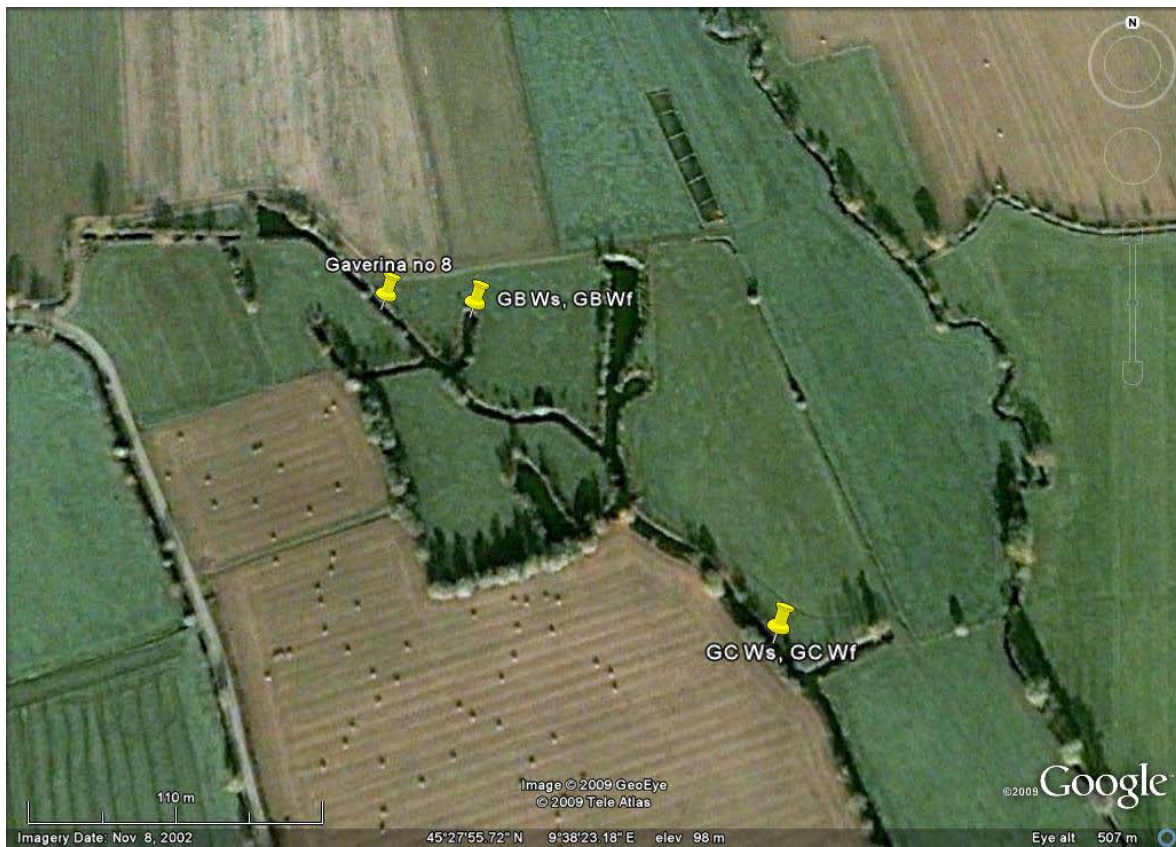
Per i campionamenti del 2009, in ognuno dei tre gruppi di fontanili studiati sono stati scelti un "contaminato" ed un "controllo", sulla base della vicinanza e lontananza da campi coltivati, nel nostro caso tutti a mais, rispettivamente:

- n. 1B (figura 6 e 19) e 1A (figura 3 e 19) Quarantina
- n. 10 (figure 2, 15 e 16b) e 7 (figura 16a e b) Gaverina
- n. 2 (figura 17a e b) e 3 (figura 17b e 18) Acquarossa.

**Figura 16a. Fontanile 7- Fonti della Gaverina.**



**Figura 16b. Controllo (GB) e contaminato (GC)- Fonti della Gaverina.**

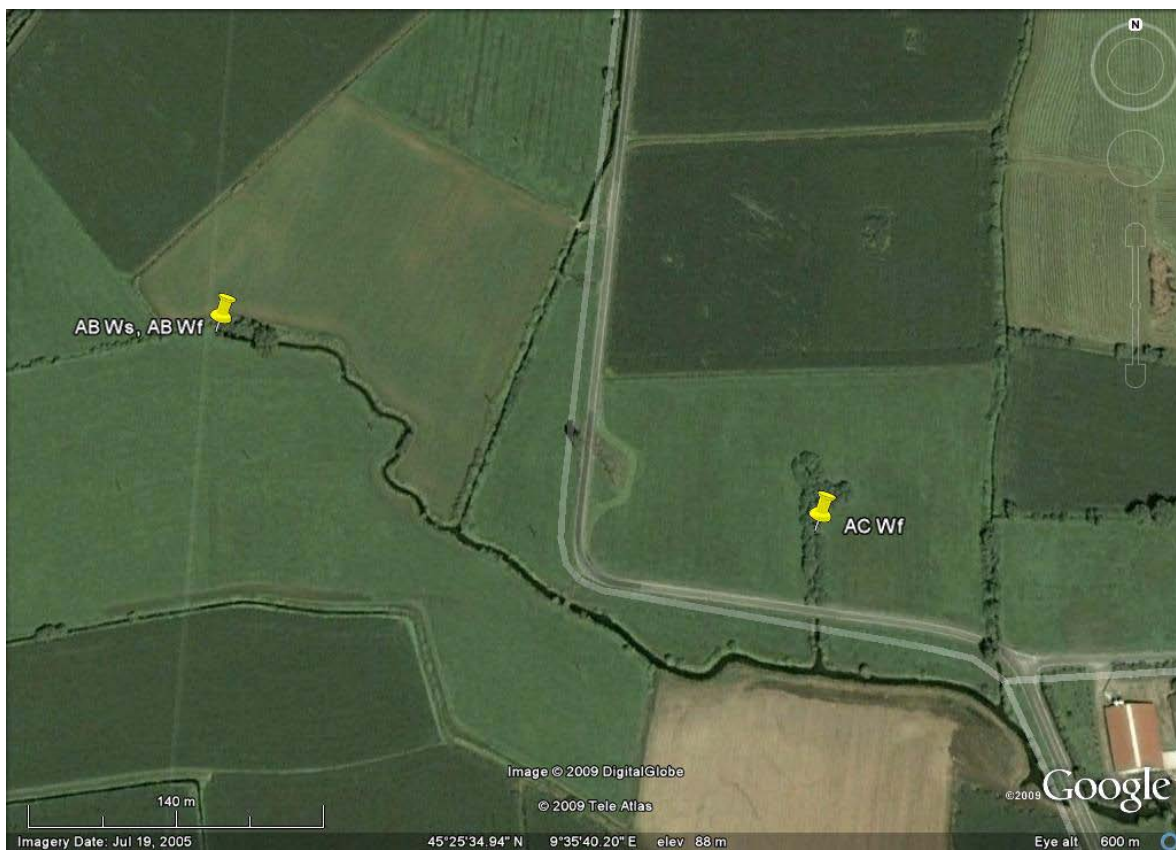


**Figura 17a. Fontanile 2- Acquarossa.**





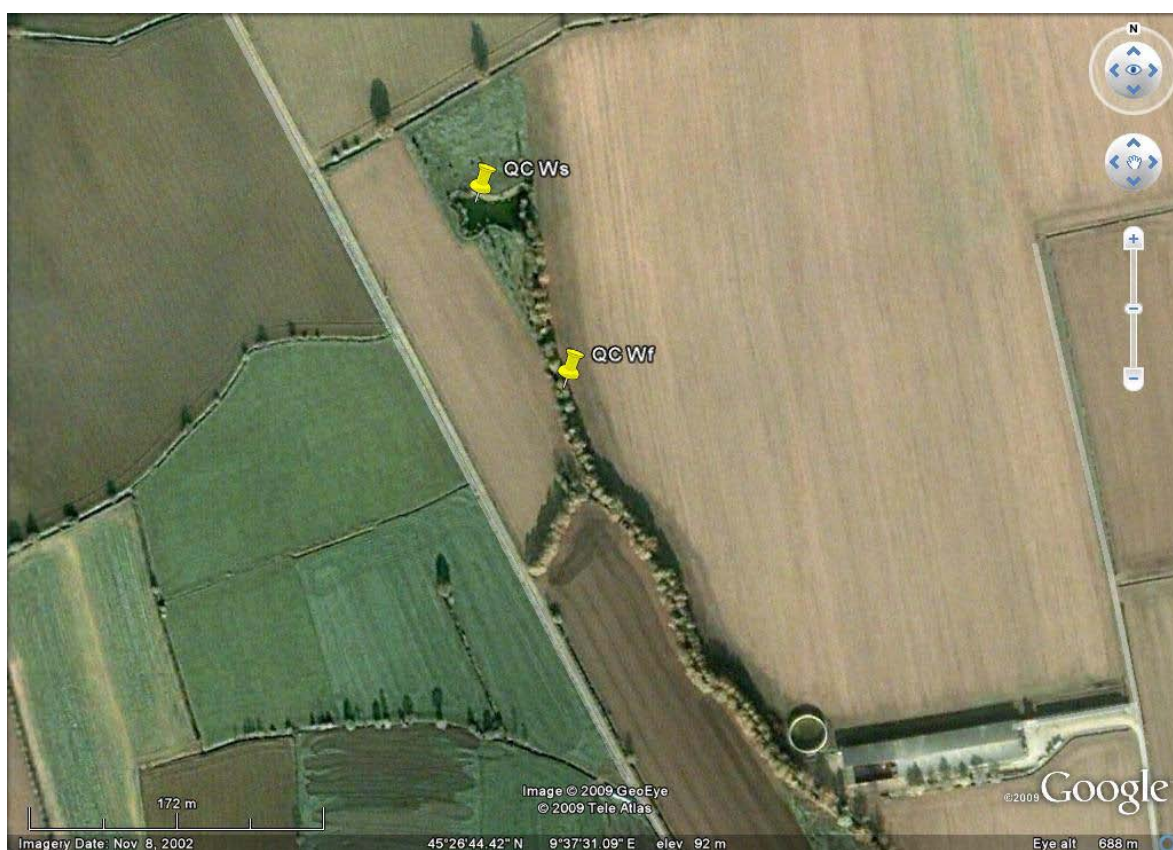
**Figura 17b. Controllo (AB) e contaminato (AC)- Acquarossa.**



**Figura 18. Fontanile 3- Acquarossa.**



**Figura 19. Controllo (QB) e contaminato (QC)- Quarantina.**



I biosaggi sono stati affiancati dall'analisi chimica dei principali composti azotati e dei principali agrofarmaci. La scelta del punto di campionamento, del periodo di realizzazione, della tipologia di analisi e della matrice ambientale da monitorare (suolo, acqua, sedimento, piante) è stata effettuata dopo aver raccolto informazioni di natura:

- agronomica (concimazioni, trattamenti fitosanitari e irrigazioni)
- pedologica
- idrologica
- meteorologica

tenendo conto anche del ciclo riproduttivo dei Gammaridi.

Per la raccolta dei dati agronomici, sono stati interpellati i conduttori dei campi limitrofi ai 3 fontanili "contaminati" e sono state compilate schede analoghe a quella riportata sotto.

**Tabella 9. Esempio di scheda agronomica per i fontanili "contaminati".**

<b>N. del fontanile</b>
<b>Gruppo di appartenenza</b>
<b>Comune di appartenenza</b>
<b>Colture limitrofe</b>
<b>Colture precedenti</b>
<b>Concimazioni (prodotto, periodo di distribuzione, dosi distribuite e metodo di distribuzione)</b>
<b>Trattamenti fitosanitari (prodotto, periodo di distribuzione, dosi distribuite e metodo di distribuzione)</b>
<b>Irrigazioni (provenienza acqua, metodo usato, frequenza)</b>

I campionamenti sono stati realizzati prendendo in considerazione il periodo colturale, cioè:

1. poco dopo i trattamenti agronomici e in concomitanza con eventi di pioggia consistenti (fine giugno/inizio luglio 2009)
2. dopo il raccolto, a mesi di distanza dai trattamenti e in assenza di eventi piovosi (fine settembre 2009).

Le concimazioni, in genere, sono state realizzate con letame (prima della semina), urea (al ricalzo) e liquame (verso fine settembre/inizio ottobre). Mentre l'azoto di letame e liquame viene rilasciato lentamente, l'azoto ureico si trasforma in nitrati, fortemente solubili, abbastanza rapidamente, producendo il massimo di concentrazione di nitrato dopo circa due settimane.

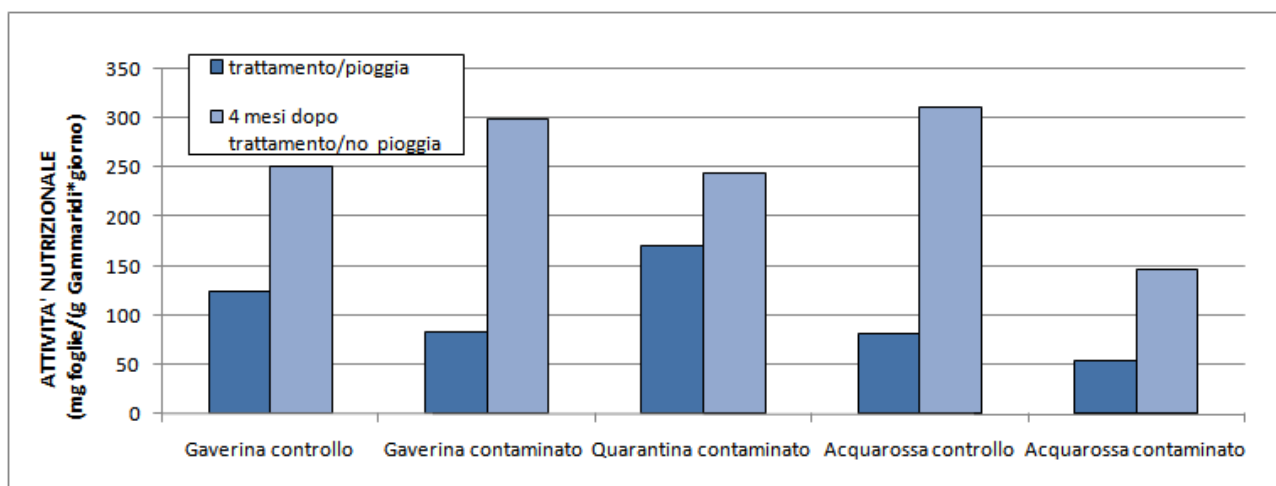
Il diserbo è stato realizzato in preemergenza con terbutilazina e isoxaflutolo, principi attivi caratterizzati da lisciviazione media e persistenza di circa 50-60 giorni.

Per l'irrigazione sono stati usati i fontanili stessi.

I biosaggi eseguiti nel 2009, riferiti a tempi di posa di 1-2 settimane, hanno fornito i dati riportati nella figura 19. Mancano i risultati relativi al fontanile Quarantina-controllo a causa della frequente presenza di bagnanti nella stagione estiva, che ha reso impossibile la posa dei biosaggi.

I dati di attività nutrizionale da noi ottenuti dopo due settimane di posa dei biosaggi sono più alti di quelli riportati in letteratura (Dangles et al., 2000), che si riferiscono quindi a situazioni caratterizzate da maggiore contaminazione. In tutti i fontanili è possibile notare che i valori di attività nutrizionale sono più bassi durante il primo campionamento. Tale effetto è provocato dai trattamenti immediatamente seguiti da piogge torrenziali, in grado di trasportare sostanze inquinanti fino ai fontanili per ruscellamento o percolazione.

**Figura 19. Risultati dei biosaggi eseguiti nel 2009 nei fontanili selezionati.**



Alla fine della stagione colturale, in tutti i fontanili studiati, l'attività nutrizionale ha subito un aumento: ciò sta a significare che la qualità è migliorata, anche nei punti di prelievo ritenuti più contaminati, grazie alla capacità autodepurativa dei fontanili stessi. I dati relativi ai biosaggi dimostrano anche che non sempre i fontanili ritenuti contaminati sono risultati in condizioni peggiori rispetto ai fontanili controllo, come nel caso di Quarantina contaminato.

Le acque per l'analisi chimica sono state prelevate sia all'inizio che alla fine dei biosaggi, sia direttamente dalle emergenze, naturali o artificiali, sia lungo l'asta dei fontanili.



Nei campioni di acque, suoli delle rive e sedimenti sono stati ricercati i principali agrofarmaci usati nelle colture di mais (gli erbicidi terbutilazina, alachlor, metolachlor, acetochlor, isoxaflutolo, aclonifen e l'insetticida chlorpirifos) e alcuni loro metaboliti (es. DET, principale metabolita della terbutilazina) e le principali forme d'azoto inorganico. I residui di agrofarmaci sono stati ricercati anche nei campioni di vegetazione riparia, ma non sono riportati perché sempre sotto il limite di rilevazione strumentale.

Prima di analizzare i residui di agrofarmaci, è stato necessario mettere a punto i metodi per la loro estrazione dalle matrici ambientali in esame. Sono state allestite delle prove con le quali si è misurata la percentuale di recupero dei singoli composti analizzati. Per fare ciò, sono stati utilizzati campioni di suolo e sedimenti arricchiti con i diversi agrofarmaci studiati, che sono stati sottoposti ad estrazione ed analisi. Le % di recupero dei composti aggiunti sono riportate di seguito:

percentuali di recupero nei terreni

Desetil-terbutilazina	88
Terbutilazina	93
Acetochlor	111
Alachlor	122
Chlorpirifos	106
Isoxaflutolo	109
Metolachlor	91

percentuali di recupero nei sedimenti

Desetil-terbutilazina	91
Terbutilazina	95
Acetochlor	109
Alachlor	115
Chlorpirifos	133
Isoxaflutolo	128
Metolachlor	85

Non è mai stata riscontrata la presenza, in nessuno dei campioni, di: acetochlor, isoxaflutolo, aclonifen e chlorpirifos. E' stato analizzato anche il contenuto di metalli pesanti, che non è mai apparso significativo. Abbiamo riscontrato differenze minime confrontando i dati analitici delle acque prelevate prima e dopo la pioggia e nell'emergenza e lungo l'asta. Un esempio dei risultati ottenuti nei casi testati è riportato nella tabella 10.

Il fatto che le differenze tra asta ed emergenza siano per lo più trascurabili, significa che l'apporto di inquinanti per ruscellamento non ha un ruolo determinante, come dimostrano anche i dati rilevati prima e dopo le piogge. Ciò indica che le contaminazioni evidenziate non sono dovute a trattamenti eseguiti nei campi limitrofi, né ad eventi meteo vicini al campionamento. E' probabile che le sostanze inquinanti provengano dalla percolazione attraverso il suolo di campi siti ad una certa distanza, che sarebbe interessante quantificare.



**Tabella 10. Esempio di risultati ottenuti campionando le acque prima (19/06) e dopo (02/07) eventi di pioggia importanti, nell'emergenza e lungo l'asta.**

Fontanile	Punto di campionamento	Terbutilazina [ng/l]		Desetil-terbutilazina [ng/l]		Acetochlor [ng/l]		Alachlor [ng/l]		Chlorpirifos [ng/l]		Azoto nitrico [mg/l]		Azoto ammoniacale [mg/l]	
		19/06	02/07	19/06	02/07	19/06	02/07	19/06	02/07	19/06	02/07	19/06	02/07	19/06	02/07
Acquarossa	Controllo/emergenza	125	183	209	251	0	0	0	0	0	0	0.13	0.19	7.62	7.09
	Controllo/asta	131	187	189	267	0	0	0	0	0	0	0.10	0.21	7.54	7.48
Gaverina	Controllo/emergenza	-	89	-	136	-	0	-	0	-	0	0.09	0.23	9.31	9.40
	Controllo/asta	-	71	-	108	-	0	-	0	-	0	0.01	0.24	9.24	9.80
Quarantina	Contaminato/emergenza	94	-	113	-	0	-	0	-	0	-	0.02	0.23	6.84	7.65
	Contaminato/asta	105	80	131	121	0	0	0	0	0	0	0.02	0.25	6.99	7.22

I risultati dei residui di pesticidi nel suolo e nelle acque rispecchiano le differenze tra le epoche di campionamento e tra fontanili controllo e contaminati, che sono state trovate per mezzo dei bioindicatori (tabella 11). Il primo campionamento non permette di distinguere fra Acquarossa contaminato e controllo, anzi, il controllo presenta un contenuto di desetil-terbutilazina decisamente maggiore.

**Tabella 11. Concentrazioni dei pesticidi nei suoli, nei sedimenti e nelle acque**

Suolo									
Fontanile		concentrazione (ng kg <sup>-1</sup> )							
		Desetil-terbutilazina		Terbutilazina		Alachlor		Metolachlor	
		trattamento/pioggia	4 mesi dopo trattamento/no pioggia	trattamento/pioggia	4 mesi dopo trattamento/no pioggia	trattamento/pioggia	4 mesi dopo trattamento/no pioggia	trattamento/pioggia	4 mesi dopo trattamento/no pioggia
Acquarossa	Controllo	0	0	0	0	0	0	0	0
	Contaminato	9434	1101	21877	2247	0	0	0	0
Gaverina	Controllo	3292	0	3104	0	1801	0	0	0
	Contaminato	4263	1097	23198	3848	14669	10394	3281	2020
Quarantina	Contaminato	6264	1440	21135	3870	17754	40663	11249	2076

Sedimento									
Fontanile		concentrazione (ng kg <sup>-1</sup> )							
		Desetil-terbutilazina		Terbutilazina		Alachlor		Metolachlor	
		trattamento/ pioggia	4 mesi dopo trattamento/ no pioggia	trattamento/ pioggia	4 mesi dopo trattamento/ no pioggia	trattamento/ pioggia	4 mesi dopo trattamento/ no pioggia	trattamento/ pioggia	4 mesi dopo trattamento/ no pioggia
Acquarossa	Controllo	0	0	0	0	0	0	0	0
	Contaminato	0	0	0	0	0	0	0	0
Gaverina	Controllo	0	0	0	0	0	0	0	0
	Contaminato	0	0	0	0	0	0	0	0
Quarantina	Contaminato	2120	472	23475	3497	17238	13944	7234	3321

Acqua									
Fontanile		concentrazione (ng L <sup>-1</sup> )							
		Desetil-terbutilazina		Terbutilazina		Alachlor		Metolachlor	
		trattamento/ pioggia	4 mesi dopo trattamento/ no pioggia	trattamento/ pioggia	4 mesi dopo trattamento/ no pioggia	trattamento/ pioggia	4 mesi dopo trattamento/ no pioggia	trattamento/ pioggia	4 mesi dopo trattamento/ no pioggia
Acquarossa	Controllo	267	126	187	69	0	0	0	0
	Contaminato	144	83	157	80	0	0	0	0
Gaverina	Controllo	108	60	71	40	0	0	0	0
	Contaminato	120	104	78	55	0	0	0	0
Quarantina	Contaminato	121	80	80	40	0	0	0	0

**Tabella 12. Concentrazioni di ammoniaca e nitrati nei suoli, nei sedimenti e nelle acque**

Suolo					
Fontanile		concentrazione (mg kg <sup>-1</sup> )			
		Azoto nitrico		Azoto ammoniacale	
		trattamento/ pioggia	4 mesi dopo trattamento/ no pioggia	trattamento/ pioggia	4 mesi dopo trattamento/ no pioggia
Acquarossa	Controllo	26.33	29.15	2.78	2.61
	Contaminato	44.49	30.89	0.31	3.37

Gaverina	Controllo	22.21	39.37	0.56	3.52
	Contaminato	23.75	26.01	0.23	2.06
Quarantina	Contaminato	28.17	31.81	2.18	2.64

Sedimento					
Fontanile		concentrazione (mg kg <sup>-1</sup> )			
		Azoto nitrico		Azoto ammoniacale	
		trattamento/ pioggia	4 mesi dopo trattamento/ no pioggia	trattamento/ pioggia	4 mesi dopo trattamento/ no pioggia
Acquarossa	Controllo	3.25	12.97	3.74	5.29
	Contaminato	7.45	9.97	3.46	1.93
Gaverina	Controllo	4.61	6.97	0.18	1.13
	Contaminato	4.75	8.13	0.58	1.81
Quarantina	Contaminato	24.51	10.28	1.63	3.19

Acqua					
Fontanile		concentrazione (mg L <sup>-1</sup> )			
		Azoto nitrico		Azoto ammoniacale	
		trattamento/ pioggia	4 mesi dopo trattamento/ no pioggia	trattamento/ pioggia	4 mesi dopo trattamento/ no pioggia
Acquarossa	Controllo	4.08	4.08	0.21	0.10
	Contaminato	4.35	4.35	0.23	0.19
Gaverina	Controllo	7.54	7.54	0.21	0.10
	Contaminato	8.31	9.12	0.23	0.28
Quarantina	Contaminato	5.65	5.65	0.25	0.16

Osservando la tabella 12, è possibile notare che i valori di nitrati ed ammoniaca nelle acque sono compatibili con la potabilità e, così come quelli di suoli e sedimenti, non sono influenzati dall'epoca né dal punto di campionamento.

## Bibliografia

Dangles O.J., Guérol F. A. 2000. Feeding activity of *Gammarus fossarum* (Crustacea: Amphipoda) in acidic and low mineralized streams. Verh. International Verein Limnology 27: 1–4.

D'Auria G., Zavagno, F. 2005. I fontanili della provincia di Cremona. Provincia di Cremona, Cremona.

Duran M., 2007. Life Cycle of *Gammarus pulex* (L.) in the River Yeşilirmak. Turkish Journal of Zoology 31: 389-394.

- Ghetti P.F., 1986. I macroinvertebrati nell'analisi di qualità dei corsi d'acqua. Manuale di applicazione Indice Biotico E.B.I. modificato. Provincia Autonoma di Trento.
- Landolt E., 1977 - Ökologische Zeigerwerte zur Schweizer Flora. Veröff. Geobotany Institute ETH, Zürich.
- Magurran, A. E., 1988. Ecological Diversity and its Measurement. Princeton University Press, Princeton, NJ.
- Pignatti S., 1982. Flora d'Italia. Ed agricole, Bologna.
- Pirola A., 1970. Elementi di Fitosociologia. Coop. Libreria Univ., Bologna.
- Rosenzweig M. L., 1995. Species Diversity in Space and Time. Cambridge University Press, New York, NY.
- Schulz R., 2003. Using a freshwater amphipod in situ bioassay as a sensitive tool to detect pesticide effects in the field. Environmental Toxicology and Chemistry 22:1172-1176.