



UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE



C.Re.Ha.
Conservation and Restoration of Habitats



Sogenus Spa
Più valore all'ambiente

Il recupero di una discarica: da centro di raccolta rifiuti a “Oasi della Biodiversità”



GLI AMICI E COLLEGHI DELL'ORTO
BOTANICO "SELVA DI GALLIGNANO"
CON TANTISSIMO AFFETTO

A MARCO BERTI



QUELLO CHE IL BRUCO CHIAMA
FINE DEL MONDO,
IL RESTO DEL MONDO CHIAMA
FARFALLA

LAO TSE

This series of monographs published as “I Quaderni della Selva” is edited by the Botanical Garden Centre Interdipartimental Services of the Marche Polytechnic University, which publishes environmental research aimed at the improvement and diffusion of the natural sciences and their interactions with human activities. These publications thus address studies from different scientific fields that are actively involved in the management and sustainable development of the territory.

Editor-in-chief

Edoardo Biondi

Editorial Committee

Marina Allegrezza

Vincenzo Caputo

Giuseppe Corti

Adele Finco

Nunzio Isidoro

Marco Moroni

Rodolfo Santilocchi

Fabio Taffetani

Carlo Urbinati

Simona Casavecchia

Working group

Edoardo Biondi, Fabio Taffetani, Maurizio Bianchelli, Marco Galiè, Roberta Gasparri, Massimiliano Morbidoni, Marco Berti, Stefano Orlandini, Massimiliano Paoli, Renato Piccini

Botany group. Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali, Università Politecnica delle Marche

Edoardo Biondi, Maurizio Bianchelli, Diana Galdenzi, Marco Galiè, Massimiliano Morbidoni, Liliana Zivkovic, C.RE.HA Nature Società Cooperativa

Nunzio Isidoro, Paola Riolo, Sara Ruschioni

Entomology group. Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali, Università Politecnica delle Marche

Davide Neri, Serena Polverigiani

Arboriculture group. Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali, Università Politecnica delle Marche

Gianfranco Romanazzi, Lucia Landi, Sergio Murolo

Plant pathology group. Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali, Università Politecnica delle Marche

Assistant to the Editor

Marco Galiè

Publisher

©2016 Quaderni della Selva

Centro Interdipartimentale di Servizi - Università Politecnica delle Marche

Printing

Errebi Grafiche Ripesi



UNIVERSITÀ
POLITECNICA
DELLE MARCHE



C.Re.Ha.
Conservation and Restoration of Habitats



Sogenus Spa
Più valore all'ambiente

Il recupero di una discarica: da centro di raccolta rifiuti a “Oasi della Biodiversità”

**Presentazione dei risultati ottenuti nella discarica “La Cornacchia”
di Maiolati Spontini in provincia di Ancona**

a cura di

Edoardo Biondi e Fabio Taffetani

I Quaderni della Selva

Ottavo Volume

2016

Presentazione del volume	7
Introduzione	9
Premessa	11
LA DISCARICA “LA CORNACCHIA”	13
<i>Massimo Mosca, Edoardo Biondi, Marco Galiè</i>	
IL RESTAURO AMBIENTALE DELLE AREE ESAURITE DELLA DISCARICA “La Cornacchia”	22
<i>Edoardo Biondi, Maurizio Bianchelli, Marco Galiè, Massimiliano Morbidoni Marco Berti, Massimiliano Paoli, Stefano Orlandini</i>	
L’OASI DELLA BIODIVERSITÀ	55
<i>Edoardo Biondi, Fabio Taffetani, Maurizio Bianchelli Marco Galiè, Roberta Gasparri, Massimiliano Morbidoni Stefano Orlandini, Massimiliano Paoli</i>	
IL MONITORAGGIO AMBIENTALE	85
MONITORAGGIO DELLO STATO DI DEPERIMENTO DELLE POPOLAZIONI DI PIOPPO DEL FOSSO DI PONTENUOVO	87
<i>Edoardo Biondi, Maurizio Bianchelli, Marco Galiè, Roberta Gasparri</i>	
DISSECCAMENTO DEI PIOPPI A VALLE DEGLI IMPIANTI DELL’AZIENDA SO.GE.NU.S. S.P.A.: INDIVIDUAZIONE DELLE CAUSE ED ANALISI COMPARATIVE IN ALTRI SITI	96
<i>Gianfranco Romanazzi, Sergio Murolo</i>	
ANALISI DELLA CONTAMINAZIONE AMBIENTALE DEL FOSSO “PONTENUOVO” POSTO A VALLE DELL’AZIENDA SO.GE.NU.S. SPA MEDIANTE L’USO DI MICRORGANISMI BIOINDICATORI E DELLA POPOLAZIONE MICORRIZICA	105
<i>Lucia Landi, Sergio Murolo, Francesco Giammarino, Gianfranco Romanazzi</i>	
MONITORAGGIO DELL’IMPIANTO A VERDE: ATTECCHIMENTO E ACCRESCIMENTO DELLE SPECIE IMPIANTATE IN RELAZIONE ALLE CONDIZIONI AMBIENTALI	109
<i>Edoardo Biondi, Davide Neri, Maurizio Bianchelli Marco Galiè, Massimiliano Morbidoni, Serena Polverigiani Simone Agostinelli, Alessio Radicioni</i>	



STUDIO DEI COMPORTAMENTI RADICALI DELLE SPECIE ARBUSTIVE IMPIEGATE NELLA RIQUALIFICAZIONE DELLE AREE ESAURITE DELLA DISCARICA	130
<i>Serena Polverigiani, Davide Neri, Francesca Massetani</i>	
UTILIZZO DELLE API PER IL MONITORAGGIO AMBIENTALE	139
<i>Ruschioni Sara, Riolo Paola e Nunzio Isidoro</i>	
CARTOGRAFIA DELLA VEGETAZIONE CON INDICAZIONE DELLE ZONE DI PREVALENTE PRESENZA DELLE SPECIE BOTTINATE DAI PRONUBI NELL'AREA DELLA DISCARICA	152
<i>Edoardo Biondi, Maurizio Bianchelli, Marco Galiè, Liliana Zivkovic</i>	
CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SUL PROCESSO DI RECUPERO	160

PRESENTAZIONE DEL VOLUME

In questa pubblicazione che conclude un importante lavoro di studio e ricerca applicata svolto da alcuni ricercatori di chiara fama dell'Università Politecnica delle Marche troviamo un esempio virtuoso di collaborazione efficace ed allo stesso tempo indipendente tra il mondo accademico e le imprese che operano nella nostra Regione. Questo esempio di collaborazione efficace e di alto livello qualitativo vuole rappresentare uno stimolo convincente per altre realtà aziendali ed istituzionali.

Il lavoro di monitoraggio ambientale e ricerca presso il sito di smaltimento dei rifiuti di proprietà del Comune di Maiolati Spontini dove SOGENUS spa ha svolto e svolge la propria attività, ha avuto inizio nel 2008 ed è stato pianificato con cura, competenza e coordinato dal Prof. Edoardo Biondi ed ha visto impegnati altri illustri professori e ricercatori della Facoltà di Agraria. Un progetto di ricerca volto ad acquisire ed interpretare dati con metodo scientifico per studiare l'ambiente prossimo alla discarica partendo dalla vegetazione esterna ed interna. In questo contesto ha preso forma la straordinaria idea del Prof. Edoardo Biondi di realizzare un'Oasi della biodiversità e di utilizzare le api per monitorare l'ambiente nel contesto del ripristino ambientale in una importante porzione di discarica esaurita in fase di post gestione. L'idea all'inizio mi sembrò tanto audace quanto originale, forse troppo ambiziosa. Ben presto mi sono convinto che un progetto tanto originale ed utile in futuro doveva essere realizzato per restituire alla nostra comunità che ci ospita ed al Comune di Maiolati Spontini un ambiente sano, ordinato e in armonia con il paesaggio che ci circonda.

Nell'ultimo triennio di realizzazione del progetto ha assunto il ruolo di coordinatore scientifico il Prof. Fabio Taffetani il quale ha portato a termine la realizzazione dell'Oasi della biodiversità con il percorso didattico per gli studenti della scuola primaria. Oggi le scolaresche che vengono a visitarci in gran numero con i loro insegnanti possono osservare come si smaltiscono i rifiuti in discarica ma anche come si ripristina l'ambiente al termine delle attività. In questo habitat specifico hanno un ruolo importante gli insetti e le api, bioindicatori sensibili ed affidabili studiati con sapienza dal Prof. Nunzio Isidoro che da molti anni ormai ci danno informazioni importanti quanto rassicuranti sulla qualità dell'ambiente. Questo esperimento con gli obiettivi raggiunti ha prodotto risultati importanti dei quali si è parlato in programmi televisivi nazionali e regionali, in forum nazionali, nelle riviste specializzate ed altri organi di informazione. La lettura attenta di questa pubblicazione permette di esprimere valutazioni di merito rimanendo ancorati all'osservazione ed al metodo scientifico in una epoca nella quale troppi dissertano senza conoscenza e si atteggiavano ad esperti di ambiente e salute senza avere alcuna esperienza e competenza specifica e di settore. SOGENUS spa ha accolto fin dall'inizio con rispetto e fiducia tutti coloro che con la loro scienza ed esperienza potevano mettere in evidenza tramite l'osservazione e la raccolta di dati, eventuali problematiche ambientali esistenti e da risolvere. Tutto il lavoro è stato svolto con la nostra convinta collaborazione ed i ricercatori dell'Uni-



versità Politecnica delle Marche hanno trovato in noi interlocutori totalmente trasparenti, rispettosi della loro autonomia scientifica pronti a raccogliere ogni indicazione, sollecitazione, proposta e infine qualsiasi esito delle loro ricerche. Leggendo attentamente la documentazione scientifica presente in questa pubblicazione, già trasmessa al Comune di Maiolati Spontini, alla Provincia di Ancona e all'ARPAM, possiamo comprendere il lavoro svolto sul campo e le rassicuranti e positive conclusioni a cui i ricercatori sono pervenuti. Per me è stata una esperienza formativa ed entusiasmante, i risultati obiettivi possono essere apprezzati da chiunque. Oltre l'Oasi della biodiversità tutte le aree di discarica esaurita in post gestione oggi sono ricche di vegetazione autoctona rigogliosa, si possono osservare animali selvatici ed uccelli che nessuno pensa di trovare in questo ambiente. Di tutto questo in azienda siamo molto orgogliosi e riceviamo le congratulazioni di coloro che vengono in visita.

La nostra soddisfazione vogliamo condividerla sia sul piano professionale che umano con il Prof. Edoardo Biondi, con il Prof. Fabio Taffetani e con il Prof. Nunzio Isidoro e con tutto il gruppo di ricercatori appassionati che si sono avvicendati in questi anni. A tutti loro un sincero grazie.

Direttore Generale, Sogenus spa
Mauro Ragaini

UNA PARTICOLARE ESPERIENZA DI RECUPERO AMBIENTALE

Il recupero ambientale della aree dismesse della discarica “La Cornacchia” in comune di Maiolati Spontini, gestita dalla Società Sogenus, ha costituito un momento estremamente importante per un gruppo di ricercatori attivi presso la Facoltà di Agraria dell’Università Politecnica delle Marche.

A questo progetto che è stato affidato dalla Sogenus agli esperti botanici dell’Università, in realtà vi hanno partecipato ricercatori di più aree disciplinari che hanno integrato le loro analisi costituendo un’équipe integrata particolarmente efficace. Il modello scientifico d’impostazione progetto, coordinato da Edoardo Biondi e successivamente da Fabio Taffetani, si è rifatto alla visione concettuale di una scienza antica ma poco studiata in Italia, qual è la Geobotanica. Di questa scienza coloro che l’hanno nel tempo definita hanno voluto che fosse una disciplina olistica, precorritrice dell’ecologia, con una prospettiva però essenzialmente botanica, riempiendola di concetti e modelli dinamici tali da renderla pienamente applicabile alla vita dell’uomo. In effetti le piante con le loro capacità ecologiche costituiscono aspetti fondamentali degli ecosistemi contribuendo in modo determinate alla loro caratterizzazione in quanto sono capaci di supportare i popolamenti animali e, nel contempo anche di reagire alle drastiche trasformazione imposte dalle attività umane sugli ecosistemi. Studiare pertanto in modo approfondito il comportamento delle piante nell’ambiente permette di entrare nel nocciolo dei problemi progettuali per quanto riguarda ad esempio le ricostruzioni degli habitat ed i monitoraggi ambientali. Per questi si può, molto opportunamente contare su una serie enorme di indicatori, rappresentati dalle singole specie ma, soprattutto, da una vastissima gamma, di comunità vegetali che si sostituiscono come risposta alle diverse condizioni ambientali, biotiche ed abiotiche, naturali o imposte dalle attività antropiche. La conoscenza approfondita di queste comunità permette agli studiosi una chiara visione degli ecosistemi diffusi nel territorio e di sviluppare modelli predittivi per progettare e programmare i più disparati interventi sull’ambiente.

I ricercatori hanno operato nel recupero della aree dismesse della discarica, ciascuno all’interno della propria specializzazione, hanno trovato nel progetto un proprio spazio applicativo, particolarmente fecondo, finalizzato alla realizzazioni di ecosistemi funzionali al mantenimento dell’area e, nel contempo, ad avviare un’integrata operazione di monitoraggi ambientali.

L’intervento nella discarica “La Cornacchia” è stato eseguito negli anni dal 2007 al 2016, da professori, ricercatori, tecnici, borsisti e da un elevato numero di studenti che vi hanno svolto la loro tesi di laurea. La loro partecipazione attiva ha determinato una crescita culturale complessiva della Facoltà di Agraria e dell’Orto Botanico “Selva di Gallignano” in quanto riguardante un settore di non tradizionale impegno comune, dimostrando come la collaborazione tra studiosi di settori diversi, riuniti in un progetto unitario, qualora ben fondato su scopi e strategie, dia esiti importanti,



permettendo di raggiungere significativi risultati. In questo volume viene presentato l'iter di quanto realizzato da coloro che hanno con passione collaborato al lavoro finanziato, per compiti istituzionali dalla ditta Sogenus SpA, per la gestione della discarica, in Comune di Maiolati Spontini. A questa società deve essere riconosciuto il merito di aver operato negli anni, mediante l'applicazione rigorosa delle normative nazionali permettendo che tutto il ciclo di deposito e trattamento dei rifiuti venisse adeguatamente realizzato e di aver predisposto in modo esemplare anche le coperture dei rifiuti nelle aree dismesse. Su tali coperture i cui ultimi strati sono stati realizzati con terreno vegetale non solo è stato attuato il progetto di recupero a verde ma più recentemente si è riusciti anche a creare l'"Oasi della Biodiversità". E' questo un ambizioso progetto realizzato dal personale dell'Orto Botanico dell'Università "Selva di Gallignano" in collaborazione con la Società cooperativa C.Re.Ha nature, Spin-off della stessa Università.

Tutto il progetto realizzato nella discarica Sogenus ha avuto comunque una visione di unitarietà, di sistema per rispondere ai seguenti obiettivi:

1. Ricostruire l'ambiente sulle superfici dismesse rispetto alle attività di discarica, nel rispetto ed adeguamento al paesaggio dell'area in cui la discarica stessa si inserisce;
2. Monitorare in continuo le strutture verdi realizzate;
3. Bio-monitoraggio dell'aria con le api ed altri insetti pronubi;
4. Monitorare le acque naturalmente circolanti sui fossi al margine dei terreni della discarica, attraverso lo stato di Pioppi e Salici;
5. Costituzione dell'Oasi della Biodiversità, inserita nell'area recuperata, quale importante centro di educazione scolastica e di informazione su come viene gestita la discarica.

Edoardo Biondi & Fabio Taffetani
Ancona, 6 maggio 2016

IL CONSUMISMO, LO SMALTIMENTO DEI RIFIUTI ED I DANNI AMBIENTALI

Marco Galìe

La continua ricerca di migliorare le condizioni economiche, il desiderio di progredire nello sviluppo industriale, l'aumento della popolazione e la conseguente necessità di ottimizzare i processi produttivi sono le cause che hanno portato l'uomo ad un uso indiscriminato sia degli elementi naturali sia di quelli sintetici, ad un aumento della produzione di rifiuti con effetti sempre più pesanti per l'equilibrio del nostro pianeta e per la nostra stessa salute. Gli elementi di nuova sintesi e i prodotti da essi derivanti sono tantissimi e sono talmente entrati nel nostro quotidiano che difficilmente riusciremmo a farne a meno. Il problema fondamentale consiste nel fatto che tali prodotti, in quanto artificiali, non rientrano nei cosiddetti "percorsi di riciclaggio", hanno tempi di decomposizione estremamente lunghi (nell'ordine di centinaia o migliaia di anni!) e spesso finiscono in discarica. Per questo motivo sarebbe importante non farne un uso indiscriminato, cercando di evitare i prodotti usa e getta e di prediligere almeno quelli che i moderni sistemi di riciclaggio cercano di "recuperare" come, ad esempio, si fa per il vetro o per la carta.

L'effetto delle attività umane sull'ambiente è sempre più evidente. Gli esseri umani sfruttano e degradano l'ambiente in cui vivono senza preoccuparsi delle conseguenze delle loro azioni. La consapevolezza che il nostro pianeta ha raggiunto dei livelli soglia di tolleranza (*carrying capacity*), oltre i quali il danno diviene irreversibile (o non completamente reversibile), sta penetrando nella coscienza della nostra società. Ciononostante, l'ambiente viene spesso riconosciuto come importante solo nel momento in cui si impone un'emergenza ambientale (fughe radioattive, incidenti di petroliere, ecc.); in realtà, è purtroppo noto che i danni più rilevanti sono quelli procurati da forme di inquinamento cronico.

Nel sentire comune, troppo spesso il concetto di protezione ambientale entra in conflitto con le necessità sociali d'utilizzo del territorio. Al contrario, una gestione adeguata dell'ambiente richiede l'armonizzazione di due componenti: la conservazione ambientale e l'uso del territorio e delle sue risorse.

Il Recupero Ambientale

Il concetto di "recupero" consiste, da un lato, nella riduzione dell'inquinamento e dell'impatto antropico, e, dall'altro, nel ripristino di equilibri strutturali e funzionali dell'ecosistema, sia esso un corso d'acqua, una foresta, un'area verde urbana, un porto o una baia. Questi ambienti, una volta completato il loro recupero, tornano ad essere spazi fruibili.

Tuttavia diversi tentativi di recupero ambientale a seguito di gravi emergenze ambientali si sono rivelati più dannosi dell'evento che li aveva resi necessari. Molte



esperienze infatti hanno reso evidente che gli interventi di recupero ambientale non possono procedere per tentativi ma necessitano di un'adeguata analisi secondo criteri ecologici consolidati e selezionando con attenzione le tecnologie da adottare, altrimenti il recupero ambientale appare difficilmente realizzabile.

Il problema del reinserimento di un sito per lo smaltimento dei rifiuti nell'ambiente è, da sempre, uno dei più delicati da affrontare per completare la fase di "restituzione del sito all'ambiente". La "cattiva fama", di cui gode il concetto stesso di discarica, è in gran parte legata proprio alla difficoltà con cui la zona prescelta può tornare a disposizione della collettività, con risultati spesso non soddisfacenti.

La scelta dei possibili riutilizzi del sito di smaltimento è sempre più ampia, ma ciascuno dei potenziali usi richiede un'adeguata pianificazione dei processi di progettazione, gestione e chiusura che tengano conto da subito dei fenomeni tipici della post chiusura, quali assestamenti, gestione del percolato e dei biogas.

Nella gestione di una discarica, al piano operativo ed a quello di sorveglianza e controllo, segue quindi il piano di gestione post-operativa, che comprende le attività atte a garantire che l'area, una volta chiusa la discarica, mantenga i requisiti di sicurezza ambientale previsti, con particolare riferimento alle attività di manutenzione delle opere e dei presidi. La gestione post-operativa deve condurre quindi al ripristino ambientale dell'area tramite un piano che riporti la descrizione delle manutenzioni da effettuare da parte del gestore, finalizzate a garantire che anche in questa fase il processo evolutivo della discarica, nei suoi vari aspetti, prosegua sotto controllo, in modo da condurre in sicurezza la discarica alla fase ultima, in cui si può considerare praticamente inesistente l'impatto dell'impianto sull'ambiente.

Per tale ragione, il lavoro descritto nel presente volume è stato preceduto da approfonditi studi sull'ecologia e sulla fisiologia delle specie da impiegare nel progetto di recupero e da una dettagliata analisi della vegetazione e del paesaggio in cui è inserita la discarica. Allo stesso modo, il successo dell'intervento e la validità delle tecniche impiegate, nonché l'impatto della discarica sull'ambiente, sono stati attentamente valutati attraverso un'intensa attività di monitoraggio.

LA DISCARICA "LA CORNACCHIA"

Massimo Mosca, Edoardo Biondi, Marco Galìè

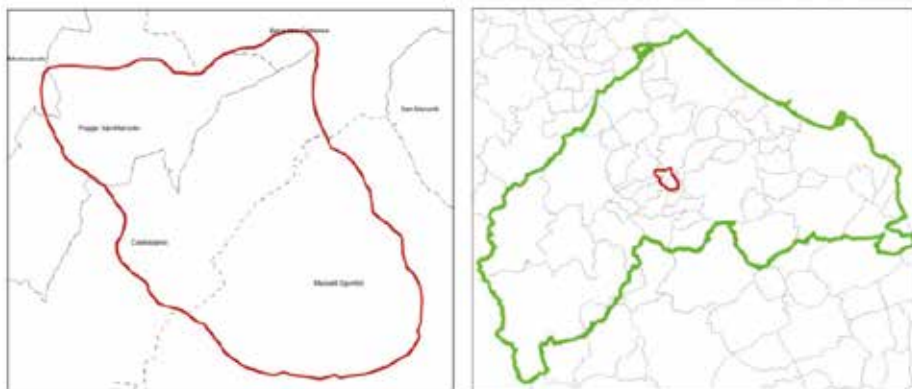
Abstract

"La Cornacchia" landfill is located in the territory of the municipality of Maiolati Spontini, in the Province of Ancona, in a hilly area near Esino River. It was designed following efficiency and sustainability criteria and it is provided with technical features that maximize its safety. The landfill is managed by So.Ge.Nu.S. SpA, a company specialized in collection, transport, treatment and disposal of municipal solid and hazardous waste. All of these activities are carried out respecting environmental safety and public health. Indeed, So.Ge.Nu.S. SpA puts strong emphasis on the importance of environmental protection and valorisation, especially in the field of territory conservation and energy saving. It implemented an energy mix, by setting up solar panels and a biogas plant. Moreover, it is engaged in carrying awareness and information campaign for citizens also involving schools.

Inquadramento territoriale

La discarica "La Cornacchia" è sita nel territorio del comune di Maiolati Spontini, nella provincia di Ancona, nella fascia collinare marchigiana alla sinistra idrografica del bacino dell'Esino. Il contesto territoriale all'interno del quale la discarica si inserisce è rappresentato da quello che può essere definito come il bacino idrografico del fosso "Pontenuovo". Il bacino nel suo complesso ha un'estensione di 905,77 ha e presenta, oltre al fosso principale "Pontenuovo", otto affluenti facenti capo ad altrettanti microbacini, che si dispongono ortogonalmente al fosso principale e che sono, in parte, interessati da fenomeni di erosione rapida.

Da un punto di vista altimetrico l'area vasta all'interno della quale si inserisce la discarica è compresa tra i 100 m s.l.m. della frazione di Moie e i 234 m s.l.m. delle colline più elevate e ricade nel territorio di cinque diversi comuni: Maiolati Spontini, Castelplanio, Poggio San Marcello, Montecarotto e Belvedere Ostrense, tutti nella provincia di Ancona.



*Figura 2.1
Inquadramento
geografico
del contesto
territoriale in cui è
localizzata
la discarica "La
Cornacchia"*

La discarica dista dal centro del paese più vicino circa 2 km e non ci sono abitazioni nel raggio di 500 m; la posizione geografica e la presenza di una vicina rete di grande scorrimento, come la superstrada Ancona-Fabriano, la rende facilmente accessibile e rapidamente raggiungibile da tutti i Comuni serviti e da tutti i clienti.

Figura 2.2
Veduta aerea
della discarica "La
Cornacchia"



La Geologia

Le caratteristiche geologiche della zona sono state definite tenendo conto sia dei dati attinti dalla documentazione geologica derivante da bibliografia (carta geologica *Ambiente Fisico delle Marche* a scala 1:100.000 – Carta geologica d'Italia del Servizio Geologico Italiano a scala 1:100.000), sia effettuando un rilievo geologico generale di dettaglio, nell'ambito di una vasta area, che comprende l'area di interesse ed un vasto contorno, realizzando una serie di sondaggi ed analisi che hanno permesso di verificare la tipologia dei terreni anche in profondità.

Nel bacino di indagine, sono presenti terreni trasgressivi costituiti da argille dominanti, riferibili al *Pleistocene medio*, passanti in profondità a terreni sempre prevalentemente argillosi, del *Pliocene inferiore*. I terreni sopra descritti sono costituiti da argille-argille limose grigie o grigio-nocciola e argille marnose grigio azzurre con intercalazioni millimetriche o veli sabbiosi intercalati. Lo spessore medio delle formazioni argillose ha spessori, in zona, che superano i 1000 m.

L'indagine di dettaglio ha comportato un rilievo puntuale nell'area di interesse mediante la realizzazione di 10 sondaggi a carotaggio continuo e prove penetrometriche statiche. Tale indagine ha confermato che nell'area sono presenti le formazioni di origine marina sopra descritte, costituite da una alternanza di argille marnose gri-

gio-nocciola con livelli e strati millimetrici limo-sabbiosi; tali terreni sono sottostanti spessori variabili da 1.0 m. a 7.9 m. di argille limose di natura detritica, a scarsa consistenza. La porzione più superficiale della formazione si presenta alterata e fratturata con spessori variabili da poche decine di centimetri a 5,0 m. dovuta all'azione, nel tempo, degli agenti meteorici, che conferisce ai terreni una colorazione tipicamente nocciola.

Gli strati hanno una giacitura monoclinale con direzione $110^{\circ}/140^{\circ}$, immersione a Nord-Est e pendenze variabili da 8° a 25° .

La stratigrafia

Le risultanze emerse dai rilievi geologici, dai sondaggi stratigrafici e dalle prove penetrometriche statiche, correlando i vari dati tra loro, hanno permesso di ricostruire alcune sezioni stratigrafiche longitudinali e trasversali al versante, che permettono di avere una visione diretta della situazione geologica presente in sito.

La successione stratigrafica locale, riferita al piano di campagna (p.c.) originario, è così schematizzabile:

- A- dal p.c. a $0.2 \div 0.6$ m., terreno vegetale prevalentemente limo-argilloso di colore nocciola;
- B- da $0.2 \div 0.6$ m. a $1.0 \div 7.9$ m., argille limose nocciola, con porzioni grigio-chiare limose, aspetto caotico con presenza di rarissime concrezioni di CaCO_3 ed inclusi rari elementi vegetali (*Detrito*);
- C- da $1.0 \div 7.9$ m. a $3.3 \div 8.20$ m., argille limose nocciola chiaro con intercalati livelli sabbiosi millimetrici (*formazione alterata*);
- D- da $3.3 \div 8.20$ m. a fine fori, argille marnose grigio-piombo con intercalati livelli sabbiosi millimetrici (spessore da 1 a 2 mm.) (*formazione compatta*).

Durante l'esecuzione delle prove penetrometriche statiche (CPT 2) è stata rilevata presenza di infiltrazioni idriche a quote di - 5.20 m. dal p.c. attuale, in corrispondenza di livelli limosi più permeabili, al contatto tra formazione alterata e formazione compatta di fondo.

L'analisi della situazione idrogeologica locale permette di affermare che nel sito, in conseguenza delle caratteristiche di impermeabilità delle formazioni geologiche presenti, è assente una falda sia in superficie che in profondità. La presenza di acqua nei piezometri è legata a lentissime circolazioni idriche in coincidenza delle coperture detritiche e/o di livelli millimetrici limo-sabbiosi interposti agli strati argillosi della formazione plio-pleistocenica. Si percepisce da ciò l'esiguità dei quantitativi idrici in gioco.

La morfologia

La zona interessata dall'impianto, ricade su di una serie di valli secondarie a forma allungata con assi a direzione NE-SW, delimitate su lati, rispettivamente a N-S-E, da linee di spartiacque che definiscono in maniera precisa i confini dei bacini; ad Ovest



è il fosso di Pontenuovo a stabilire il limite della zona. Le pendenze topografiche medie, rilevabili nei bacini, sono di circa 8° - 14° con valori massimi che localmente raggiungono i 18° - 20° .

Nell'ambito territoriale rilevato, sono presenti anche forme calanchive, essenzialmente in destra orografica dei corsi d'acqua, legate alle caratteristiche meccaniche dei terreni, alla idrografia superficiale presente, ed essenzialmente alla giacitura degli strati.

Nel bacino non si rilevano forme morfologiche importanti, tipiche di aree instabili, con assenza di rigonfiamenti, depressioni, ristagni d'acqua, se si escludono localizzate forme di instabilità superficiali ascrivibili essenzialmente a creep della coltre e asportate e, di conseguenza, eliminate completamente dalle operazioni di sbanco previste nei progetti.

E' interessante rilevare che la morfologia del sito è caratterizzata da pendenze di superficie diverse nei versanti posti in destra orografica e in sinistra del fosso che raccoglie le acque nel bacino esaminato; tale diversità è legata al rapporto della giacitura degli strati con la topografia locale, a reggipoggio in destra orografica, a franapoggio in sinistra. Le condizioni di stabilità diversificate hanno portato, nel tempo, alla situazione morfologica attuale.

L'idrografia

L'idrografia locale è caratterizzata da un pattern molto semplice, lineare e parallelo con linee di deflusso idrico poco incise; dai versanti della valle, le acque defluiscono su linee di minima morfologica che convergono verso l'incisione principale, il fosso di Pontenuovo, con portate praticamente nulle per gran parte dell'anno e intumescenze in coincidenza di eventi piovosi anche medi.

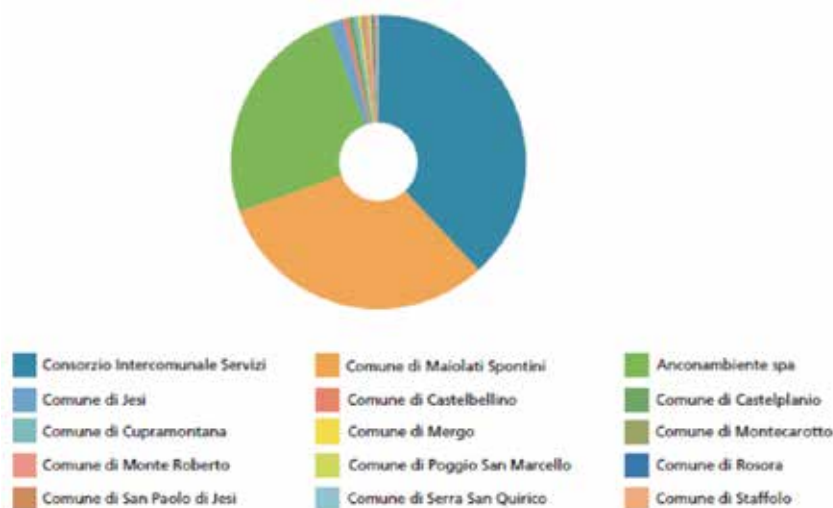
L'alimentazione dei fossi laterali, asciutti per gran parte dell'anno, è legata esclusivamente agli apporti meteorici, con deflussi saltuari, concentrati esclusivamente nei periodi di massima piovosità.

So.Ge.Nu.S. SpA

Nata nel 1988, So.Ge.Nu.S. SpA è una società che si occupa di raccolta, trasporto, recupero e smaltimento di rifiuti nel territorio marchigiano e della Vallesina. Costituita dal Comune di Maiolati Spontini (AN), lega la sua nascita alla gestione dell'impianto "La Cornacchia", struttura di proprietà comunale dedicata allo smaltimento di Rifiuti Solidi Urbani (RSU) e Rifiuti Speciali. Negli anni successivi le attività si sono estese anche alla raccolta di rifiuti per le altre municipalità dell'area, fornendo un servizio puntuale volto a favorire l'incremento delle frazioni differenziate, anche attraverso specifiche campagne informative.

Dal 2009 So.Ge.Nu.S. è una società per azioni a totale capitale pubblico e ha come soci diretti i 12 Comuni della Vallesina, riunitisi nel CIS, il Consorzio Intercomunale Servizi, per i quali gestisce anche la raccolta differenziata (Fig. 3.3).

Figura 2.3
Quote
associative (%)
So.Ge.Nu.S. SpA



L'attuale Consiglio di Amministrazione di So.Ge.Nu.S. SpA si compone di:

- Eddi Ceccarelli, Presidente
- Stefano Crispiani, Vicepresidente
- Bruno Dubini, Consigliere

Lo staff operativo è invece coordinato da:

- Mauro Ragaini, Direttore Generale

I servizi forniti

Da oltre vent'anni So.Ge.Nu.S. SpA gestisce la discarica "La Cornacchia" di Moie, di proprietà del Comune di Maiolati Spontini. L'ottimo lavoro svolto nel tempo ha permesso alla società di ottenere la certificazione EMAS - Eco-Management and Audit Scheme che attesta le alte prestazioni ambientali dell'impianto, divenuto una *best practice* nazionale in termini di ecosostenibilità. Tale riconoscimento non conferma solo l'elevata qualità del lavoro svolto, ma anche l'attendibilità delle informazioni relative alle performance comunicate a cittadini, autorità e organi di controllo. So.Ge. Nu.S. offre un'alta gamma di servizi, svolta nel pieno rispetto dell'ambiente e di specifici standard di sicurezza, che include:

- raccolta e trasporto in discarica di rifiuti urbani indifferenziati e rifiuti speciali;
- raccolta di frazione di rifiuti urbani differenziati prodotti dai cittadini quali plastica, cartone e vetro;
- rifiuti organici, batterie e pile, medicinali e rifiuti ingombranti e materiali risultanti da potature;
- trattamento meccanico e successivo smaltimento per interrimento di Rifiuti Solidi Urbani indifferenziati provenienti dai 12 Comuni soci e dai Comuni di Belvedere, San Marcello, Morro d'Alba, Monsano, Genga, Cerreto d'Esi, Fabriano, Santa Maria Nuova, Agugliano, Offagna, Polverigi, Camerata Picena, Camerano, Falconara, Ca-



stelfidardo, Loreto, Chiaravalle, Monte San Vito e Montemarciano;

- smaltimento di Rifiuti Speciali non pericolosi e di alcune categorie di Rifiuti Speciali pericolosi provenienti prevalentemente dalla regione Marche.

Il sistema di gestione integrato

Tutte le attività di So.Ge.Nu.S. sono gestite nel rispetto dell'ambiente, garantendo la salute e la sicurezza dei numerosi attori coinvolti, dai dipendenti agli utenti finali. Per quanto riguarda la tutela ambientale, So.Ge.Nu.S. persegue l'obiettivo di contribuire allo sviluppo e al benessere della comunità presso cui opera, non solo tutelando la salute dei soggetti interessati, ma anche riducendo il più possibile l'impatto sulla natura. La gestione operativa, infatti, risponde ad avanzati criteri di salvaguardia ambientale, secondo standard di qualità certificati ISO 9001, ISO 14001 e BS OHSAS 18001. Dall'accurato utilizzo delle risorse all'esecuzione di specifici protocolli di gestione, ogni azione è intrapresa in modo sostenibile e non lesivo del contesto in cui So.Ge.Nu.S. interviene.

Un ulteriore strumento molto importante è rappresentato dalla Dichiarazione Ambientale, verificata e certificata da 12 anni da EMAS - Eco-Management and Audit Scheme, il cui obiettivo è informare gli utenti sui risultati ambientali conseguiti in termini quantitativi e qualitativi e le iniziative attuate per monitorare e ridurre gli impatti. Tutte le dichiarazioni sono consultabili online sul portale web di So.Ge.Nu.S. Oltre che da organismi territoriali competenti, l'attività è stata monitorata anche da una commissione tecnico-consulativa, composta da esperti nominati dal Consiglio Comunale di Maiolati Spontini.

Gli esami svolti hanno sempre evidenziato come il sito non risulti dannoso nei confronti dell'ambiente e della salute dei cittadini e come i monitoraggi eseguiti risultino adeguati e sufficienti.

Informazione e Comunicazione

Centrale nell'operato di So.Ge.Nu.S. è anche l'impegno per sensibilizzare i cittadini sull'importanza del corretto conferimento dei rifiuti e del loro avvio al riciclo.

Per ottenere risultati sempre più performanti in favore dell'ambiente, la società è da sempre attiva nel coinvolgimento degli utenti, dai più piccoli agli adulti, attraverso campagne di comunicazione, affinché questi diventino veri e propri protagonisti di un sistema in grado di confermare ogni anno la propria efficienza. So.Ge.Nu.S. riserva particolare attenzione alla promozione di pratiche ambientali virtuose tra le nuove generazioni attraverso iniziative in collaborazione diretta e indiretta con le scuole locali. Presso "La Cornacchia" vengono organizzate visite guidate periodiche per illustrare il ciclo di vita dei rifiuti, la gestione e il funzionamento della discarica e dell'impianto di biogas (Fig. 2.4). Sul portale www.sogenus.com, nella sezione "Scuole", è possibile scaricare il modulo di richiesta di visita, utilizzabile anche da cittadini e associazioni.



*Figura 2.4
Visita guidata
presso le aree
rivegetate
della discarica*

Le caratteristiche tecniche della discarica

L'impianto gestito da So.Ge.Nu.S. SpA è stato progettato e realizzato seguendo specifici criteri di efficienza e sostenibilità, dotando la struttura di adeguati accorgimenti tecnici che ne garantiscono la massima sicurezza.

L'impianto si colloca su un'area collinare, idonea per la sua morfologia a evitare, in caso di alluvioni, possibili inondazioni e sversamenti di percolato. Inoltre, la zona non presenta falda acquifera e uno strato di oltre 2 mila metri di argilla permette di bloccare, grazie alle proprie capacità isolanti, possibili fuoriuscite di liquami.

Trattandosi di un impianto a cielo aperto, la soluzione adottata, in caso di eventuale penetrazione di acqua piovana o scioglimento di nevi con produzione di percolato, è stata quella di favorire la conduzione del liquame in una doppia vasca impermeabilizzata di cemento armato, svuotata quotidianamente. Il liquame prelevato viene successivamente condotto presso specifici impianti di depurazione autorizzati.

La struttura della discarica consta di due vasche di smaltimento, impermeabilizzate con speciali teli. I rifiuti sono abbancati e interrati al loro interno ogni giorno su strati contrapposti, evitando così non solo l'inquinamento dell'area circostante ma anche la dispersione di possibili odori, rumori e polveri.

La prima vasca, dove sono conferiti i Rifiuti Solidi Urbani, offre al territorio un servizio fondamentale che, insieme all'impianto di Corinaldo, ha permesso di evitare in questi anni possibili emergenze. La seconda vasca è, invece, destinata ai Rifiuti Speciali: include quelli definiti "non pericolosi", assimilabili agli RSU, e quelli "pericolosi", gestiti solo in minima parte e nella massima sicurezza (lastre di eternit contenenti amianto e terreni contenenti frammenti di eternit, ecc.).

Nelle vasche avviene la fermentazione anerobica che, per un numero limitato di anni, produce biogas e percolato. Il gas prodotto dal sito viene incanalato in una rete dedicata che alimenta due centrali a biogas per la produzione di energia elettrica presenti nel sito.

Il grande lavoro svolto in questi anni per incrementare la raccolta differenziata sta progressivamente comportando la diminuzione del fenomeno, anche in virtù del conferimento della frazione organica in un altro impianto di compostaggio.

Organizzazione e attività della discarica

All'interno dell'area della discarica sono presenti:

- l'impianto di abbancamento RSU (ex 1° categoria);
- l'area RSI (ex 2° categoria) di abbancamento rifiuti speciali;
- l'impianto di recupero del biogas.

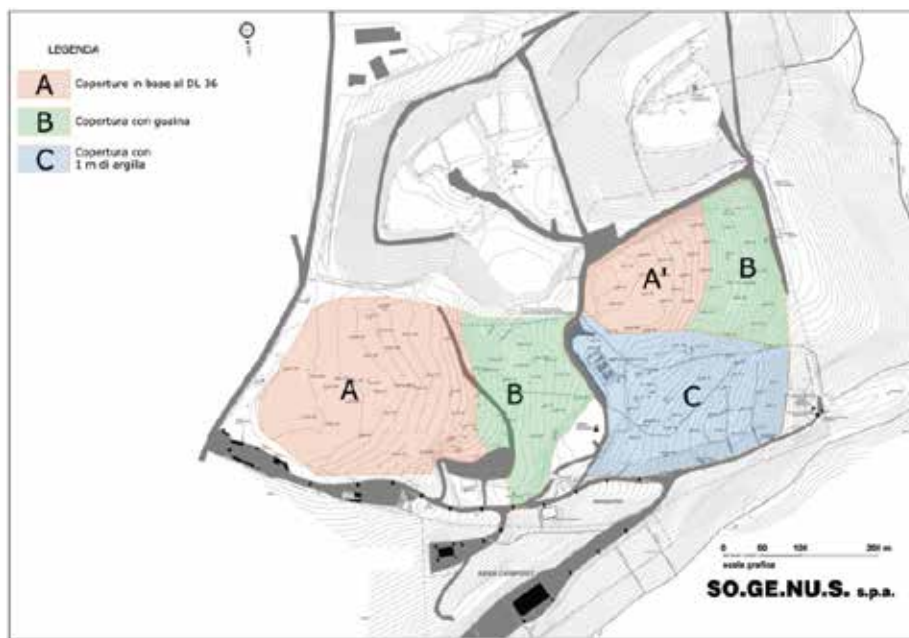
Nel quadro specifico delle attività, dopo un'accurata procedura di controllo preventivo nell'accettazione dei rifiuti, questi vengono stoccati in maniera provvisoria in base al tipo stesso di rifiuto: i rifiuti semplici vengono distribuiti sulla superficie di abbancamento, progressivamente compattati per massimizzare le capacità di abbancamento e di stabilità del banco, successivamente ricoperti quotidianamente con teli a carboni attivi ed infine sommersi da uno strato di terreno. Per i rifiuti speciali invece vengono eseguite accurate analisi che determinano la compatibilità del rifiuto con l'impianto prima dell'accettazione e poi, in caso di accettazione, abbancati, compattati e ricoperti da un apposito telo e dal terreno. Vengono effettuate periodicamente operazioni di disinfestazione e di derattizzazione, di modellazione delle linee di deflusso delle acque e di controllo ciclico dell'efficienza dei mezzi antincendio e della recinzione.

*Figura 2.5
Abbancamento
dei rifiuti*



I sistemi di copertura impiegati nelle aree esaurite della discarica sono differenti in funzione delle norme vigenti durante il periodo di realizzazione (Fig. 2.6). Questo aspetto, date le sue ripercussioni sull'assorbimento dell'acqua nel terreno e le diverse possibilità di sviluppo radicale che offre alle piante, ha inciso in maniera rilevante nella definizione del progetto di ripristino ambientale.

La discarica dispone inoltre di un impianto di recupero del biogas; questo viene raccolto attraverso una rete di captazione costituita da pozzi e tubazioni ed inviato ad una centrale termoelettrica, presente anch'essa all'interno della discarica, per la produzione di energia elettrica (Fig. 2.7).



*Figura 2.6
Planimetria delle
aree esauste
della discarica
"La Cornacchia"*



*Figura 2.7
Centrale
termoelettrica
alimentata dal
biogas di discarica*

Le opere di impermeabilizzazione, drenaggio e raccolta del biogas rientrano, insieme ad altri studi e ricerche volontarie (vedi capitolo 5), nell'ampio contesto del recupero ambientale della discarica. Nello specifico, la realizzazione nell'area di un impianto di biogas, con trasformazione della componente metanigena, infatti, permette di produrre energia elettrica che viene immessa nella rete pubblica tramite il servizio di fornitura nazionale.

Indirizzo degli autori: Studio Mosca, Via Cavour 38, 60033 Chiaravalle (AN)
www.studiomoscageologia.it, m.mosca@fastnet.it

C.RE.HA nature Società Cooperativa, Contrada Selva snc 60131 Galignano (AN)
www.crehanature.it, e-mail: info@crehanature.it



IL RESTAURO AMBIENTALE DELLE AREE ESAURITE DELLA DISCARICA “La Cornacchia”

*Edoardo Biondi, Maurizio Bianchelli, Marco Galiè, Massimiliano Morbidoni
Marco Berti, Massimiliano Paoli, Stefano Orlandini*

Abstract

The final earth cover of the exhausted areas of “La Cornacchia” landfill underwent a large environmental restoration. Such intervention was carried out by planting around 14.000 bushes. These plants were produced at “Selva di Gallignano” Botanical Garden from autochthonous germplasm collected within the Province of Ancona or bought from a farm specialized in the production of autochthonous plants. Studies and analyses concerning landscape and vegetation of the surrounding area, the morphology of the area to be restored and the ecology and multiplication strategy of the species to be used were carried out prior to planning the intervention. The most relevant aspects of the project are its strongly experimental character and its reproducibility, and the fact that it now provides the area with an ecological network that connects the restored areas of the dump with the most natural elements of the surrounding environment, i.e. ditches and uncultivated areas.

Obiettivo dell'intervento

Nell'anno 2007, ha avuto inizio un programma di collaborazione tra Università Politecnica delle Marche e So.Ge.Nu.S. S.p.A. avente lo scopo di valutare la qualità ambientale del sito di discarica, monitorare nel tempo la sua evoluzione e, soprattutto, mettere in atto un vasto intervento di recupero ambientale e di reinserimento paesaggistico dei territori alterati dall'attività della discarica stessa. Per centrare entrambi gli obiettivi di recupero, vale a dire il ripristino degli equilibri ecologici del luogo ed il risarcimento del danno estetico e dell'aspetto figurativo del territorio interessato, si decise di intervenire sulla vegetazione. I settori esauriti della discarica “La Cornacchia” erano stati assoggettati, precedentemente all'inizio dell'intervento, ad un processo di recupero ambientale mediante il completo ricoprimento dei banchi di rifiuti con specifiche coperture isolanti e con strati di terreno idoneo all'attecchimento ed all'accrescimento della copertura vegetale. Tali substrati artificiali, per di più costituiti da terreno di riporto di vario tipo, di differente spessore e fertilità nelle diverse aree della discarica e depositati in epoche differenti, hanno rappresentato però un considerevole elemento di indeterminatezza nell'elaborazione e nella realizzazione del piano di lavoro. Ad ogni modo però, attraverso la realizzazione di un'adeguata copertura vegetale, oltre all'ovvio risultato di una ricucitura dello strappo formale nel disegno del territorio, si è ottenuta nel corso degli anni la ricostituzione di buona parte delle condizioni biotiche ed abiotiche dell'ecosistema. In particolare, per quanto concerne l'aspetto biotico, sono state ricreate le condizioni che permettono il regolare svolgimento delle funzioni vitali delle popolazioni animali e vegetali ed il

riequilibrio dell'attività microbiologica. Per quanto riguarda la sfera abiotica invece, una buona copertura vegetale è indispensabile perché avvenga il riequilibrio nutrizionale e strutturale del suolo e perché si realizzi il contenimento del degrado a cui i siti andrebbero incontro se privi di copertura.

Essa svolge inoltre un ruolo importante nella regolazione del bilancio idrico del suolo. Il progetto di restauro così inteso presenta fra i suoi obiettivi, oltre a quelli discussi in precedenza, la completa riabilitazione sociale dell'area oggi interessata dalla discarica. Infatti, restituendo gradevolezza visiva al luogo o, addirittura, trasformandolo in occasione di attività di carattere ricreativo o culturale, si è voluto accrescere il grado di sostenibilità sociale degli impianti di discarica nonché il grado di accettazione di tali strutture da parte della collettività. Nel presente capitolo viene descritto il primo massiccio intervento di recupero ambientale realizzato per mezzo della piantumazione di specie arboree ed arbustive. A tale intervento è poi seguita la realizzazione dell'Oasi della Biodiversità, area destinata alla coltivazione di arbusti e di piante erbacee di particolare qualità e composizione floristica, all'interno della quale si snoda un percorso di visita autoguidato. L'intento perseguito è stato quindi quello di ottenere, compatibilmente con la futura destinazione d'uso dell'area, il reinserimento dell'impianto dismesso nel contesto del paesaggio circostante. Per tale ragione, prima di pianificare l'intervento si è deciso di condurre un approfondito studio della vegetazione delle aree limitrofe alla discarica, che ha portato alla realizzazione di una cartografia di dettaglio e ad ottenere informazioni indispensabili per la corretta progettazione dell'intervento di rinaturalizzazione.

Lo studio della vegetazione

Lo studio della vegetazione ha evidenziato una prevalenza di condizioni definibili nel loro insieme come paesaggio agrario, in cui si inseriscono gli elementi di maggiore naturalità, prevalentemente localizzati lungo le scarpate ed i fossi sottostanti. Sono questi gli aspetti di vegetazione che seppur dispersi ai margini delle aree coltivate, permettono la salvaguardia del terreno nei microbacini che sarebbero altrimenti interessati dai fenomeni di erosione rapida. Nello specifico, la discarica "La Cornacchia" è inserita in un contesto agricolo in cui gli elementi di maggiore discontinuità sono dati dalla vegetazione ripariale del fosso omonimo e da quella che ricopre le limitate zone argillose non coltivate.

Tra queste ultime sono di particolare interesse le aree calanchive o pseudo-calanchive che mostrano una variazione della vegetazione principalmente determinata dai processi erosivi e dall'umidità edifica. Le aree maggiormente erose sono caratterizzate da una bassa copertura erbacea di *Hordeum marinum*, *Hainardia cylindrica*, *Scorzonera laciniata* ed *Elytrigia atherica*. Nei settori calanchivi più umidi e con minor erosione la copertura vegetale erbacea aumenta ed è caratterizzata da *Dactylis glomerata*, *Epilobium tetragonum* ed *Elytrigia atherica* mentre nelle aree più asciutte si formano prati con *Bromus erectus* e *Centaurea bracteata*. Nei settori maggiormente stabilizzati si hanno formazioni arbustive con *Rubus ulmifolius*, *Spartium junceum* e *Tamarix africana* e microboschi a *Ulmus minor*.



Figura 3.1 Immagini del paesaggio agricolo che interessa la zona: fitocenosi dominata dalla tamerice e zona ad erosione attiva; cenosi erbacea terofitica a *Bromus madritensis*; prateria post-culturale a *Galactites tormentosa*; fitocenosi vegetali continue a prevalenza di emicriptofite



Più precisamente, nel sito si assiste ad una forte diffusione della coltura cerealicola, favorita dalla morfologia poco acclive del terreno. Scarsi sono gli elementi diffusi del paesaggio agrario, come filari di Quercia di Virgilio (*Quercus virgiliana*), maggiormente diffusa in prossimità delle vecchie fattorie e lungo le strade, e boschetti di olmo (*Ulmus minor*), di tamerice (*Tamarix gallica*) di pioppi (*Populus nigra* e *P. alba*) oltre che di salice bianco (*Salix alba*) che si distribuiscono lungo gli impluvi e i fossi, seguendo il reticolo idrografico ed in rapporto con la geomorfologia e l'idrologia dei singoli tratti. In riferimento alla vegetazione arbustiva, questa risulta diffusa nei settori delle piccole vallecicole abbandonate dagli agricoltori, dove segnano la vegetazione di recupero. Si tratta per lo più di arbusteti (Biondi, 2007a) di rovo (*Rubus ulmifolius*) o di canna comune (*Arundo donax*), nelle zone più umide dei fondovalle, e di ginestra (*Spartium junceum*), in quelle con terreno più asciutto. Arbusteti a rovo e vitalba (*Clematis vitalba*), spesso associati a prugnolo spinoso (*Prunus spinosa*) e *Rosa canina*, sono diffusi invece per lo più sui versanti umidi a morfologia d'impluvio. Se la vegetazione arborea naturale e seminaturale si rinviene per la maggior parte lungo i fossi, la copertura vegetale prevalentemente erbacea si localizza invece sui versanti dei microbacini, caratterizzati da campi abbandonati in seguito all'erosione rapida dei suoli e alla difficoltà di coltivazione con le macchine agricole, data l'elevata pendenza degli stessi. In alcune località in prossimità del fosso di Pontenuovo, sul versante idrografico sinistro, l'erosione delle colline argillose ha favorito lo sviluppo di una tipologia di prateria annuale, mentre le altre sono tutte perenni ed emicriptofitiche (Biondi, 2007a).

Grazie a queste informazioni e attraverso lo studio delle condizioni macroclimatiche e pedologiche (sono state a questo scopo effettuate specifiche analisi del suolo), delle potenzialità vegetazionali e la caratterizzazione ecologico-ambientale del territorio, si è giunti ad individuare una serie di specie vegetali rispondenti allo scopo

perseguito (Biondi, 2007b). Le specie che sono state utilizzate infatti sono quelle già presenti nelle aree incolte del territorio circostante.

In questo modo, si è raggiunto un duplice scopo, da una parte l'immediato restauro del sito, sfruttando il naturale adattamento delle popolazioni alle condizioni pedoclimatiche e quindi la loro capacità di raggiungere buoni livelli di copertura vegetale in tempi ridotti, dall'altro quello di ottenere un elevato grado di rinaturalizzazione, integrando l'intervento nella forma peculiare del territorio che lo avrebbe accolto e favorendo lo sviluppo di specie pioniere autoctone che funzionano da innesco alle successioni vegetazionali naturali. Unitamente allo studio della vegetazione potenziale, è stata condotta un'analisi approfondita delle caratteristiche formali dell'ambiente circostante e delle condizioni microambientali di esposizione, pendenza ed idrologia superficiale dell'area interessata dall'intervento.

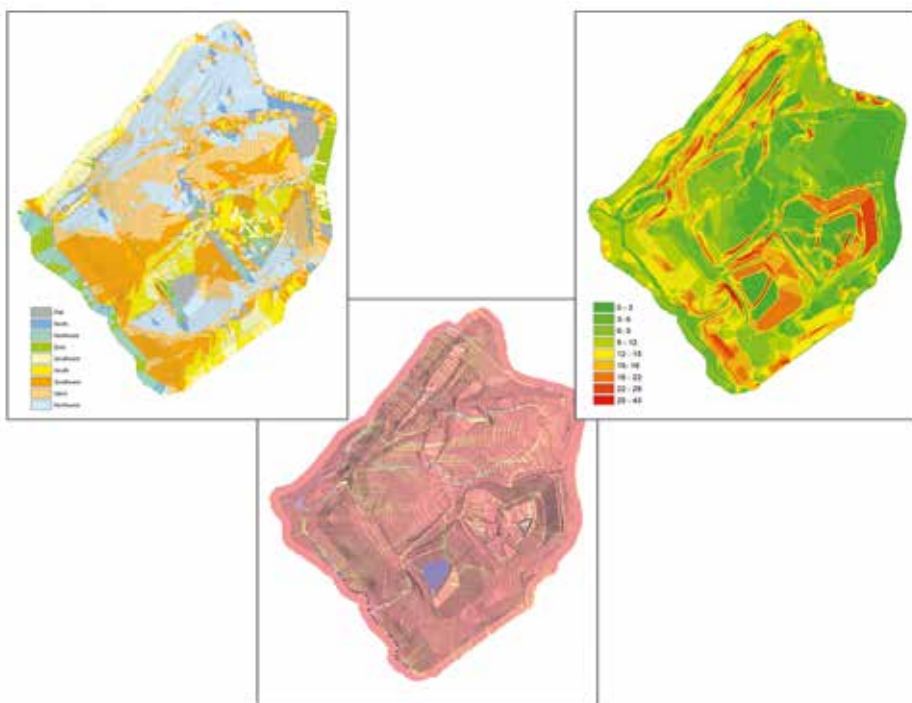


Figura 3.2 Carta delle esposizioni, Carta delle pendenze e Carta delle vie di scorrimento delle acque superficiali.

Infine, la scelta delle specie e la loro collocazione nell'area della discarica ha tenuto conto anche delle differenti situazioni pedologiche presenti nella discarica derivanti dalle diverse tipologie di copertura impiegate (Fig. 3.3).

Figura 3.3
Distribuzione delle
aiuole nell'area
esaurita della
discarica



Specie utilizzate per il recupero ambientale

Le specie impiegate per l'intervento di restauro ambientale della discarica sono state:

- specie arboree: olmo campestre (*Ulmus minor*), orniello (*Fraxinus ornus*), roverella (*Quercus pubescens*), tamerice (*Tamarix africana*);
- specie arbustive: ginestra (*Spartium junceum*), prugnolo spinoso (*Prunus spinosa*), biancospino (*Crataegus monogyna*), sanguinello (*Cornus sanguinea*), berretta da prete (*Euonymus europaeus*), rosa canina (*Rosa canina*) e canna del Reno (*Arundo pliniana*).

Tamerice (*Tamarix africana* Poir.)

Nonostante la dubbia autoctonia della specie, si ritiene che debba essere valorizzata quale elemento caratterizzante il paesaggio agrario delle nostre colline, dato il copioso utilizzo che di questa pianta fu fatto, fin dalle epoche più remote, al fine di realizzare siepi campestri in situazioni pedologiche sfavorevoli. Il suo areale si estende difatti in tutta la regione mediterranea occidentale, fino all'Adriatico. Molto adattabile ai terreni sciolti, sabbiosi e tollerante ai venti dei litorali, si presta per opere di consolidamento su terreni incoerenti, permettendo successivamente l'insediamento e lo sviluppo di piante più esigenti.

La rusticità che la contraddistingue dunque, aggiunta alla facilità di propagazione e di attecchimento, sono vantaggi tecnici non trascurabili che ne permettono un largo utilizzo nei versanti instabili, come alla base dei calanchi appenninici.



Figura 3.4 Tamerice (Tamarix africana): infiorescenze e aiuola presso la discarica "La Cornacchia"



Nel progetto si è avuta cura di destinare questa specie, assieme all'olmo comune, alle zone situate in corrispondenza delle linee preferenziali di scorrimento delle acque superficiali, individuate grazie allo studio morfologico della copertura dei banchi di discarica.



Figura 3.5 Roverella (*Quercus pubescens*): dettaglio delle foglie e campione impiantato presso la discarica "La Cornacchia"



Roverella (*Quercus pubescens* Willd)

Comune degli ambienti collinari e montani inferiori, dove forma boschi puri o misti con cerro (*Quercus cerris*), carpino nero (*Ostrya carpinifolia*), orniello (*Fraxinus ornus*) e acero campestre (*Acer campestre*). Specie molto frugale, si adatta a terreni calcarei, argillosi, aridi, rocciosi. Eliofila, sensibile al gelo, è tra le querce una delle più adattabili a condizioni di aridità. Nel nostro caso è stato impiantato un numero limitato di piante.

Orniello (*Fraxinus ornus* L.)

L'orniello ha un areale esteso sino a 1.100-1.300 m di altitudine; frequente nei boschi termofili degli ambienti collinari e montani, è una specie poco esigente per quanto riguarda il terreno, adattandosi anche a rimboschimenti su terreni aridi, sia calcarei che argillosi. Proprio per questo motivo è stata scelta per il recupero ambientale della discarica; è stata però una delle specie che ha presentato maggiori problemi di attecchimento, dovuti soprattutto a ristagno idrico.



Figura 3.6 aiuola di Orniello (Fraxinus ornus: dettaglio dell'infiorescenza) presso la discarica "La Cornacchia"

Olmo comune (*Ulmus minor* Mill.)

Specie propria dei suoli caratterizzati da un alto contenuto di umidità ma che si adatta piuttosto bene a situazioni pedologiche diverse. Il suo utilizzo è abbondante nella costituzione di filari o boschetti lineari lungo i margini delle strade camporili. È una pianta longeva che possiede una notevole attività pollonifera ed il fogliame, fornito di picciolo con stipole caduche, nei mesi autunnali assume una tonalità giallo-bruna molto decorativa. La sua elevata resistenza ai fattori climatici ne ha permesso una notevole diffusione, infatti la tarda ripresa vegetativa delle gemme conferisce all'olmo una notevole tolleranza alle gelate. Specie di elevato interesse paesaggistico, è apprezzato come pianta ornamentale e nella costituzione di alberature stradali in quanto sopporta bene sia la potatura che l'inquinamento. Ama particolarmente i terreni freschi, profondi, con buona disponibilità di acqua, ma che soprattutto devono avere abbondante disponibilità di sali minerali; tollera molto bene i substrati calcarei ed argillosi.



Figura 3.7 Olmo comune (Ulmus minor): dettaglio delle fruttificazioni e aiuola realizzata presso la discarica "La Cornacchia"



Ginestra (*Spartium junceum* L.)

Arbusto noto per le sue spiccate qualità pioniere, per la sua capacità di adattamento a situazioni pedologiche sfavorevoli ed a periodi di aridità piuttosto prolungati. Per tale motivo, il piano progettuale ha previsto un abbondante utilizzo di questa specie che allo stato naturale è diffusa soprattutto su scarpate e terreni difficili, umidi con alternanza di fasi di siccità, in base alle variazioni pluviometriche stagionali. Costituisce macchie e piccoli boschi, su scarpate e aree planiziali; e di notevole bellezza durante la fioritura. È una specie molto adatta alla colonizzazione di aree marginali in pendio ed alla riedificazione ambientale, come ad esempio in una discarica: infatti, come risulta da letteratura specialistica, l'innalzamento delle temperature del suolo dovuto ai processi di fermentazione della massa di rifiuti, si traduce, di fatto, in un



Figura 3.8 Ginestra (Spartium junceum): dettaglio delle fioriture e aiuola presso la discarica "La Cornacchia".



prolungamento ed un'accentuazione del periodo di aridità. La morte precoce o, addirittura, il mancato attecchimento di molti impianti di rinverdimento su banchi di discarica sono causati proprio dal danno e dalle deformazioni che gli apparati radicali subiscono a causa dell'innalzamento delle temperature. La ginestra, per le caratteristiche sopra menzionate, risulta tra le specie più resistenti in queste condizioni.



Figura 3.9 Sanguinello (*Cornus sanguinea*): infiorescenza e aiuola presso la discarica “La Cornacchia”



Sanguinello (*Cornus sanguinea* L.)

Cespuglio spontaneo, in tutte le regioni italiane conosciuto anche come “corniolo sanguigno”, perché i rami più giovani hanno un colore rossiccio che risalta quando d’inverno sono privi di foglie. Tende a colonizzare boscaglie, margini stradali e terreni incolti, purché questi siano freschi e profondi.



*Figura 3.10 Rosa canina (Rosa canina):
fiore e frutti (cinorrodi) e aiuola presso
la discarica "La Cornacchia"*



Rosa canina (*Rosa canina* L.)

La rosa canina è una pianta spontanea diffusa in tutta Europa sino a 1.500 m di quota, generalmente utilizzata come portainnesto o per ottenere particolari ibridi. Pianta molto rustica, resiste bene a suoli difficili, come quelli argilloso-calcarei impiegati per la copertura della discarica. Nel progetto di restauro ambientale è stata utilizzata soprattutto nelle aree a bordo strada, in quanto ottimale anche come pianta ornamentale.

Fusaria comune (*Euonymus europaeus* L.)

Arbusto spontaneo diffuso nei boschi di latifoglie che predilige ambienti umidi. Albero adatto al consolidamento di ripe e per la formazione di barriere antirumore e frangivento. Specie di interesse apistico, offre riparo per gli uccelli, per i quali rappresenta anche un'importante fonte di alimentazione.

Figura 3.11
Fusaria comune
(*Euonymus*
europaeus)



Prugnolo spinoso (*Prunus spinosa* L.)

Arbusto tipico delle siepi miste autoctone dell'area interessata dalla discarica. Caratterizzato da un apparato radicale sviluppato ed espanso, colonizza anche boscaglie, pendii aridi e macchie; è una specie rustica senza particolari esigenze climatiche o pedoclimatiche, che si adatta molto bene anche a substrati argilloso-calcarei come quelli in esame, ma anche sassosi e aridi, tipici di alcune aree marginali italiane.



Figura 3.12 Prugnolo spinoso (Prunus spinosa): ramo fiorito e aiuola presso la discarica "La Cornacchia"



Biancospino (*Crataegus monogyna* Jacq.)

L'areale di questa specie comprende tutta l'Europa, dove s'incontra spontaneo lungo le strade, nelle siepi e nei boschi; presenta portamento per lo più arbustivo, raggiungendo di rado le dimensioni di un piccolo albero. Molto longevo, è eliofilo e rustico, adattabile a qualsiasi condizione climatica e di terreno.



Figura 3.13 Biancospino (Crataegus monogyna): ramo con fiori e frutti e aiuola presso la discarica "La Cornacchia"



Canna del Reno (*Arundo pliniana* Turra)

Specie piuttosto diffusa nelle Marche, che si insedia sui pendii argillosi, dove trova modo di affrancarsi sfruttando la notevole possibilità dei suoi rizomi di ramificare e, nel contempo di radicare nei nodi in modo da poter inglobare tra rizoma e radici consistenti porzioni di argilla alla quale sottrae acqua, rallentando i processi erosivi per ruscellamento superficiale. La canna del Reno svolge così anche un importante ruolo nel consolidamento dei pendii. Anche questa specie è stata utilizzata nell'ambito del progetto di recupero ambientale della discarica, però a differenza delle altre, è stata adottata in un'unica aiuola monospecifica con finalità per lo più sperimentali, da monitorare con attenzione per evitare che si diffonda in tutta l'area.



*Figura 3.14
Primo impianto
di Canna del
Reno (*Arundo
pliniana*) nel sito
della discarica*

Materiale di propagazione

Date le notevoli dimensioni dell'intervento, sia in termini di superficie interessata (circa 16 ha), sia per il numero di piante previsto (circa 14.000), si è giudicato necessario l'utilizzo di germoplasma locale, in modo da evitare fenomeni di inquinamento verde, ovvero fenomeni di contaminazione genetica a scapito delle popolazioni naturali esistenti nella zona. Si è deciso quindi di provvedere a produrre piante di uno o due anni a partire da germoplasma autoctono presso la Banca del Germoplasma dell'Orto Botanico "Selva di Gallignano" e, nei casi in cui ciò non è stato possibile, il materiale è stato acquistato da un'azienda vivaistica operante nel territorio dell'Appennino Umbro-Marchigiano, che ne ha certificato l'origine autoctona.

La Banca del Germoplasma dell'Orto Botanico "Selva di Gallignano"

La Banca del Germoplasma per la conservazione *ex situ* delle specie anfiadriatiche, collegata all'Orto Botanico "Selva di Gallignano", è un centro specializzato nella conservazione di parti vive di piante contenenti il materiale ereditario sufficiente a ricostruire, all'occorrenza, l'intera pianta. Tali parti vive sono rappresentate da talee, rizomi, bulbi e, soprattutto, semi. Questi ultimi, attraverso l'impiego di adeguate tecniche di conservazione, possono rimanere vitali anche per un tempo indefinitamente lungo. La Banca del Germoplasma è l'ultima struttura, in ordine di tempo, creata all'interno dell'Orto Botanico "Selva di Gallignano" ed è operativa nella conservazione delle specie anfiadriatiche dal 2008.

Figura 3.15
La Banca del
Germoplasma
presso l'Orto
Botanico "Selva di
Gallignano



Obiettivo della banca è quello di conservare *ex situ* semi e propaguli delle specie a rischio di estinzione elencate in liste di interesse mondiale, nazionale, regionale e provinciale, o in altri repertori di riconosciuta validità scientifica; di rilevante significato biogeografico, ecologico, paesaggistico; di potenziale interesse per azioni di rinaturazione quali il restauro, il recupero, il ripristino e la riqualificazione ambientale, proprio come nel caso della discarica “La Cornacchia”.

La Banca del Germoplasma dell’Orto Botanico di Ancona ha contribuito all’istituzione della rete RIBES (Rete Italiana delle Banche del Germoplasma per la conservazione *Ex Situ* della flora spontanea italiana) che coordina progetti riguardanti la conservazione *ex situ* delle specie a rischio di estinzione e di elevato interesse naturalistico. Le Banche che costituiscono questa rete, così come le altre attive in molti Paesi del mondo, rappresentano una risposta concreta alla necessità di conservare la diversità biologica planetaria e preservarla per le future generazioni. Tale necessità è stata sancita a livello internazionale dalla Convenzione sulla Diversità Biologica di Rio de Janeiro del 1992.

La Banca del Germoplasma dispone di diverse strutture idonee al trattamento, alla conservazione ed allo studio dei semi: un laboratorio per l’estrazione e la pulizia, uno per le analisi della vitalità e gli studi di germinazione, una camera di essiccazione



Figura 3.16 Logo di RIBES, pulizia dei semi con setaccio, separatore gravimetrico a flusso d'aria, semi puliti di *Ephedra distachya*, camera di essiccazione, contenitori per lo stoccaggio dei semi in congelatore

(dryroom) e congelatori per lo stoccaggio delle accessioni (Biondi *et al.*, 2010).

La pulizia dei semi, effettuata nell'apposito laboratorio consiste nell'estrazione dei semi dai frutti che li contengono e nella separazione degli stessi da tutte le impurità presenti all'interno del campione raccolto in campo. Tale operazione di pulizia preve-

de azioni differenti a seconda della natura del seme e dei frutti all'interno dei quali essi si rinvenivano. Gli strumenti utilizzati sono costituiti da tamponi di legno per rottura e lo sminuzzamento dei frutti, da setacci a differente maglia e da un separatore a flusso d'aria (Agriculex CB1) per la separazione dei semi fecondi da quelli non vitali e dalle impurità, in ragione del loro differente peso.

Una volta puliti ed essiccati, i semi vengono distinti in base alla categoria di conservazione in ortodossi, recalcitranti o intermedi e in base alla presenza di eventuali

Figura 3.17
Immagine allo
stereoscopio del
seme di *Cornus*
sanguinea, *Rosa*
canina, *Prunus*
spinosa e *Spartium*
junceum



fenomeni di dormienza, eventualmente noti in bibliografia. Le prove di germinazione effettuate in laboratorio possono avere diverse finalità: la valutazione della correttezza del processo di conservazione attraverso verifiche periodiche della germinabilità (Ellis *et al.*, 1985a, 1985b, Smith *et al.*, 2003); lo studio dell'ecologia e della fisiologia della germinazione delle specie spontanee, utile per le strategie di conservazione delle specie la cui sopravvivenza in natura è minacciata (Galiè *et al.*, 2013; Galiè *et al.*, 2015a; Galiè *et al.*, 2015b; Gasparri *et al.*, 2013; Soriano *et al.*, 2012) e l'elaborazione di specifici protocolli di germinazione, come nel caso specifico dell'intervento di rinaturazione della discarica, che permettono di coltivare le specie studiate in vivaio e permettere alle plantule di completare il proprio ciclo fenologico (Bacchetta *et al.*, 2006). Tutti i test di germinazione avvengono in ambiente controllato, all'interno di una camera di crescita con luce, temperatura ed umidità regolabili, in modo da poterli adattare alle diverse esigenze ecologiche delle piante.



Figura 3.18 Piastre petri con agar 1% impiegate per le prove di germinazione, prova di germinazione su *Spartium junceum*, seme germinato di *Anthoxanthum odoratum*

Come già accennato, la struttura dispone di una camera di essiccazione, ovvero una stanza in cui temperatura e umidità sono costantemente mantenuti a valori pari rispettivamente a 15° C e 15%. In questo modo si permette al seme di perdere lentamente l'acqua presente al suo interno e raggiungere le condizioni ottimali per la sua conservazione (Ellis *et al.*, 1990; Smith *et al.*, 2003) attraverso la crioconservazione che avviene ad una temperatura compresa tra i - 18 e i 22° C.

Reperimento e trattamento del germoplasma

La raccolta di germoplasma autoctono è stata realizzata effettuando campagne di raccolta di semi e di prelievo di talee da popolazioni naturali, in differenti periodi dell'anno ed in aree vicine alla discarica, tutte comprese nella provincia di Ancona (Tab. 3.1). Le popolazioni naturali che hanno fornito il materiale riproduttivo sono state ovviamente dapprima studiate e giudicate in continuità genetica con quelle presenti nella zona d'intervento. Successivamente, il materiale di propagazione prelevato è stato opportunamente trattato e conservato presso le strutture della Banca del Germoplasma dell'Orto Botanico "Selva di Gallignano". I semi sono stati sottoposti ai trattamenti precedentemente descritti e in accordo ai protocolli internazionali in materia, mentre le talee sono state subito utilizzate la moltiplicazione.

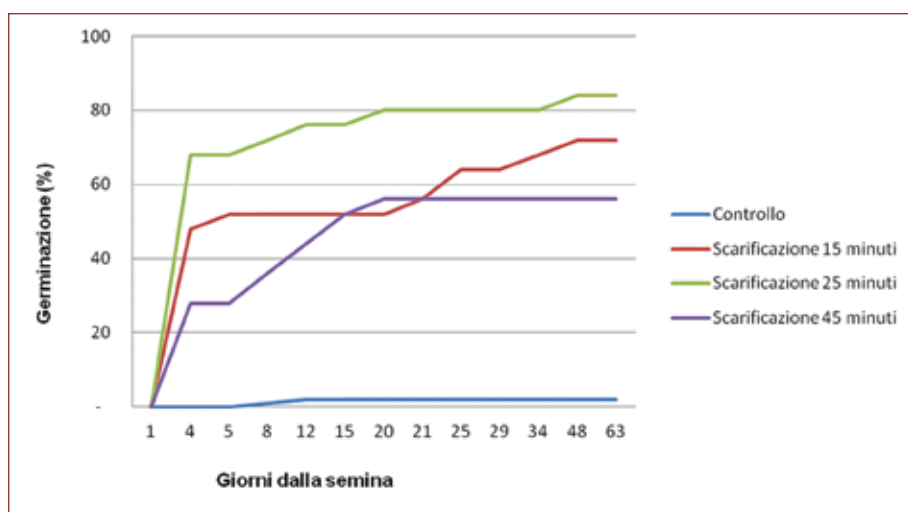
Studi sperimentali per la definizione dei protocolli di moltiplicazione

La fase di produzione del materiale di propagazione è stata preceduta da prove sperimentali volte ad individuare le condizioni ideali di moltiplicazione di ogni singola specie e quindi a definirne i protocolli di moltiplicazione. Tali prove sono state condotte nei laboratori della Banca del Germoplasma e nella nursery dell'Orto Botanico "Selva di Gallignano".

Nel primo caso, le prove sono state rappresentate da test di germinazione sui semi precedentemente trattati presso la banca stessa secondo le modalità sopra descritte e testando una varietà di differenti condizioni relative a temperatura e fotoperiodo e, laddove necessario, diversi pretrattamenti del seme (Tab. 3.1). A titolo di esempio si riporta il caso delle prove di germinazione condotte su *Spartium junceum*. Per questa specie, le indagini bibliografiche condotte avevano evidenziato l'insistenza di una dormienza primaria del tegumento seminale dovuta alla sua impermeabilità all'acqua. Per tale ragione si è deciso di testare la risposta della germinazione alla tipologia di pretrattamento che ha effetto su questo tipo di dormienza, la scarifi-

cazione. Al fine di ottimizzare i tempi di realizzazione dell'intervento si è deciso di ricorrere alla scarificazione chimica, ovvero l'immersione dei semi in acido solforico, ed è stato testato l'effetto di diverse tempistiche di immersione dei semi per mezzo di prove di germinazione. Le tempistiche scelte, sulla base delle informazioni reperite in bibliografia, sono state 15, 25 e 45 minuti. I test hanno evidenziato come 25 minuti sia la durata di scarificazione che garantisce i migliori risultati (Fig. 3.19). Il protocollo di moltiplicazione ha quindi previsto la realizzazione della scarificazione secondo questa tempistica.

*Figura 3.19
Percentuale finale
di germinazione in
semi di Spartium
junceum non
pretrattati
(controllo) e
sottoposti a diverse
tempistiche di
scarificazione
chimica con acido
solforico a 20°C*



Ogni specie, fra quelle impiegate per il progetto di rinaturazione della discarica, ha precise esigenze e di conseguenza va trattata con le opportune metodologie. A seconda dei casi, si sono rese necessarie diverse operazioni di estrazione dai frutti e pulitura dei semi, diverse tecniche di conservazione del germoplasma, o diversi pretrattamenti (Tab. 3.1).

I pretrattamenti impiegati sono stati l'immersione dei semi in acido, al fine di ottenere la scarificazione dei tegumenti e permettere la penetrazione di acqua ed ossigeno, e la stratificazione calda (estivazione) e/o fredda (vernalizzazione), finalizzate alla rimozione di barriere endogene alla germinazione. Si è poi proceduto alla moltiplicazione del materiale secondo adeguate tecniche vivaistiche, finalizzate all'ottenimento di piantine di uno o due anni, con radici in pane di terra ed allevate in fitosacchi di materiale plastico.

Questo tipo di materiale ha permesso di ridurre al minimo lo stress da trapianto per danni all'apparato radicale e, di conseguenza, ha offerto ottime garanzie di attecchimento degli impianti.

Tabella 3.1 - Località di raccolta dei propaguli e trattamenti effettuati.

SPECIE	LUOGO DI RACCOLTA	TRATTAMENTI
<i>Cornus sanguinea</i>	Gallignano (AN)	Semina diretta in alveoli
<i>Creataegus monogyna</i>	Gallignano (AN)	Stratificazione fredda-calda-fredda e semina in alveoli
<i>Euonimus europaeus</i>	Gallignano (AN)	Semina diretta in alveoli
<i>Fraxinus ornus</i>	Monte Conero (AN)	Semina diretta in alveoli
<i>Prunus spinosa</i>	Gallignano (AN)	Stratificazione fredda-calda e semina in alveoli
<i>Quercus pubescens</i>	Gallignano (AN)	Semina diretta in vaso
<i>Rosa canina</i>	Valle Montagnana-Fabriano (AN)	Stratificazione fredda-calda e semina in alveoli
<i>Spartium junceum</i>	Monte Conero (AN)	Scarificazione con acido e semina in alveoli
<i>Tamarix africana</i>	Loc. La Cornacchia- Moie (AN)	Riproduzione per talea
<i>Ulmus minor</i>	Barcaglione (AN)	Semina diretta in cassoni

In base a quanto emerge da Tabella 3.1, per ogni specie vegetale propagata per seme sono stati eseguiti diversi trattamenti a seconda di quanto indicato nei manuali di riferimento (ISTA, 2006; Bacchetta *et al.*, 2006). In seguito, i propaguli germinati, sono stati trasferiti dai contenitori alveolari in fitocelle vivaistiche di plastica nera di dimensione 7 x 7 x 25 cm, al fine di consentire l'ottimale accrescimento della pianta nel primo anno di vita e l'affrancamento dell'apparato radicale (Fig. 3.20). Le cure colturali successivamente effettuate, sono state limitate alla periodica innaffiatura e ad eventuali trattamenti fitosanitari antifungini (Biondi, 2007c).

Figura 3.20
Estrazione e
germinazione di
semi di ginestra
(sopra), fasi di
coltivazione in
contenitori alveolari
e fitocelle (sotto)



Per quanto riguarda invece il materiale acquistato, questo è stato fornito in parte a radice nuda (*Prunus spinosa*) ed in parte in vasetto in plastica antispiralizzazione di dimensioni 7 x 7 x 18 cm (Fig. 3.21).



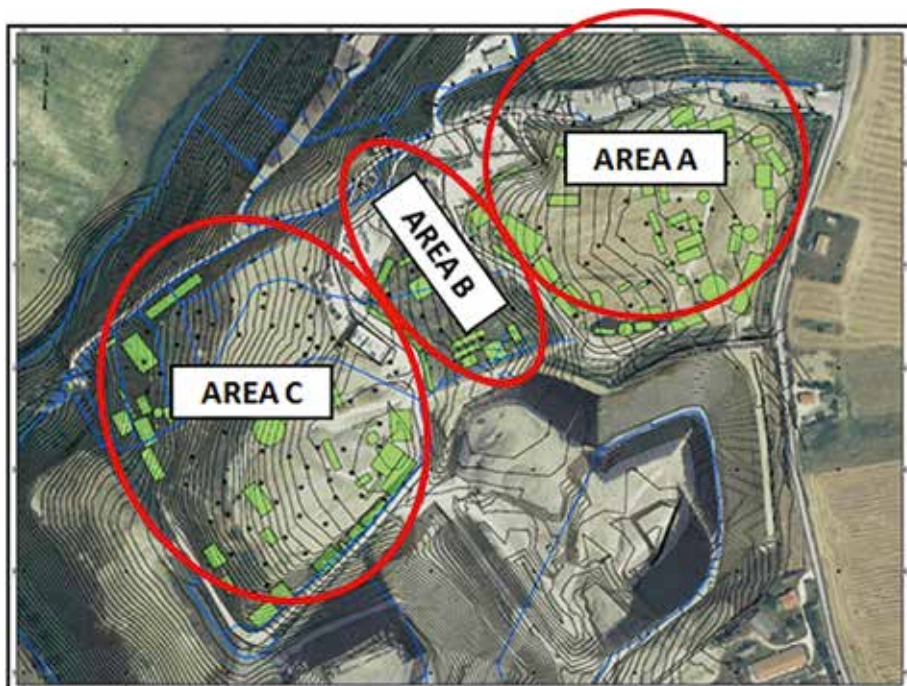
*Figura 3.21
Particolari
dei vasetti
antispiralizzazione
del vivaio
“Umbriflor”*

Realizzazione dell'intervento

La scelta della collocazione degli impianti è stata realizzata tenendo conto delle risultanze dello studio delle esposizioni, delle acclività e delle vie di scorrimento preferenziali delle acque superficiali sulle coperture dei banchi di discarica. Per quanto riguarda invece la scelta delle specie da coltivare nelle diverse aiuole, sono state prese in considerazione le differenti situazioni pedologiche presenti nella discarica e le caratteristiche botaniche ed ecologiche di ogni singola specie.

Inoltre, al fine di massimizzare le probabilità di riuscita dell'intervento, precedentemente alla realizzazione dell'impianto vero e proprio, sono state allestite delle parcelle sperimentali in cui sono state impiantate essenze arboree ed arbustive di diversa tipologia, scelte in base al tipo di terreno presente nelle diverse aree della discarica e secondo le caratteristiche delle singole specie. Con la stessa motivazione, ossia le differenti condizioni microambientali di esposizione, pendenza ed idrologia, l'impianto è stato previsto in diversi periodi dell'anno su zone della discarica caratterizzate da eterogenei substrati artificiali. Va aggiunto che la grande varietà di condizioni presenti, come il tipo di rifiuto, l'esposizione, la tipologia del materiale drenante

Figura 3.22
Distribuzione delle
aiuole nell'area
esaurita della
discarica



ed isolante e la composizione, spessore e fertilità dello strato di copertura, ha reso assai difficoltosa la scelta delle aree da impiantare, introducendo così un ulteriore numero di variabili di cui tener conto nell'attuazione del progetto. Questo aspetto ha conferito al progetto un carattere fortemente sperimentale, orientato alla valutazione della risposta adattativa e della capacità di attecchimento delle piante nelle differenti situazioni stagionali dell'area nonché le adeguate metodologie di impianto, aumentando così il valore tecnico e scientifico del progetto stesso.

Per l'intervento di rinaturalizzazione delle aree esaurite della discarica, sono state realizzate complessivamente 104 aiuole per un totale di 13.956 piante. La piantumazione, eseguita utilizzando sia piantine in fitocella che in vasetto, è stata realizzata in tre diverse epoche: marzo 2008, novembre 2008 (la più abbondante) e maggio 2009 (Tab. 3.2). Date le condizioni del suolo nell'area d'intervento, si è deciso di non realizzare lavorazioni del terreno; anzi, tale pratica è stata considerata assolutamente controproducente. Si è voluto infatti in tal modo sfruttare al massimo la capacità di ritenzione idrica della frazione argillosa del terreno utilizzato nel ricoprimento dei banchi di rifiuti. Sono state pertanto scavate delle buche di alcuni cm di profondità, esclusivamente con l'ausilio di zappa e vanga, ove sono state poste le piante in pane di terra (Fig. 3.23).

Tabella 3.2 – Epoche e quantitativi d'impianto

SPECIE	EPOCA DI IMPIANTO		
	26-28 MAGGIO 2008	10-15 NOVEMBRE 2008	16-18 MARZO 2009
<i>Cornus sanguinea</i>	119	1500	250
<i>Creataegus monogyna</i>	183	1500	
<i>Euonymus europaeus</i>	143		
<i>Fraxinus ornus</i>	243	400	400
<i>Prunus spinosa</i>	45	1500	
<i>Rosa canina</i>		1000	250
<i>Spartium junceum</i>	890	2500	450
<i>Tamarix</i> sp.		600	150
<i>Ulmus minor</i> *		400	
<i>Ulmus minor</i> **	633	800	

NOTE: * acquistate in vivaio; ** prodotte all'Orto Botanico; in ROSSO piante in fitocella (in totale 3206); in BLU piante in vasetto (in totale 10750)



Figura 3.23 Fasi del processo di piantumazione: delimitazione aiuole, scavo delle buche, lacerazione fitosacco e dettaglio apparato radicale, posizionamento pianta con pane di terra, realizzazione dell'aiuola

L'irrigazione post-trapianto è stata effettuata solo dopo il primo intervento di piantumazione. Negli altri due non si è ritenuto necessario dato l'avvicinarsi della stagione invernale, e pertanto del periodo di stasi vegetativa, nel secondo intervento, e l'abbondante riserva idrica nel terreno derivante dalle precipitazioni meteoriche invernali, nel terzo. Ad ogni modo, tutte le aree piantumate sono state irrigate con apporto di acqua tramite autocisterna a caduta naturale nelle estati degli anni successivi all'impianto.

Oltre all'irrigazione, le specie impiantate sono state sottoposte ad altre tipologie di cure colturali: una delle più importanti è stata la delimitazione delle aree piantumate mediante l'apposizione di paletti in plastica e canne (*Arundo donax*); questo tipo di lavoro si è reso necessario per consentire agli operatori un'immediata individuazione delle aiuole, in modo da differenziare le operazioni di sfalcio con trinciastocchi all'esterno delle aree e con decespugliatori all'interno. Lo sfalcio stesso è stato un'operazione indispensabile per evitare l'eccessivo sviluppo delle erbe infestanti a scapito degli esemplari arbustivi-arborei impiantati. Infine, in corrispondenza di ciascuna giovane pianta messa a dimora nelle aiuole, sono stati applicati cilindri in PVC corrugato a doppia parete, per garantire un'ulteriore protezione delle piantumazioni durante le operazioni di sfalcio.

Figura 3.24 Cilindro in PVC corrugato e segnalatore in plastica, irrigazione manuale, pianta di *Cornus sanguinea* protetta e segnalata, aiuola di *Fraxinus ornus* dopo quattro anni dalla piantumazione



Considerazioni conclusive

Come già accennato, la discarica è inserita in un contesto agricolo in cui gli elementi di maggiore rilevanza naturalistica sono dati dalla vegetazione che si rinviene ai margini del fosso de “La Cornacchia” e nelle piccole zone argillose semicalanchive non coltivate. Un ulteriore importante elemento di naturalità di questo territorio è oggi rappresentato proprio dalle aree della discarica che sono state sottoposte all’intervento di rinaturalizzazione. Queste presentano molte di quelle caratteristiche che, secondo gli indirizzi suggeriti dalla Comunità Europea, innalzano il livello della qualità ambientale garantendo un rifugio a molte specie di animali selvatici, piante spontanee, microfauna e microorganismi.

Più precisamente:

presenza di ampie siepi intervallate da spazi aperti. Le siepi costituiscono l’habitat di numerose specie di uccelli e rappresentano elementi di connettività diffusa che consentono scambi genetici fra popolazioni naturali contermini. Gli spazi aperti fungono da vicarianti di ecosistemi naturali come le praterie secondarie;

- presenza di piccoli aggregati di cespugli e di arbusti con specie fruttifere quali biancospino, rosa canina, prugnolo, sanguinello, componenti importanti dell’habitat di molte specie ornitiche. Questi aggregati sono spesso composti da numerose varietà di piante; la ricchezza di specie vegetali si traduce, in termini ecosistemici, in un’ampia disponibilità e varietà nel corso dell’anno di cibo (fogliame, nettare, frutti, semi ecc.) e di opportunità di rifugio per gli animali, ovvero di “nicchie ecologiche”;



Figura 3.25 Aree della discarica sottoposte all’intervento di rinaturalizzazione, la cui presenza ha innalzato la qualità ambientale del sito



- totale assenza di fitofarmaci, erbicidi e fertilizzanti di sintesi chimici; tra i numerosi benefici di questo aspetto va annoverata la conservazione, inalterata, dell'offerta alimentare e di rifugio per gli insetti fitofagi che costituiscono la dieta di uccelli, anfibi e piccoli mammiferi;
- assenza di lavorazioni del terreno troppo drastiche e frequenti: i residui vegetali costituiscono una fonte di alimentazione preziosa in periodi critici per molti uccelli, piccoli mammiferi ed artropodi.

Nella fattispecie, nell'area della discarica sono stati osservati nel corso degli anni diversi caprioli (Fig. 3.26) e anche stromi di cicogne (Fig. 3.27).

Va aggiunto che dalla strategia europea in ambito di politica ambientale (Commissione Europea, 1979, 1992; Consiglio Europeo, 1996; Jongman & Kristiansen, 2001)

*Figura 3.24 Cilindro in PVC corrugato e segnalatore in plastica, irrigazione manuale, pianta di *Cornus sanguinea* protetta e segnalata, aiuola di *Fraxinus ornus* dopo quattro anni dalla piantumazione*



Figura 3.26 Caprioli fotografati nell'area della discarica "La Cornacchia" (Foto di Pietro Cerioni)





Figura 3.27
Stormi di cicogne
fotografati nell'area
della discarica "La
Cornacchia" (Foto di
Pietro Cerioni)



Figura 3.27
Stormi di cicogne
fotografati nell'area
della discarica "La
Cornacchia" (Foto di
Pietro Cerioni)

emerge chiaramente la necessità di salvaguardare la biodiversità non solo all'interno delle aree protette, peraltro spesso circondate da aree fortemente antropizzate, ma anche attraverso una gestione razionale di tutte le componenti del paesaggio (Biondi *et al.*, 2012). Da questo approccio scaturisce la definizione di "rete ecologica" quale "sistema coerente di elementi naturali e semi-naturali del paesaggio che è gestito con il fine di mantenere e ripristinare le funzioni ecologiche come mezzi per la conservazione della biodiversità" (Bennett, 2004). Risulta quindi evidente come le aiuole



create all'interno dell'area della discarica costituiscano ora, insieme alle aree naturali e semi-naturali circostanti (fossi e aree incolte) una rete ecologica che interconnette le aree a maggior naturalità del territorio, limitando così gli effetti negativi della loro frammentazione (Fahrig, 2003; Battisti, 2004; Biondi & Nanni, 2005; Rosati *et al.*, 2010).

Infine, un aspetto di notevole valore del lavoro di restauro ambientale svolto è rappresentato dal suo carattere fortemente sperimentale e di ricerca applicata. Per tale ragione, la metodologia di lavoro sino ad ora seguita costituisce una base tecnico-scientifica sulla quale progettare nuovi interventi di restauro ambientale di elevata qualità applicabile anche a progetti di area vasta.

L'intervento realizzato sul terreno della discarica "La Cornacchia" può essere infatti considerato, al di là del recupero delle discariche, come un particolare progetto pilota per le problematiche connesse con l'adattamento delle piante a condizioni ecologiche tanto particolari se non estreme, da esportare anche in altri contesti ambientali e territoriali.

Bibliografia

Bacchetta G, Fenu G, Mattana E, Piotto B, Virevaire M., 2006. Manuale per la raccolta, studio, conservazione e gestione *ex situ* del germoplasma. Linee Guida APAT. pp. 244.

Battisti C., 2004. Frammentazione ambientale, connettività, reti ecologiche. Un contributo teorico e metodologico con particolare riferimento alla fauna selvatica. Provincia di Roma, Assessorato alle Politiche Agricole, Ambientali e Protezione civile.

Bennett G., 2004. Integrating biodiversity conservation and sustainable use. Lessons learned from ecological networks. Gland, Switzerland: World Conservation Union (IUCN).

Biondi E., 2007a. Inquadramento territoriale e descrizione della vegetazione del Bacino del Fosso di Pontenuovo. Università Politecnica delle Marche – Orto botanico Interdipartimentale di Servizi.

Biondi E., 2007b. Progetto esecutivo della copertura vegetale dei banchi di discarica e dell'inserimento paesaggistico dell'impianto nel contesto territoriale circostante. Università Politecnica delle Marche – Orto botanico Interdipartimentale di Servizi.

Biondi E., 2007c. Impianto della copertura vegetale sulle superfici già disponibili della discarica, Università Politecnica delle Marche – Orto botanico Interdipartimentale di Servizi.

Biondi E, Bianchelli M, Galiè M, Morbidoni M., 2010. Banca del Germoplasma per la conservazione *ex situ* delle specie vegetali anfiadriatiche (Amphiadriatic Species Seed Bank, ASSB). Studi Tridentini di Scienze Naturali, 88: 55-62.

Biondi E, Nanni L, 2005. Geosigmeti, unità di paesaggio e reti ecologiche. In: Blasi C., Paoletta A. (ed) Identificazione e cambiamenti nel paesaggio contemporaneo. Atti del

- Terzo Congresso IAED (Roma, 4/6 dicembre 2003), pp: 134-140.
- Commissione Europea, 1979. Birds Directive. Council Directive 79/409/EEC. http://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/birdsdirective/index_en.htm.
- Commissione Europea, 1992. Habitats Directive. Council Directive 92/43/EEC. http://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/index_en.htm.
- Consiglio d'Europa, 1996. The Pan-European biological and landscape diversity strategy, a vision for Europe's natural heritage. Council of Europe, Strasbourg.
- Ellis R.H., Hong T.D., Roberts E. H., 1985a - Handbook of Seed Technology for Genebanks Vol I: Principles and Methodology. IBPGR, Rome, pp. 210.
- Ellis R.H., Hong T.D., Roberts E. H., 1985b - Handbook of Seed Technology for Genebanks Vol II: Compendium of Specific Germination Information and Test Recommendations. IBPGR, Rome, pp. 456.
- Fahrig L., 2003. Effects of habitat fragmentation on biodiversity. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics, 34: 487-515.
- Galiè M, Casavecchia S, Galdenzi D, Gasparri R, Soriano P, Estrelles E, Biondi E., 2013. Seed germination behavior of two *Brachypodium* species with a key role in the improvement of marginal areas. Plant Sociology, 50 (1): 91-107.
- Galiè M, Casavecchia S, Gasparri R, Pesaresi S, Soriano P, Estrelles E, Biondi E., 2015a. Variations in seed germination behavior of *Phleum hirsutum* subsp. *ambiguum* and possible applications in semi-natural grassland restoration. Plant Biosystems, 149 (3): 616-627.
- Galiè M, Gasparri R, Perta RM, Biondi E, Biscotti N, Pesaresi S, Casavecchia S., 2015b. Post-fire regeneration of *Calicotome villosa* (Poiret) Link . and vegetation analysis . Plant Sociology, 52 (2): 101-20.
- Gasparri, R., Casavecchia, S., Galiè, M., & Biondi, E., 2013. The restoration of the wetlands with standing waters constituting the habitat of the Italian green toad (*Bufo balearicus* Boettger, 1880). Plant Sociology, 50 (1): 109-119.
- ISTA - The International Seed Testing Association, 2006. International Rules for Seed Testing. Edition 20. Basserdorf, CH-Switzerland.
- Jongman R.H.G., Kristiansen I., 2001. National and regional approaches for ecological networks in Europe. Nature and Environment 110. Council of Europe Publishing, Strasbourg.
- Rosati L, Fipaldini M., Marignani M., Blasi C., 2010. Effects of fragmentation on vascular plant diversity in a Mediterranean forest archipelago. Plant Biosystems, 144 (1): 38-46. doi:10.1080/11263500903429213
- Rosenblatt M., 1956. Remarks on some nonparametric estimates of a density function. Annals of Mathematical Statistics, 27: 832-837
- Smith, R.D., Dickie, J.D., Linington, S.H., Pritchard, H.W., Probert, R.J., 2003. Seed conservation: turning science into practice. Kew, UK, Royal Botanic Gardens, Kew, pp. 1023.



Soriano P., Estrelles E., Bianchelli M., Galiè M., Biondi E., 2012. Conservation aspects for chasmophytic species: Phenological behavior and seed strategies of the Central Apennine threatened endemism *Moehringia papulosa* Bertol. *Plant Biosystems*, 146 (1): 143-52.

Indirizzo degli autori:

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali,
Università Politecnica delle Marche
Via Brecce Bianche, 60131 Ancona
e-mail: e.biondi@univpm.it

L'OASI DELLA BIODIVERSITÀ

Edoardo Biondi, Fabio Taffetani, Maurizio Bianchelli, Marco Galiè, Roberta Gasparri, Massimiliano Morbidoni, Stefano Orlandini, Massimiliano Paoli

Abstract

A botanical garden was created in the landfill to enhance the contribution of the area to biodiversity conservation and to disseminate the importance of environmental protection. For this reason, the garden was organized as an educational path, provided with posters explaining important concepts such as biodiversity and sustainability and especially meant for students of primary and high school. The first actions taken were a study of the morphology of the site and the identification of the most suitable species. Then, seeds and plants used were either produced or bought; however, they derived from autochthonous germplasm in both cases.

Premessa

Il concetto di diversità biologica, o biodiversità, è stato formalizzato in occasione della Conferenza Internazionale di Rio de Janeiro, nel 1992, un evento di fondamentale importanza per la costruzione della cultura della tutela del patrimonio biologico planetario. Con il termine di biodiversità si definisce il complesso della varietà biologica esistente sul pianeta, riferendosi alla moltitudine degli ecosistemi, delle specie e di tutta la variabilità genetica contenuta all'interno delle specie, delle popolazioni e degli individui. La varietà biologica del pianeta, creatasi nell'arco di milioni di anni come





risultato dei complessi meccanismi dell'evoluzione, costituisce un patrimonio unico ed irripetibile: le parti di tale patrimonio che dovessero essere distrutte non potranno essere ricostruite e saranno perse per sempre. Il problema si è posto all'attenzione della comunità scientifica proprio perché, nel corso dell'ultimo cinquantennio, si è assistito ad un'allarmante erosione di tale patrimonio, a causa dei particolari indirizzi intrapresi dallo sviluppo delle attività umane, tanto a livello locale che planetario. Questo fenomeno riguarda sia gli ecosistemi naturali che gli agroecosistemi creati dall'uomo nel corso dei millenni.

La gran parte della superficie della nostra regione, essendo destinata alla produzione agricola, è stata profondamente trasformata dall'uomo nel corso dei millenni. L'ambiente della campagna mezzadrile, seppur artificiale, costituiva un tempo un variegato mosaico di ecosistemi ricchi di habitat, all'interno del quale si insediavano numerose specie di animali selvatici e piante spontanee. Ad esempio molte specie ornitiche proprie dei luoghi aperti si erano adattate a vivere nei campi che sostituivano quindi in maniera soddisfacente le steppe naturali (peraltro rare nei nostri climi). Una quantità considerevole di specie vegetali popolava i rigagnoli e i fossi, le siepi, i roccoli e numerosissime specie annuali riuscivano a svolgere il proprio ciclo vitale tra le colture (i cosiddetti fiori di campo i cui semi, frammisti alle sementi agrarie, venivano involontariamente diffusi dall'uomo). Con la fine dell'economia mezzadrile e l'avvento della meccanizzazione agricola si è assistito ad una progressiva semplificazione del paesaggio: la modernizzazione dei mezzi agricoli e della gestione aziendale hanno portato in breve tempo alla diffusione della monocoltura e alla scomparsa delle colture promiscue condotte su piccoli appezzamenti. Vennero inoltre eliminati dai nostri paesaggi agrari siepi e filari alberati. La semplificazione strutturale del paesaggio non ha inoltre risparmiato altri aspetti che lo caratterizzavano: siepi, querce isolate o in filari, viali di olmi e gelsi. Nel corso dell'ultimo cinquantennio si è verificato inoltre un processo di omologazione delle specie coltivate a favore di poche varietà colturali risultanti più produttive o più adatte a soddisfare mercati indifferenziati, localizzati anche molto lontano dai luoghi di coltivazione. Queste varietà colturali risultano peraltro molto produttive solo a patto che si faccia ricorso a massicci interventi con fertilizzanti e pesticidi. La conseguenza diretta dell'utilizzo di alti quantitativi di sostanze di sintesi chimica è stata la distruzione di buona parte della pedofauna (artropodi, molluschi, collemboli, nematodi, lombrichi ecc.) e della vita microbica del suolo (batteri, alghe, funghi ecc.) e l'alterazione di tutti i processi biologici e di regolazione ecologica da loro svolti.

La maggior parte della campagna quindi, non più gestita secondo determinati criteri, ha perduto una notevole quantità di biodiversità. Nel nostro territorio le specie maggiormente penalizzate sono proprio quelle che, per la loro particolare ecologia, risultano strettamente legate agli ambienti costieri e collinari, cioè quelli che di più hanno subito la manipolazione antropica.

La discarica gestita dalla So.Ge.Nu.S. SpA è inserita in un contesto agricolo in cui, ad oggi, l'area rinaturalizzata della discarica costituisce un importante elemento di

pregio in termini ecosistemici e di biodiversità (Biondi, 2007). Come già accennato nel capitolo precedente, infatti, tali aree presentano aggregati di cespugli e arbusti con specie fruttifere (biancospino, rosa canina, prugnolo, sanguinello) che, insieme alle aree prative che li circondano, sono una componente importante dell'habitat di molte specie ornitiche.

Al fine di incrementare ulteriormente il contributo delle aree rinaturalizzate della discarica alla salvaguardia della biodiversità vegetale ed, indirettamente, anche di quella animale, nonché per promuovere la diffusione della cultura ambientale, So.Ge.Nu.S. SpA ha commissionato all'Orto Botanico "Selva di Gallignano" di realizzare un giardino botanico organizzato come un percorso didattico.

Attività svolte

I lavori per la rinaturalizzazione della parte sommitale della discarica e per la realizzazione del percorso didattico si sono articolati in fasi successive:

- Rilievo topografico dell'area di intervento;
- Individuazione delle specie da impiegare nell'intervento;
- Reperimento del materiale di propagazione;
- Realizzazione in diverse fasi dell'impianto;
- Realizzazione del percorso didattico.

Rilievo topografico dell'area di intervento

Questa attività ha avuto come obiettivo di integrare al meglio i nuovi interventi di piantumazione di Wild Flowers, con gli interventi di copertura vegetale della discarica già effettuati negli anni passati. A tal fine era necessario avere a disposizione una base cartografica di dettaglio su cui progettare i nuovi interventi.

Il rilevamento è stato effettuato con una strumentazione GIS in dotazione alla sezione di Botanica del Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali dell'Università Politecnica delle Marche (Leica Zeno 15 e pacchetto software dedicato Zeno Office/Field); con tale apparecchiatura è possibile effettuare un rilievo di precisione di aiuole, elementi diffusi del paesaggio vegetale, nuclei di bosco, ecc. con un margine di errore massimo pari a 30 cm.

Si sono rese necessarie una serie di operazioni preliminari al rilevamento al fine di assicurare la corretta esecuzione dello stesso. Innanzitutto è stata predisposta la base cartografica su cui riportare il rilievo strumentale di campagna; nel dettaglio è stata utilizzata la cartografia della copertura vegetale impiantata sulle superfici dismesse della discarica prodotta nel 2010 dal Centro Orto Botanico Interdipartimentale di Servizi. Evidenziato il confine dell'area individuata per il nuovo intervento con l'ausilio della strumentazione sopra citata, si è provveduto ad effettuare il rilievo di campo. Sono state così rilevate, delimitate ed identificate univocamente le aiuole già realizzate. Queste informazioni consentiranno, peraltro, in futuro di monitorare nel dettaglio la naturale evoluzione delle aiuole impiantate per la rinaturalizzazione dell'area.

Una volta completato il rilievo di campagna, i dati sono stati scaricati e sottoposti a post processing in laboratorio. Il prodotto cartografico che ne è derivato è stato utilizzato per la creazione della mappa di rilievo topografico dell'area di intervento. Di seguito sono riportate le immagini relative ai prodotti cartografici realizzati (Fig. 4.1).

Figura 4
Rilievo CAD
e mappa
topografica
derivanti
dal rilievo



Nel rilievo CAD (Fig. 4.1), sono state riportate anche le superfici occupate dall'impianto fotovoltaico nella parte sommitale della discarica in modo da impostare al meglio il progetto di copertura delle aree libere con *wild flowers*.

Individuazione delle specie da impiegare nell'intervento

Lo studio è stato effettuato tenendo in considerazione vari aspetti: la rispondenza delle specie alle condizioni pedologiche e climatiche dell'area, onde garantire il successo dell'impianto; l'adeguatezza ecologica all'ingresso e al mantenimento di ulteriori specie vegetali (interessanti dal punto di vista conservazionistico) ed animali; nonché il risultato estetico, fotocromatico e la costante presenza nel corso delle stagioni di varie fioriture. Un ultimo criterio di scelta è stato rappresentato dalla "funzione" delle specie. Precisamente, sono state scelte specie note per l'impiego che si fa di esse, in particolare sono state scelte specie tintorie, officinali, aromatiche, alimurgiche, profumate, nonché specie selvatiche progenitrici delle piante coltivate e di rilevante interesse ambientale. Le specie prescelte, suddivise secondo tale criterio sono riportate in Tabella 4.1. Infine, è importante notare come specie erbacee caratterizzate da copiose fioriture, che chiaramente offrono una chiara opportunità di sfruttamento per il miglioramento formale dell'area, risultano altresì importanti quali fonti di nutrimento di varie specie animali, in particolare degli insetti pronubi,

preziosi per l'impollinazione delle piante da frutto. In questo senso la presenza di aree prative derivanti dal restauro ambientale della discarica risulta estremamente vantaggiosa per il territorio in quanto ha ricadute positive sulla produzione agricola di una vasta area. L'indagine si è concentrata, inoltre, nell'individuazione di una serie di specie particolarmente appetite dagli uccelli granivori, che potessero costituire una valida fonte di nutrimento autunnale e invernale per la fauna selvatica ed, in particolare, per i piccoli uccelli granivori migratori e svernanti.

PROGENITORI DI PIANTE COLTIVATE	
<i>Cynara cardunculus</i>	Carciofo selvatico
<i>Sylibum marianum</i>	Cardo mariano
PIANTE TINTORIE	
<i>Anthemis tinctoria</i>	Camomilla gialla
<i>Genista tinctoria</i>	Ginestra dei tintori
<i>Isatis tinctoria</i>	Guado
PIANTE OFFICINALI	
<i>Calendula officinalis</i>	Calendula
<i>Issopus officinali</i>	Issopo
PIANTE PROFUMATE	
<i>Helicrysum italicum</i>	Elicriso
<i>Lavandula angustifolia</i>	Lavanda
PIANTE ALIMURGICHE	
<i>Borago officinalis</i>	Borragine
<i>Mentha</i> sp. pl.	Menta
PIANTE AROMATICHE	
<i>Rosmarinus officinalis</i>	Rosmarino
<i>Salvia officinalis</i>	Salvia
PIANTE D'INTERESSE AMBIENTALE	
<i>Ampelodesmos mauritanicus</i>	Tagliamani
<i>Centranthus ruber</i>	Valerianella rossa
<i>Cerinth major</i>	Erba vajola maggiore
<i>Erianthus ravennae</i>	Canna di Ravenna
<i>Hedysarum coronarium</i>	Sulla
<i>Rosa sempervirens</i>	Rosa di San Giovanni
<i>Rosa canina</i>	Rosa canina

Tab. 4.1 Specie impiantate suddivise per categoria di appartenenza

Si riportano di seguito le schede sintetiche descrittive delle specie prescelte.

Carciofo selvatico (*Cynara cardunculus* L.)

Pianta erbacea perennante rizomatosa, alta da 30 fino a 150 cm, con fusto robusto, semplice, striato, ramificato in alto, glabro o densamente peloso, senza spine. Dalle

gemme poste al livello del suolo si sviluppano nuovi getti chiamati carducci. Foglie basali in ampia rosetta, profondamente incise, lunghe fino a 35 cm, con segmenti bianco-tomentosi di sotto, interi o sparsamente dentellati e provvisti ai margini di lunghe spine (1-3 cm). Capolini in inflorescenze terminali, grossi (4-5 cm Ø) e piriformi, con le squame dell'involucro, spesso purpuree, con la base appressata e la parte apicale eretto-patente terminante in una lunga spina gialla e appuntita. Fiori ermafroditi, azzurro-violacei o rosei. Ricettacolo con peli setacei traslucidi. Frutto con pappo a peli piumosi. Fioritura: Giugno-Agosto.

Habitat: Incolti aridi, pascoli, bordi stradali, da 0 a 1.100 m.

Figura 4.2
Esemplare
di carciofo
selvatico (Cynara
cardunculus)
allevato presso
la discarica "La
Cornacchia"



Cardo mariano (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.)

Pianta erbacea biennale con radice affusolata e fusto eretto, verde-bruno, alto 40-150 cm, robusto, striato e ramificato nella parte superiore. Nel primo anno produce una rosetta di foglie; nel secondo anno fiorisce.

Le foglie basali sono picciolate, coriacee, pennatifide, lunghe sino a 40 cm; il margine è ondulato e sinuato-lobato; i lobi triangolari terminano con spine robuste; la lamina è brillante, verde scuro variegata di bianco lungo la nervatura, glabra. I fiori ermafroditi, sono riuniti in grandi capolini globosi all'apice dei fusti. Le robuste brattee dell'involucro sono glabre, dentate e spinose, terminanti con un aculeo ricurvo. Le corolle tubulose sono porporine, raramente bianche.

Proprietà farmaceutiche: aperitive, diuretiche, febbrifughe, disintossicanti. I derivati del cardo mariano sono oggi utilizzati in terapia nei disordini epatici, nelle epatiti,

nella cirrosi epatica, nelle intossicazioni e negli avvelenamenti, nei disturbi della digestione collegati a un anormale funzionamento del fegato. Droga usata: i semi. Uso in cucina: i germogli centrali, molto teneri, raccolti in primavera, vengono mangiati crudi in insalata; il loro gusto ricorda quello del cardo. Stesso uso viene fatto delle foglie che non debbono essere coriacee. Ricco di principi amari, il cardo mariano può essere utilizzato per la preparazione di liquori. Fioritura: Giugno-Agosto.

Habitat: Cresce fra i ruderi, negli incolti, ai margini di campi abbandonati e ai bordi di strade campestri, dal piano sino a 1.000 m s.l.m.



*Figura 4.3
Aiuola di
cardo mariano
(Silybum
marianum) presso
la discarica
"La Cornacchia"*

Camomilla dei tintori (*Anthemis tinctoria* L.)

Piante con fusti legnosi solo alla base, generalmente di piccole dimensioni. Piante perenni o talora a ciclo biennale con gemme poste a livello del terreno, alta 20-50 cm, con



*Figura 4.4 "Camomilla dei tintori
(Anthemis tinctoria)*



rizoma legnoso spesso suffruticoso e rami erbacei ascendenti e semplici, di aspetto cinerino-tomentoso.

Foglie pubescenti, lunghe 2-3 cm, lineari-lanceolate, seghettate. Fiori in capolini di 2-2,5 cm di diametro, solitari di colore giallo. Fioritura: Maggio-Settembre.

Habitat: Prati aridi e bordi delle strade, preferibilmente su calcare dal livello del mare fino a 1.500 metri.

Ginestra dei tintori (*Genista tinctoria* L.)

Piccolo arbusto perenne, eretto, deciduo, con fusti cilindrici lignificati alla base; rami verdi, privi di spine, semplici, ascendenti, solcati. Altezza 30-80 cm. Foglie disposte in modo alterno, intere, sessili, di colore verde scuro. I numerosi fiori, di colore giallo oro, sono riuniti in racemi apicali fogliosi. I frutti sono legumi contenenti semi verde scuro. Fioritura: Maggio-Luglio.

Habitat: si incontra comunemente nei prati e pascoli mesofili e in quelli umidi e acidofili, nei boschi cedui soleggiati, sotto le siepi e nelle brughiere, dal piano sino a 1.800 m s.l.m.

Figura 4.5
Esemplare
di ginestra
dei tintori
(*Genista tinctoria*)
allevato presso
la discarica
“La Cornacchia”



Guado (*Isatis tinctoria* L.)

Pianta erbacea biennale, glabra o pubescente, alta 40-120 cm con fusto eretto, robusto, munito di peli patenti sparsi e ramificazioni erette corimbose nella metà superiore. Foglie basali in rosetta, picciolate, di un colore verde glauco, sparsamente pelose. Nel secondo anno produce un'abbondante fioritura di colore giallo. Il frutto è una siliqua pendula, da glabra a tomentosa, alata, indeiscente, lunga 3-5 volte la larghezza, contenente un solo seme nero a maturità. Fioritura: Maggio-Giugno.

Dalle foglie della rosetta basale (primo anno) viene estratto il pigmento colorante



Figura 4.6 Aiuola di guado (*Isatis tinctoria*) presso la discarica "La Cornacchia

(indigotina) previa macerazione in acqua e trattamento con idrossido di potassio. Una volta conclusa la reazione di estrazione, si provvede alla raccolta del precipitato che è pasta di colore.

Habitat: incolti, aree ruderali, lungo i bordi stradali e suoli calpestati, preferibilmente su suoli basici, ma anche su sabbie silicee da 0 a 2.100 m.

Calendula (Calendula officinalis L.)

Pianta erbacea annuale o biennale, intensamente odorosa, termofila, pubescente; alta 10-50 cm. Foglie verde chiaro alterne; le basali attenuate al picciolo con il margine intero $\pm$ dentato. Fiori numerosi, di colore giallo-arancio e disposti in capolini solitari lungamente pedunculati, ricurvi verso il basso dopo la fioritura, larghi 5 cm. Il frutto è un achenio eterocarpo, biancastro, sprovvisto di pappo. Fioritura: Giugno-Dicembre.

Con gli estratti di calendula vengono prodotte pomate, per accelerare la cicatrizzazione e stimolare la granulazione del tessuto epidermico in caso di piaghe, ustioni, piccole ferite, abrasioni, geloni. La calendula, infatti, ottimizza l'irrorazione sanguigna della cute, migliorandone così il trofismo, e manifestando inoltre un'attività batteriostatica. Ha anche proprietà antinfiammatorie e immunostimolanti attribuibili all'elevata quantità di carotenoidi contenuti nei fiori. All'olio essenziale da essa estratta sono riconosciute proprietà antibatteriche, antimicotiche e antivirali. Per il contenuto in flavonoidi sono inoltre attribuite a questa specie attività emollienti, lenitive, rinfrescanti e riepitelizzanti, grazie all'azione di normalizzazione del microcircolo tissutale. In cucina, i fiori ligulati vengono utilizzati come succedaneo dello zafferano.

Habitat: è pianta gregaria nei terreni incolti, nei margini di sentieri e strade, nei vigneti. Predilige i terreni calcarei. Da 0 a 600 m di altitudine.



Figura 4.7 *Calendula* (*Calendula officinalis*): infiorescenza e aiuola presso la discarica La Cornacchia”



Issopo (*Hyssopus officinalis* L.)

Pianta perenne, cespugliosa, glabrescente, aromatica, alta 30-50 cm, con fusto legnoso alla base, ascendente e ramificato, con peli crespi minutissimi (0,1 mm). Foglie lanceolate, opposte, lunghe fino a 25 mm, larghe 5 mm, con ghiandole sessili; quelle fiorali sono acute. Fiori ermafroditi, raggruppati in verticillastri ascellari (4-6), volti da un lato, e ravvicinati in spiga terminale unilaterale; calice generalmente arrossato, pubescente di colore ceruleo-porporino. Fioritura: Luglio-Ottobre. Seme nero rugoso.

Habitat: predilige terreni asciutti, rupi calcaree soleggiate e pascoli sassosi dai 200 ai 1.200 m s.l.m.



Figura 4.8 Issopo (*Hyssopus officinalis*)

Elicriso (*Helichrysum italicum* (Roth) G. Don)

Pianta perenne suffrutescente che, con le sue numerose ramificazioni ascendenti, forma un piccolo cespuglio di colore biancastro, per il tomento di peli lisci grigio-biancastri che la ricoprono almeno nello stadio giovanile. Fusti angolosi, legnosi e contorti alla base, alti 20-50 cm. Foglie alterne, lunghe 10-40 mm e larghe 1 mm, erette o patentì. Le infiorescenze sono raccolte in densi corimbi, ramosi, posti all'apice del fusto, composti da 20-35 capolini, con l' involucrio giallo paglierino. I fiori, circa 15 per capolino, tutti tubolosi ed ermafroditi, emanano un intenso e caratteristico profumo, di colore giallo-oro hanno una lunga corolla tubolare che si allarga all'apice in 5 lobi triangolari. Il frutto è una cipsela ovale-oblunga. Fioritura: Maggio-Settembre.

Habitat: pianta eliofila, termofila, vegeta nelle garighe e nei prati aridi delle zone aride prospicienti il mare e all'interno, in luoghi rocciosi e suoli poco evoluti, fino a 800 (1.400) m di altitudine.



Figura 4.9 Eicriso (*Helichrysum italicum*)

Lavanda (*Lavandula angustifolia* Mill.)

Arbusto suffruticoso, sempreverde grigio-tomentoso, molto profumato; la radice è legnosa e contorta, con numerose radici secondarie superficiali. I fusti sono eretti, legnosi e densamente ramificati, terminano con rami giovani erbacei e pubescenti a sezione quadrangolare. Altezza: 40-100 cm. Le foglie sono opposte, persistenti, prima grigiastre, poi grigio-verde. I fiori sono profumati, di colore viola-porpora, riuniti in spighe di 3-8 cm. Fioritura: Giugno-Settembre.

I fiori vengono solitamente utilizzati per profumare la biancheria, da essi si estrae l'olio essenziale che viene utilizzato per la produzione di saponi, lozioni e prodotti di vario genere.

Habitat: predilige terreni aridi e sassosi, soleggati, fino a 1.800 m s.l.m.

Figura 4.10
Aiuola di lavanda
(*Lavandula angustifolia*)
presso la
discarica La
Cornacchia"



Borragine (*Borago officinalis* L.)

Pianta erbacea annua, ruvida per la presenza di lunghi peli rigidi, eretta e ramosa in alto. Tutta la pianta è caratterizzata dalla presenza di lunghe setole subspinoze patenti o riflesse, bianche, che la rendono ispida, alta sino a 70 cm.

Le foglie inferiori, lungamente picciolate, hanno lamina ovato-lanceolata, margine dentato, ondulato, e nervatura rilevata; le cauline sono lanceolate, brevemente picciolate o amplessicauli. I fiori peduncolati, sono penduli in piena fioritura e di breve durata, riuniti in infiorescenze terminali, hanno calice composto da 5 sepali stretti e lanceolati saldati solo alla base. Corolla con tubo breve, azzurra-blu, più raramente bianca, è pentalobata, gli stami sono 5, le antere derivanti dall'unione degli stami, sono violette. I frutti sono tetracheni marrone chiaro, di forma ovale, molto duri e contengono al loro interno diversi semi di piccole dimensioni. Fioritura: Aprile-Agosto, ma in alcune zone la borragine fiorisce quasi per tutto l'anno (Sicilia, Toscana).

Habitat: specie comune, predilige i terreni concimati e gli ambienti ruderali umidi, sabbiosi o argillosi. Generalmente fra 0 e 800 m s.l.m., raramente sino a 1.500 m s.l.m.



Figura 4.11
orragine (*Borago
officinalis*):
dettaglio del fiore

Menta (*Mentha* sp.)

Per la realizzazione dell'aiuola di questa specie all'interno del percorso didattico, sono state impiantate 5 varietà diverse al fine di mostrare le diverse caratteristiche di tale specie. Per il genere *Mentha* sono state descritte circa un centinaio di specie in Europa. I tratti comuni a tutte le specie sono una corolla con 4 lobi poco diseguali tra loro e quindi di aspetto solo scarsamente bilabiato, odore aromatico penetrante, con leggere sfumature, diverse anche tra popolazioni della medesima specie.



Figura 4.12
Fitto popolamento
di menta (*Mentha* sp.
pl.) impiantato
presso la discarica
La Cornacchia"

Rosmarino (*Rosmarinus officinalis* L.)

Cespuglio legnoso perenne, sempreverde, ramosissimo; con portamento a volte ascendente, a volte prostrato, mai veramente eretto, alto fino a 2 metri. Corteccia bruno chiara. Foglie lineari, larghe 2-3 mm e lunghe 15-30 mm, sessili, verde scure e lucide di sopra, bianco tomentose di sotto, opposte lungo i rami ed in fascetti ascellari. Fiori raccolti in racemi ascellari brevi, generalmente nella parte superiore dei rami, ciascuno con 4-16 fiori di colore azzurro-chiaro o lilla, a volte bianchi.

Habitat: Macchie e garighe, preferibilmente su calcare, dal livello del mare fino a 800 metri. È componente diffuso e caratteristico della macchia bassa mediterranea.

Figura 4.13
Rosmarino
(Rosmarinus
officinalis): pianta
fiorita e aiuola
presso la
discarica La
Cornacchia"



Salvia (*Salvia officinalis* L.)

Pianta perenne suffrutescente di 20-40 cm, grigio tomentosa con odore aromatico. Fusto legnoso alla base, ramificato, con peli patenti. Foglie con picciolo di 10-15 mm e lamina lanceolata (1 x 2-3 cm), ottusa, crenata sul bordo. Verticillastri con 5-10 fiori, più o meno unilaterali; l'inferiore avvolto da una coppia di foglie bratteali. Calice campanulato, ferrugineo, con tubo di 5-7 mm e denti di 4-6 mm. Corolla violacea, più raramente rosea o sbiancata, con tubo di 10-15 mm e labbro superiore di 7-10 mm. Fioritura: Marzo-Maggio. Habitat: Rupi aride e pietraie, su calcare dal piano ai 300 m.



Figura 4.14
Salvia (*Salvia officinalis*):
esemplari allevati
presso la discarica
"La Cornacchia"

Tagliamani (*Ampelodesmos mauritanicus* (Poir.) T. Durand & Schinz.)

Pianta perenne cespugliosa, alta fino a 2 m con rizoma strisciante e culmi eretti e robusti. Foglie strettissime e lunghe fino a 1 m con il margine tagliente. Pannocchia ampia, lunga 30-40 cm, formata da spighe 3-5flore. Frutto: cariosside. Fioritura: Aprile-Giugno.

Dalle foglie tenaci, ruvide-taglienti al margine, si ricava un materiale fibroso utilizzato per fabbricare cordami e stuoie.

Habitat: zone argillose lambite da correnti d'aria umida.

Figura 4.15
Tagliamani
(*Ampelodesmos*
mauritanicus)



Valerianella rossa (*Centranthus ruber* (L.) DC.)

Cespuglio perenne, alto 30-70 cm, legnoso alla base, glabro, glauco, un po' grasso. Fusti eretti o ascendenti e ramosi che spuntano da un rizoma sotterraneo assai sviluppato. Le foglie maggiori sono opposte, intere; le cauline a volte appena dentate, ovato-lanceolate, lisce e acuminate all'apice, di colore verde azzurrognolo; le superiori sono sessili, lineari-lanceolate, acute e intere. Presenta corimbi densi con fiori zigomorfi, ermafroditi, profumati, di 9 -10 mm, con corolla gamopetala di colore rosa più o meno carico, rosso-violaceo e talvolta bianco, formata da un tubo conico con lembo diviso in 5 lobi ineguali. Fioritura: Maggio-Settembre.



Figura 4.16 *Valerianella rossa*
(*Centranthus ruber*)

Erba vajola maggiore (*Cerintho major* L.)

Pianta erbacea annuale, con fusti ascendenti-eretti, ramosi, di colore blu-verde, alta 15-60 cm. Foglie inferiori con picciolo e spatolate, mentre quelle superiori sessili, ellittiche. Tutte le foglie presentano tubercoli biancastri e peli rigidi sul margine. Fiori tubulari con brattee spesso di color porpora; corolla gialla. Antere violette, stilo sporgente. Fioritura: Marzo-Giugno.

Habitat: bordi stradali e terreni umidi incolti. La specie è comune nella regione mediterranea.



Figura 4.17 Erba vajola maggiore (Cerintho major): dettaglio dei fiori e aiuola presso la discarica La Cornacchia"



Canna del Po (*Erianthus ravennae* (L.) P. Beauv)

Pianta formante grossi cespugli (fino ad 1 m di diametro e di altezza), con culmi eretti. Foglie scabre, con lamina glauca, alla fine spesso arrossata e con venature bianche, larga fino ad 1 cm, generalmente revoluta. Pannocchia lunga 30-50 cm, bianco-lanosa, generalmente incurvata. Spighette di 6 mm, generalmente violacee.



Figura 4.18 Canna del Po (*Erianthus ravennae*)

Sulla (*Hedysarum coronarium* L.)

Pianta erbacea perenne che raggiunge 20-100 cm, con una caratteristica radice fittonante munita di tubercoli, assai sviluppata. Fusto cavo e fistoloso con portamento prostrato, molto ramificato, glabro o poco peloso. Foglie opposte imparipennate formate da 5 a 9 segmenti, di forma ellittica a margine subrotondo, lanuginose nella pagina inferiore. Fiori riuniti in racemi dal rosso-rubino al violetto. Frutto: legume con 3-5 semi. Fioritura: Aprile-Maggio.

Habitat: caratteristica dei terreni argillosi, cresce negli incolti erbosi, anche su suoli subsalsi dal piano sino a 1.200 m.

Rosa canina (*Rosa canina* L.)

Arbusto legnoso, cespuglioso e spinoso, a foglia caduca, con profonde radici, rami pendenti cosparsi di robuste e grosse spine, piegate o uncinate, per lo più con base ingrossata; rami secondari verdi.

In ambiente aperto si presenta come un arbusto tondeggianti alto 1-3 m, con ampia ramificazione; negli arbusteti, invece, è poco ramificato e tende ad arrampicarsi sugli arbusti circostanti.



Figura 4.19
Sulla (*Hedysarum coronarium*)

Le foglie imparipennate, alla base hanno 2 stipole lanceolate, sono costituite da 2-3 paia di foglioline di colore verde tenero, ovali o ovato ellittiche, appuntite, generalmente glabre o lievemente pubescenti sul rachide, prive di peli ghiandolosi, dentellate ai margini.

I fiori, solitari o in gruppi di 2-3, su peduncoli glabri, delicatamente profumati, presentano 5 sepali e 5 petali bianchi o rosati. I sepali sono concrescenti e formano un ricettacolo simile a una coppa chiusa che contiene molti ovari. I frutti, detti cinorrodi, maturano in autunno e sono, in realtà, falsi frutti. Sono piriformi, carnosì e glabri; solitamente portati da peduncoli lunghi 10-20 mm; di colore rosso vivo a maturità. Contengono molti acheni duri ricoperti di corti peli rigidi. Fioritura: Maggio-Luglio.

Habitat: Specie paleo temperata, vegeta lungo le siepi e ai margini dei boschi.



Figura 4.20
Rosa canina (*Rosa canina*): esemplare in frutto impiantato presso la discarica "La Cornacchia"

Rosa di San Giovanni (*Rosa sempervirens* L.)

Arbusto suffruticoso sempreverde di 1-3 m, rampicante, con internodi provvisti di pochi aculei robusti e lievemente adunchi. Foglie composte, con 3-7 foglioline lanceolato-acuminate, glabre e lucide superiormente. Fiori bianchi con stili saldati a colonna e sepali con qualche appendice ai margini. La fioritura di tutta la pianta non dura più di 15-20 giorni. I Frutti, di 8-9 mm, sono più piccoli e tondeggianti di quelli della Rosa canina. Fioritura: Maggio-Giugno.

Habitat: specie ampiamente diffusa nel bacino del Mediterraneo, in macchie e boschi radi.

Figura 4.21
Rosa di San
Giovanni (*Rosa*
sempervirens)



I prati fioriti

Il progetto preliminare prevedeva la semina di un miscuglio di specie prative costituito da graminacee e diverse dicotiledoni a fioritura scalare. Tale miscuglio sarebbe stato acquistato da un'azienda specializzata del Nord Italia. In corso d'opera ci si è, però, resi conto della presenza di pratelli spontanei che si andavano costituendo nelle aree incolte e non sfalciate della discarica in corrispondenza delle quali, stando a quanto previsto dal progetto, sarebbe stato seminato il miscuglio. Col passare del tempo, questi prati spontanei si sono naturalmente arricchiti di specie molto interessanti da un punto di vista ambientale ed in termini di biodiversità. Alcune di queste specie, in alcuni casi anche legate alla tradizione culinaria locale, erano rappresentate da *Taraxacum* sp. pl., *Sonchus oleraceus* e *S. asper* e *Diplotaxis eruroides*. Si è pertanto ritenuto opportuno non intervenire con la semina di nuovo materiale ma piuttosto favorire la disseminazione delle essenze che si stavano diffondendo naturalmente. L'unica eccezione è rappresentata da *Calendula fulgida* ssp. *suffuticosa*, i cui semi sono stati distribuiti sui prati in modo da arricchirne la biodiversità.



Figura 4.22
Prateria fiorita
nell'area della
discarica "La
Cornacchia"



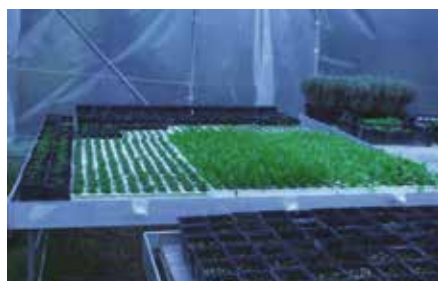
Figura 4.23
Prato arricchito
con *Calendula*
fulgida ssp.
suffruticosa

Reperimento del materiale di propagazione;

La fase successiva è stata rappresentata dalla raccolta e moltiplicazione di germoplasma (semi, rizomi, bulbi, ecc.) autoctono delle specie selezionate. Tale materiale, è stato reperito in aree naturali della Regione Marche e successivamente trattato e conservato secondo gli standard internazionali (ISTA, 2006; Bacchetta et al., 2006), presso le strutture della Banca del Germoplasma dell'Orto Botanico "Selva di Gallignano" (Biondi

et al., 2010). Una parte delle sementi impiegate, precisamente quelle delle specie più comuni, è stata invece acquistata presso ditte specializzate nella raccolta e nella moltiplicazione di germoplasma vegetale autoctono.

Figura 4.24
Fasi successive della
moltiplicazione per
seme di *Calendula*
officinalis
in semenzaio



Realizzazione del progetto

Gli interventi di piantumazione sono stati realizzati a partire dalla primavera 2013 e ultimati in autunno 2015. L'impianto della maggior parte delle specie presenti è stato effettuato in due occasioni, in due periodi differenti dell'anno (ottobre e marzo), con trapianto di esemplari in vaso e semina diretta su terreno lavorato. Il primo intervento è risultato particolarmente indicato per le specie trapiantate le quali, sfruttando il periodo di stasi vegetativa, sono riuscite ad affrancarsi. Va ricordato che il substrato sul quale è stato realizzato l'impianto è estremamente problematico, in quanto costituito da argille e terreno di riporto di scarsa fertilità che determina notevoli stress di adattamento in fase di trapianto.

Le specie seminate che hanno dato i migliori risultati sono state *Isatis tinctoria*, *Hedysarum coronarium* e *Anthemis tinctoria* (peraltro già diffusa spontaneamente nei luoghi di intervento). Per quanto riguarda le specie trapiantate, quelle che hanno attecchito meglio sono state *Lavandula angustifolia*, *Rosmarinus officinalis*, *Genista tinctoria* ed *Helicrysum italicum*, nonostante nel mese di febbraio marzo (alla ripresa vegetativa, pochi mesi dopo il trapianto) la situazione delle medesime non sembrasse affatto rassicurante. Dopo l'inizio della ripresa vegetativa, la situazione si è rilevata invece estremamente positiva.

La seconda fase di piantumazione ha consentito di rimpiazzare le fallanze, minime, in realtà, delle specie messe a dimora ad inizio autunno e contemporaneamente di realizzare la copertura di altri settori, come previsto dal progetto.

In questo secondo intervento sono state inoltre messe a dimora plantule di *Cynara cardunculus*, *Calendula officinalis*, *Erianthus ravennae*, *Lavandula angustifolia*, *Mentha sp.*, *Issopus officinalis*; e, in contemporanea, sono state poste in opera le bacheche in legno che ospitano ora i cartelloni illustrativi del percorso.

Figura 4.25
Progetto originario
delle aiuole e del
percorso didattico



Sulla base del progetto sopra presentato si è provveduto all'aratura del terreno che, per motivi di praticità ed economicità, è stata effettuata dal personale di So.Ge.Nu.S. S.p.A. utilizzando i mezzi della ditta. Successivamente, sono state identificate e tracciate le nuove parcelle su cui impiantare le specie sopra indicate oltre che le aree prative da lasciare alla loro spontanea evoluzione.

Sono state quindi realizzate le seguenti aiuole:

- 1 aiuola di *Cynara cardunculus*; le piante sono state disposte in filari omogenei in modo da occupare tutta la superficie disponibile;
- 3 aiuole di *Genista tinctoria*; anche in questo caso le superfici disponibili sono state coperte totalmente;
- 2 aiuole di *Lavandula angustifolia*; le superfici, anche in questo caso, sono state total-

mente ricoperte con sesto d'impianto a filari omogenei con distanze tali da consentire l'utilizzo della falciatrice;

2 aiuole di *Issopus officinalis*; in questo caso l'impianto è stato realizzato a nuclei omogenei per consentire l'utilizzo dei mezzi meccanici per lo sfalcio delle malerbe;

1 aiuola di *Calendula officinalis* messa a dimora in filare e in diversi nuclei dai quali la specie si diffonderà spontaneamente per disseminazione, secondo un fenomeno naturale già sperimentato presso l'Orto Botanico;

2 aiuole di *Helicrysum italicum*, moltiplicato per talea, gli esemplari sono stati messi a dimora in modo da sfruttare tutto lo spazio disponibile;

1 aiuola di *Salvia officinalis*;

2 aiuole di *Mentha* sp.; sono state messe a dimora 5 varietà diverse in modo da risaltare le loro diverse caratteristiche;

1 aiuola di *Isatis tinctoria*, realizzata da seme. Attualmente, le piante seminate durante il primo intervento hanno già concluso il loro ciclo vitale, che è solitamente biennale, e si osservano nuovi individui originatisi dai semi germinati tardivamente che stanno seguendo il normale ciclo di crescita della specie. Per i prossimi anni si attende la comparsa di nuovi e numerosi individui che si origineranno dai semi presenti nel terreno per disseminazione dalle piante che hanno già concluso il loro ciclo vitale;

Figura 4.26
Fasi successive della
moltiplicazione per
seme di *Calendula
officinalis*
in semenzaio



1 aiuola di *Erianthus ravennae*; gli esemplari sono stati messi in ordine sparso a copertura di tutto lo spazio disponibile;

2 aiuole di *Rosmarinus officinalis*;

2 aiuole di *Hedysarum coronarium* da seme che non vengono sfalciate così da lasciare alle piante la possibilità di concludere il proprio ciclo vitale fino a disseminazione;

1 aiuola di *Anthemis tinctoria* ottenuta da seme;

1 aiuola di *Rosa canina* e un filare di 50-60 piante;

3 nuclei da 5-6 piante ognuno di *Rosa sempervirens*;

1 aiuola di *Sylibum marianum*;

1 aiuola di *Cerintho major* con circa 40 individui;

1 nucleo di *Centranthus ruber*;

2 nuclei di *Borago officinalis*;

alcuni individui sparsi di *Ampelodesmos mauritanicus*.

Alle aiuole realizzate, vanno aggiunti i prati spontanei descritti nel paragrafo precedente ed alcuni nuclei di piante originatesi spontaneamente, quali *Quercus pubescens* e *Ecballium elaterium*.



Figura 4.27
Diversificazione del
sesto di impianto:
copertura uniforme
dell'aiuola (*Cerintho
major* e *Isatis
tinctoria*) e impianto
a file (*Calendula
officinalis* e
Mentha spp.).



Realizzazione del percorso didattico

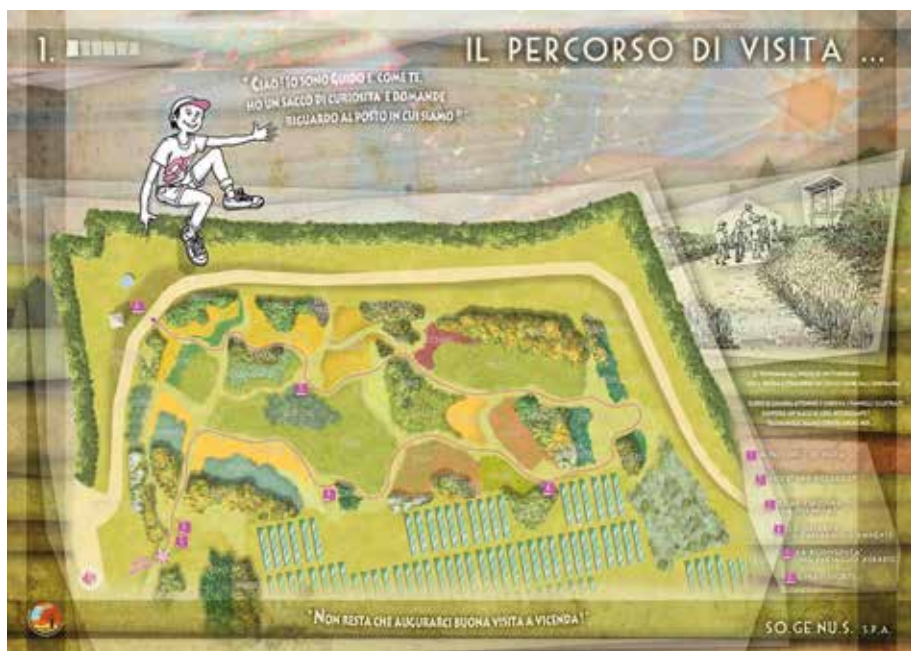
Lungo il percorso pedonale che si snoda tra le aiuole, sono stati posizionati sei pannelli didattici affissi su bacheche in legno della dimensione di cm 150x108 cm e altezza di 228 cm, complete di tetto.

Figura 4.28
Pannello
didattico affisso
su bacheche
in legno



Il percorso guidato è ideato e realizzato in modo che possa essere agevolmente fruito da un pubblico composto prevalentemente da giovani o giovanissimi (i principali frequentatori dell'area sono infatti alunni di scuola primaria e secondaria). In ogni pannello compare un personaggio guida, un ragazzino di nome Guido, per l'appunto, che pone le sue domande. Le didascalie e le immagini riportate sui tabelloni servono a risolvere i dubbi e le curiosità del giovane Guido. Dopo essersi presentato e dopo aver mostrato la planimetria dei Prati Fioriti e del percorso di visita (primo pannello), egli vuole sapere, innanzitutto che cos'è una di-

Figura 4.29
Tabellone 1,
"Il Percorso
di Visita"

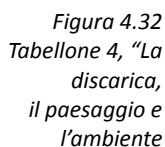
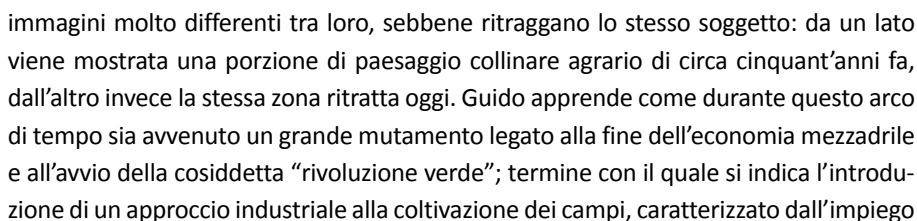


scarica. Il secondo pannello spiega pertanto, in forma schematica, come la società contemporanea, organizzata in agglomerati urbani molto popolosi, abbia necessità di dotarsi di aree di raccolta e di gestione dei rifiuti solidi. Il pannello illustra anche quali effetti deleteri si producevano allorquando le discariche non venivano realizzate secondo adeguati parametri tecnici di sicurezza e come sia complessa e delicata la gestione del percolato e dei gas che risultano dalla decomposizione dei rifiuti. La scelta della localizzazione, ovviamente, deve essere basata su particolari caratteristiche geologiche del sito, tali da garantire il trattenimento degli inquinanti. Guido a questo punto è curioso di sapere quale sia il funzionamento di una discarica: il terzo pannello spiega dettagliatamente la relazione intercorrente tra raccolta



Figura 4.30
Tabellone 2,
“Cos’è una
discarica?”

differenziata e gestione dei rifiuti, mostra la sequenza di operazioni per attuarla (cernita, peso, separazione dei rifiuti speciali dai rifiuti solidi urbani, interrimento, coperture giornaliere e copertura definitiva, smaltimento e raccolta di biogas e di percolato). Nel quarto tabellone, un po' più complesso degli altri, Guido cerca di comprendere il rapporto tra discarica, ambiente e territorio. Egli legge i dati che quantificano l'impatto dell'attività di gestione dei rifiuti sull'ambiente circostante in termini di emissioni odorose, di percolato, di polveri, di inquinamento acustico, di consumo energetico (carburante ed elettricità), di suolo e di produzione annua di materiali; li soppesa rapportandoli alla mole di rifiuti che annualmente viene trattata e apprezza i progressivi miglioramenti registrabili nel tempo. In questo pannello viene anche presentato il generale programma di recupero e di reinserimento paesaggistico e di monitoraggio della qualità ambientale del sito di discarica, fatto anche mediante l'utilizzo di api. Nel pannello numero 5 Guido è posto di fronte a due



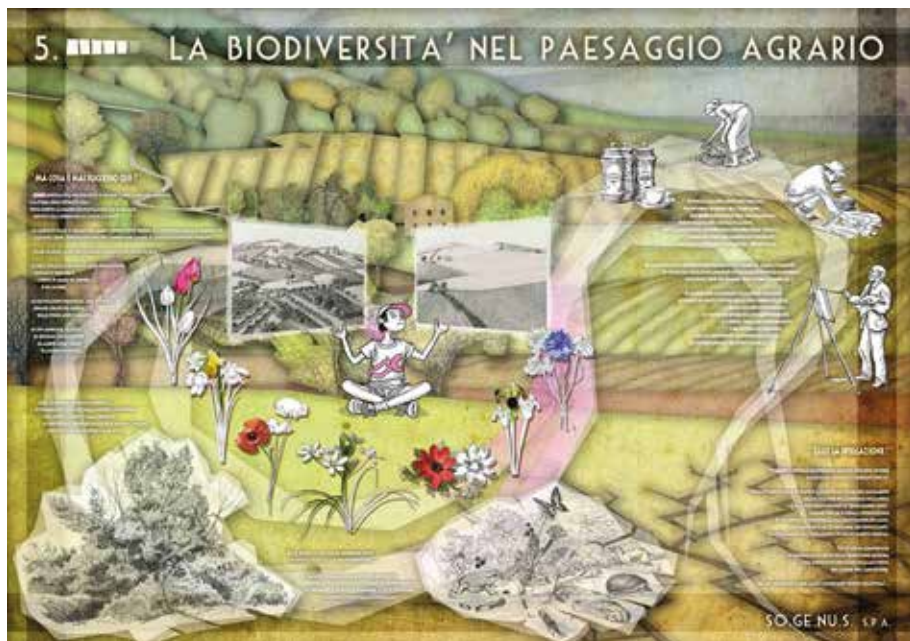


Figura 4.33
tabellone 5, "La
biodiversità nel
paesaggio
agrario"

di mezzi meccanici, dei fertilizzanti, dei fitofarmaci e di nuove varietà vegetali. Tutto ciò ha comportato un enorme incremento della produzione agricola e una consistente riduzione della gravosità del lavoro dell'agricoltore; ma ha provocato anche alcuni importanti "effetti collaterali": Guido nota immediatamente la grande semplificazione del paesaggio dovuta alla scomparsa di alcuni elementi quali le siepi, gli alberi in filari o isolati tra i campi, le coltivazioni promiscue, le alberate, i filari di gelso, ecc. Quel



Figura 4.34
Tabellone 6,
"I prati fioriti"



complesso mosaico ambientale, ulteriormente variato dalla modesta dimensione degli appezzamenti e dalla presenza di aree incolte a riposo (maggese) o di erbai e pascoli, costituiva un ricco sistema di habitat in cui si insediava un gran numero di specie di animali selvatici e di piante spontanee. Il ripristino di parte di questa ricchezza e complessità ambientale è proprio l'obiettivo perseguito dall'intervento di restauro della discarica ed, in particolar modo, dalla realizzazione dell'Oasi della Biodiversità. Nel pannello successivo, l'ultimo della serie, Guido appare chino in terra, intento ad osservare da vicino le caratteristiche delle specie erbacee ed arbustive utilizzate nell'impianto. Tali specie vengono elencate ed illustrate nel tabellone.

Bibliografia

Bacchetta G, Fenu G, Mattana E, Piotto B, Virevaire M., 2006. Manuale per la raccolta, studio, conservazione e gestione ex situ del germoplasma. Linee Guida APAT. pp. 244.

Biondi E., 2007. Inquadramento territoriale e descrizione della vegetazione del Bacino del Fosso di Pontenuovo. Università Politecnica delle Marche – Orto botanico Interdipartimentale di Servizi.

Biondi E, Bianchelli M, Galiè M, Morbidoni M., 2010. Banca del Germoplasma per la conservazione ex situ delle specie vegetali anfiadriatiche (Amphiadriatic Species Seed Bank , ASSB). Studi Tridentini di Scienze Naturali, 88: 55-62.

ISTA - The International Seed Testing Association, 2006. International Rules for Seed Testing. Edition 20. Basserdorf, CH-Switzerland.

Altre pubblicazioni consultate per la descrizione delle specie impiegate:

Ballelli S., Bellomaria B., 2005. La flora officinale delle Marche. L'Uomo e l'Ambiente.

Biondi E., Allegrezza M., 2004. L'ambiente della Selva di Gallignano - Secondo volume de "I Quaderni della Selva".

Biondi E., Morbidoni M., 2010. Biodiversità nelle Marche. I Quaderni della Selva, Terzo Volume.

Biondi E., Pinzi M., Bianchelli M. 2003. La flora della Selva di Gallignano. I Quaderni della Selva. Primo Volume.

Conti F., Abbate G., Alessandrini A., Blasi C., 2005. An Annotated Checklist of the Italian Vascular Flora. Palombi, Roma.

<http://www.actaplantarum.org/>

IPFI - Index Plantarum Florae Italicae

Pignatti S., 1982. Flora d'Italia. Bologna: Edagricole.

Taffetani F., 2005. Rugni, speragne e crispigne.

Indirizzo degli autori:

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali
Orto Botanico "Selva di Gallignano",
Università Politecnica delle Marche
e-mail: e.biondi@univpm.it e f.taffetani@univpm.it"

IL MONITORAGGIO AMBIENTALE

A garanzia della sicurezza e delle migliori condizioni igienico-sanitarie, SO.GE.NU.S. S.p.A. attua un monitoraggio costante delle condizioni ambientali dell'impianto e del territorio in cui la discarica è inserita. Per il controllo della discarica sono stati posti in opera 6 inclinometri, 2 piezometri a monte ed a valle del settore esaurito della discarica, 4 piezometri a monte ed a valle del nuovo settore di discarica, 8 pozzi spia di cui 2 ubicati nel settore di ex 2° cat. tipo B e 6 ubicati nel corpo discarica ex 1° Categoria ed infine una stazione barometrica costituita da pluviometro, evaporimetro, anemometro, termometro a registrazione continua, collegato mediante software ad un terminale posizionato sopra la vasca di raccolta del percolato. Tutte queste sofisticate strumentazioni in dotazione permettono di tenere sempre sotto controllo la stessa apparecchiatura fissa presente nell'impianto e di eseguire tutte le analisi chimiche necessarie a verificare il perdurare, nel tempo, delle condizioni ottimali.

Tra le analisi più importanti effettuate vanno annoverati il monitoraggio e la stima diretta e indiretta delle cubature residue in funzione delle quantità di rifiuto smaltito, le indagini topografiche e geologiche con lettura degli inclinometri, il monitoraggio del quantitativo di percolato, le analisi dei dati climatici, le osservazioni della qualità dell'aria, le analisi sulla qualità del compost e del biogas, il monitoraggio chimico delle acque superficiali e sotterranee e dei sedimenti, le analisi fonometriche, il monitoraggio del deflusso delle acque superficiali e le analisi ambientali di valutazione del rischio polveri. In particolare, nel sistema di monitoraggio delle acque, i parametri rilevati sono il pH, i solidi sospesi, l'azoto ammoniacale e nitrico, il fosforo totale, il cadmio, il rame, lo zinco, il manganese, il ferro ed i vari metalli pesanti quali piombo, mercurio e cromo.

Tale monitoraggio, previsto comunque dalle norme in vigore, è implementato, per quanto riguarda la discarica "La Cornacchia", da ulteriori ed autonomi studi di ricerca e verifica, avallati da istituzioni qualificate ed Enti di ricerca. La SO.GE.NU.S. S.p.A., si è infatti assunta un impegno preciso che va oltre le norme imposte dalle leggi nazionali e internazionali. Con riferimento ai monitoraggi volontari, un'attenta attività di analisi dei composti organici volatili (COV) e degli odori è svolta per conto di SO.GE.NU.S. S.p.A. dall'Istituto di Ricerche Farmacologiche "Mario Negri" di Milano. Le analisi effettuate riguardano la concentrazione dei seguenti composti organici volatili: solforati, terpeni, alogenati, ossigenati, aromatici, alifatici e esteri. Successivamente, sui campioni rilevati viene eseguita una procedura detta "olfattometria dinamica", come stabilito dalla Norma Europea UNI-EN 13725:2004, in grado di determinare le concentrazioni di odore. Le analisi, effettuate con cadenza semestrale, non hanno mai evidenziato risultati fuori dalla norma.

Altre importanti attività di monitoraggio volontario sono state svolte invece dall'Università Politecnica delle Marche e dalla Società Cooperativa C.Re.Ha. nature dal 2007 a oggi. In particolare, SOGENUS SpA si è avvalsa della collaborazione di quest'ultima



società, spin-off dell'Università Politecnica delle Marche, che vanta esperienza nel settore del monitoraggio ambientale, della pianificazione ambientale e paesaggistica, della conservazione della biodiversità e della produzione di germoplasma autoctono.

Le attività di monitoraggio condotte dall'Università Politecnica della Marche e dalla società cooperativa C.Re.Ha. nature vengono descritte in dettaglio nei paragrafi che seguono.

MONITORAGGIO DELLO STATO DI DEPERIMENTO DELLE POPOLAZIONI DI PIOPPO DEL FOSSO DI PONTENUOVO

Edoardo Biondi, Maurizio Bianchelli, Marco Galiè, Roberta Gasparri

Abstract

Along Pontenuovo stream and its affluents, in the bottom of the valley where the landfill is located, there is a conspicuous population of *Populus nigra*. In 2007, after some plants were found dead or showed poor health, the first monitoring of the status of the population was carried out. Five years later the same activity was repeated to evaluate the evolution of the phenomenon. Both assessments evidenced that the overall health status of the population was very good, except for a few plants that were located in some specific sections of the streams. These sections resulted occluded by accumulation of soil determined by erosion and improper management of the surrounding cultivated fields. This caused persistent waterlogging and consequently root rot. According to the results of the assessments, this was the most probable cause of plant death or deterioration in the site.

Obiettivo del monitoraggio

La ricerca è stata avviata nel 2007 dopo che erano stati osservati diversi esemplari di pioppo nero (*Populus nigra* L.) morti o deperiti lungo il fosso “Pontenuovo”. Questo fenomeno era stato subito collegato da taluni all’attività della discarica e aveva generato comprensibili timori nella popolazione e tra gli operatori e amministratori della stessa discarica.

Per tale ragione, è stato avviato un monitoraggio volto al censimento degli individui morti o sofferenti e, grazie al sistema GIS e alla cartografia da esso derivante, alla loro esatta localizzazione.

Il monitoraggio realizzato nel 2007 è stato poi ripetuto nel 2012 al fine di “misurare” l’evoluzione del fenomeno negli anni.

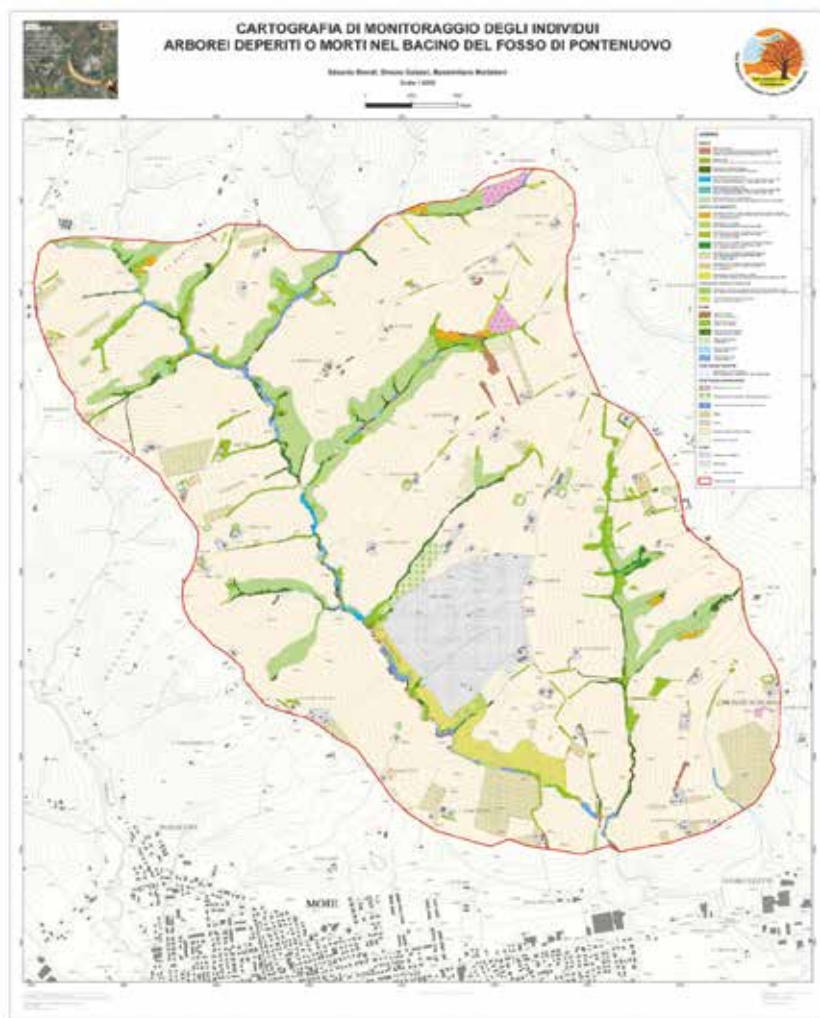
Cartografia di monitoraggio degli individui arborei deperiti e morti nel bacino del fosso di Pontenuovo realizzata nel 2007

Nell’area indagata il monitoraggio degli individui arborei deperiti e morti è stato effettuato rilevandoli puntualmente per mezzo della tecnologia GPS (Garmin Geko 201). Ad ogni punto è stata impostata una descrizione sulla fisionomia, lo stato di salute e le coordinate geografiche della pianta. I rilievi puntuali infine sono stati tabellati e tramite l’utilizzo del Software ArcGis 9.0 sono stati georiferiti nella cartografia di seguito riportata (Fig. 5.1.1).

La cartografia puntuale degli individui rilevati è stata sovrapposta a quella della vegetazione. Ad una prima lettura si rileva una distribuzione dei punti su quasi tutte le zone di impluvio, principali o secondarie, dell’area indagata. È evidente inoltre una certa concentrazione di individui rilevati all’interno dei poligoni che rappresentano

formazioni vegetazionali differenti dai pioppeti. Questo dato è stato interpretato come il risultato dell'adeguamento della vegetazione alle mutate condizioni idrologiche stagionali. Infatti, in occasione del monitoraggio, si è osservato che la mancata gestione dei corsi d'acqua aveva determinato la parziale chiusura dei fossi per l'afflusso dei sedimenti erosi dai versanti. I sedimenti rallentavano il deflusso delle acque che, inevitabilmente, raggiungevano il pioppeto, determinando la presenza di ristagno idrico durante buona parte dell'anno. È stato proprio in questi tratti del fosso che si concentravano i pioppi deperiti. Come è noto infatti, i pioppi si trovano sempre su terreno sì umido ma mai asfittico. Al contrario, le specie più resistenti al ristagno idrico, come il salice bianco, risultavano in perfetta salute anche nei tratti del fosso occlusi dai sedimenti erosi e quindi con terreno asfittico. Inoltre, una consistente concentrazione di pioppi deperiti era osservabile anche lungo la fascia situata ai piedi della discarica. Gli ingenti movimenti di terreno effettuati a monte di questo tratto del fosso nonché i lunghi tempi di permanenza di suolo privo di co-

*Figura 5.1.1
Cartografia di
monitoraggio degli
individui arborei
deperiti e morti nel
bacino del fosso
"Pontenuovo"*



pertura vegetale, e quindi maggiormente soggetto ad erosione, sono stati ritenuti come la possibile causa del precario stato di salute dei pioppi anche in questo caso. Come ampiamente dettagliato nel Capitolo 5.2, le analisi fitosanitarie condotte sui pioppi disseccati lungo il fosso “Pontenuovo” non hanno riscontrato in essi sintomi di fitotossicità da inquinanti ambientali imputabili alla presenza della discarica, né differenze significative fra lo stato sanitario generale dei pioppi presenti nel sito e quello dei pioppi presenti negli altri fossi scelti per le analisi comparative. Tale evidenza ha tolto ogni dubbio circa la reale causa del deperimento dei pioppi presenti lungo il fosso “Pontenuovo”.

Monitoraggio dello stato di deperimento delle popolazioni di pioppo del fosso di Pontenuovo realizzato nel 2012 ed aggiornamento della relativa cartografia.

Il monitoraggio ha previsto il rilievo GPS della posizione degli esemplari deperiti o morti lungo il percorso del Fosso di Pontenuovo sia a valle della discarica “La Cornacchia” che nelle zone circostanti, come già fatto nel monitoraggio del 2007. Ciò allo scopo di valutare eventuali variazioni rispetto ai dati risultanti da tale indagine. I punti rilevati sono stati poi georeferenziati e inseriti nella vecchia cartografia della vegetazione del bacino del fosso di Pontenuovo per verificare l'effettiva evoluzione dello stato di salute degli esemplari. Dal confronto con i vecchi rilievi si è notato come la situazione si fosse mantenuta stabile; non sono stati infatti registrati incrementi nel numero degli individui morti o deperiti, a conferma quindi delle conclusioni del Prof. Romanazzi (Capitolo 5.2). Contestualmente, è stata realizzata una verifica in campo dello stato di conservazione delle cenosi esistenti e dei nuclei di vegetazione



Figura 5.1.2 Nucleo di giovani salici cresciuti in una radura soggetta ad alluvione ai margini del fosso

igrofila spontanei diffusi lungo il percorso del fosso. I sopralluoghi effettuati hanno confermato che lo stato di conservazione della vegetazione ripariale è buono e non denota problemi sanitari. Si riporta qui di seguito la caratterizzazione dei vari nuclei di bosco presenti lungo il percorso del fosso di Pontenuovo, già caratterizzati e descritti nel 2007 per la cartografia della vegetazione:

- Bosco ripariale a rovo e a salice bianco appartenente all'associazione *Rubus ulmifolii-Salicetum albae*.

Tale bosco si sviluppa in prossimità dei corsi d'acqua, nelle aree pianeggianti che vengono inondate nel corso dell'anno. Il salice bianco infatti sopporta bene l'immersione dell'apparato radicale non essendo soggetto al marciume radicale. L'associazione è sostanzialmente data da salice bianco, rovo comune e altre specie quali *Equisetum telmateja*, *Petasites hybridus* e *Carex pendula*.

- Bosco ripariale di pioppo nero (*Populus nigra*) appartenente all'associazione *Salici albae-Populetum nigrae* subass. *populetosum nigrae*.
- Bosco ripariale di pioppo nero (*Populus nigra*) appartenente all'associazione *Salici albae-Populetum nigrae* subass. *populetosum albae*.

Le formazioni a pioppo nero, talora con pioppo bianco, occupano i terreni dei terrazzi più elevati, rispetto a quelli occupati dal *Salicetum albae*. Si tratta di una vegetazione lineare, in alcuni casi costituente piccoli boschetti. Interessante è la *facies* a *Populus alba* (*Salici albae-Populetum nigrae* subass. *populetosum nigrae*) che fa ipotizzare la presenza, in epoche passate, di boschi igrofili riferibili all'associazione *Populetum albae*. La gestione dei corsi d'acqua, attualmente non più effettuata, determina la parziale chiusura dei fossi per l'afflusso dei sedimenti erosi dai versanti che rallentano il deflusso delle acque le quali in queste condizioni raggiungono il pozzetto (Fig. 5.1.3).

Figura 5.1.3 Tratto del fosso con evidente ristagno idrico derivante dal ruscellamento superficiale delle acque provenienti dal versante, spesso causa dell'intasamento del fosso e quindi di fenomeni di esondazione





Figura 5.1.4
Esemplari di
Pioppo bianco in
perfetto stato di
conservazione

- Bosco di olmo (*Ulmus minor*) appartenente all'associazione *Symphyto bulbosi-Ulmetum minoris*. Si tratta di cenosi dominate dall'olmo nei terrazzi alluvionali ancora più elevati rispetto ai precedenti, quindi non raggiunti dalle acque di esondazione se non in casi di piena eccezionali. Si tratta di un bosco meso-igrofilo caratterizzato dalla contemporanea presenza di specie mesiche quali *Carex pendula*, *Symphytum*



Figura 5.1.5
Boschetto di olmo
a ridosso del fosso

tuberosum e *Ranunculus ficaria* e specie tipiche dei boschi mediterranei quali *Ruscus aculeatus*, *Asparagus acutifolius*, *Rubia peregrina* e *Quercus ilex*.

- Microbosco di Tamerice (*Tamarix africana*) appartenente all'associazione *Spartio juncei-Tamaricetum africanæ*. La fitocenosi fisionomicamente dominata dalla Tamerice africana è costituita da microboschi (*Tamarix africana*) in cui penetrano altre

Figura 5.1.6
esemplari di
tamerice in primo
piano sulla sinistra;
sullo sfondo
Esemplari di
pioppo nero



Figura 5.1.7 Alcuni
degli esemplari
utilizzati per le
analisi fitosanitarie
indicati dalla
freccia.



specie quali il rovo (*Rubus ulmifolius*), la rosa canina (*Rosa canina*) e il prugnolo (*Prunus spinosa*). Questa comunità si sviluppa sul fondo di impluvi dei microbacini caratterizzati da erosione rapida dei versanti che crea colate di fango limoso-argilloso. Alcuni degli esemplari di pioppo cresciuti lungo il fosso erano stati identificati durante il monitoraggio del 2007 con vernice spray rossa ed utilizzati come campioni per le analisi di laboratorio volte ad individuare le cause del deperimento (Capitolo 5.2); la maggior parte di tali esemplari sono ancora in vita e godono di buono stato di conservazione come visibile in Figura 5.1.7.

Il monitoraggio ha mostrato come il fosso presente nella vallata del versante est rispetto alla discarica risulta essere costituito da vegetazione igrofila in buono stato di conservazione (Fig. 5.1.8); tale versante è caratterizzato da pendenze notevoli e processi di calanchizzazione diffusi. La vegetazione dominante è quella tipica dei boschi igrofili a pioppo, salice, tamerice ed olmo. Nello specifico sono presenti esemplari isolati di pioppo di medie dimensioni che non mostrano problemi di stabilità né di disseccamento ma esclusivamente fenomeni di disseccamento naturale da auto potatura.

Proseguendo la risalita del fosso sopra menzionato si incontrano ulteriori nuclei di vegetazione igrofila in ottimo stato di conservazione caratterizzati sempre dal medesimo corteggio di specie arboree ed arbustive. Gli affluenti secondari e terziari mostrano anch'essi nuclei di vegetazione igrofila ad olmo, canna comune, rovo, salice, ecc., nel complesso stabili e con rinnovo di vegetazione ben affermato.

Proseguendo oltre in direzione nord-ovest è stata esaminata la vegetazione caratterizzante gli ulteriori fossi secondari afferenti al fosso di Pontenuovo con nuclei di ve-



Figura 5.1.8
Visione d'insieme
della vegetazione
in uno dei fossi
secondari della
vallata del
versante est del
bacino del fosso di
Pontenuovo

*Figura 5.1.9
Vegetazione
ripariale in uno dei
fossi secondari con
in evidenza i pioppi
disseccati*



getazione igrofila a prevalenza di pioppo nero in coincidenza dell'alveo e con presenza di nuclei di vegetazione a tamerice di ampia estensione. La vegetazione a pioppo nel complesso era stabile e non presentava problemi di disseccamento.

Ancora più a nord ovest, alla confluenza del fosso di Pontenuovo con uno dei suoi affluenti secondari, la vegetazione igrofila è composta da grossi nuclei di pioppo nero in consociazione con tamerice, olmo e salice bianco.

*Figura 5.1.10
Visione d'insieme
del tratto di
confluenza di
uno dei fossi
secondari al fosso
di Pontenuovo a
nord ovest della
discarica*



I nuclei di vegetazione igrofila a pioppo nero in consociazione con tamerice, olmo e salice bianco presenti ancora più a nord ovest, alla confluenza col fosso di Pontenuovo, si presentavano in buono stato di conservazione. Solo alcuni di essi, isolati rispetto ai nuclei di maggior rilievo, presentavano fenomeni di auto potatura.

In conclusione, il monitoraggio ha evidenziato un buono stato complessivo di conservazione dei pioppi e non sono stati ravvisati episodi significativi di deperimento ed essiccamento di pioppi. I rari casi evidenziati si ritiene siano dovuti fondamentalmente alla mancata manutenzione dell'alveo del fosso che, ricevendo nel corso degli anni cospicue quantità di acqua e fango, subisce un innalzamento costante con conseguente innalzamento della falda.

Come ampiamente già motivato, tale fenomeno determina marciumi radicali per il pioppo, che non sopporta fenomeni di asfissia ed allagamento per lunghi periodi, e che causano l'essiccamento graduale degli esemplari presenti.

Si auspica quindi che possano essere programmati interventi di manutenzione degli alvei dei fossi mediante ripulitura degli stessi da parte dell'autorità di bacino in eventuale collaborazione con i frontisti, valorizzando in tal modo i nuclei di vegetazione igrofila spontanea ampiamente insediatisi nel corso degli anni in tutto il bacino idrografico del Fosso di Pontenuovo.

Indirizzo degli autori:

C.RE.HA nature Società Cooperativa

Contrada Selva snc 60131 Gallignano (AN)

www.crehanature.it

e-mail: info@crehanature.it



DISSECCAMENTO DEI PIOPPI A VALLE DEGLI IMPIANTI DELL'AZIENDA SO.GE.NU.S. S.P.A.: INDIVIDUAZIONE DELLE CAUSE ED ANALISI COMPARATIVE IN ALTRI SITI

Gianfranco Romanazzi, Sergio Murolo

Abstract

Black poplar (*Populus nigra*) is subjected to several diseases caused by different causal agents (arthropods, fungi, bacteria, virus and phytoplasma), particularly dangerous when the plants are exposed to abiotic stress, such as pollution and lack of gas exchanges in roots. The aim of this research was mainly to identify the causes of dieback affecting black poplars along Pontenuovo ditch, in upper and lower hill. Mycological and molecular analysis were carried out on bark, root, branch, leaf and soil samples, collected in the surveyed area and in two other closed sites, selected as control. No symptoms of phytotoxicity caused by pollution were recorded in the analyzed samples, coming from the three areas of study. The dieback recorded in several poplars can be ascribed to an improper management of the ditches that caused waterlogging and, consequently, poor gas exchange for roots.

Premessa

Il pioppo nero (*Populu nigra*) è soggetto a numerose avversità parassitarie i cui agenti causali sono artropodi (insetti ed acari), microrganismi fungini, batteri, virus e fitoplasmidi. Inoltre, la pianta è soggetta ad alterazioni riconducibili a cause abiotiche, ascrivibili a fattori ambientali avversi, meglio note come fitopatie non parassitarie. Tali alterazioni possono essere riconducibili all'anomala composizione dell'atmosfera o del terreno e possono portare la pianta ad uno stato di stress e conseguente deperimento, in seguito al quale la stessa può essere più facilmente aggredita da agenti biotici.

Obiettivi della ricerca

L'indagine, condotta nel 2007, ha avuto come obiettivo l'individuazione delle possibili cause di deperimento dei pioppi nel fosso "Pontenuovo", posto a valle della discarica "La Cornacchia". Per poter verificare se tale deperimento fosse dovuto a cause di natura biotica e/o abiotica, è stata prevista una serie di campionamenti di parti di pianta e terreno da pioppi considerati rappresentativi dello stato di deperimento (Fig. 5.2.1).



*Figura 5.2.1
Pioppi disseccati
e deperienti
presenti nel fosso
“Pontenuovo” a
valle degli impianti
dell’Azienda So.Ge.
Nu.S. SpA in
ottobre (a sinistra)
e luglio (a destra)*

Articolazione della ricerca

La prima parte dell’indagine, svolta nel periodo invernale, ha riguardato l’individuazione dei fattori o cofattori di disseccamento che interessavano il colletto delle piante e porzioni dell’apparato radicale. Nel corso di tale indagine sono state individuate 10 piante con diverso livello di deperimento (Tab. 5.2.2) nel fosso “Pontenuovo”, mentre analisi comparative sono state effettuate in tre siti diversi, precisamente, il fosso “confinante comuni Castelplanio e Maiolati Spontini” a monte degli impianti della discarica “La Cornacchia”, il Fosso “Pontenuovo” a valle della stessa discarica e la Casa CIS (Fig. 5.2.2).



*Figura 5.2.2 Pioppi
presenti nel Fosso
“Pontenuovo” a
valle degli impianti
dell’Azienda So.Ge.
Nu.S. S.p.A. (a
sinistra), nel fosso
“confinante comuni
Castelplanio
e Maiolati
Spontini” a monte
degli impianti
dell’Azienda
So.Ge.Nu.S. S.p.A.
(centro) e nei
pressi della Casa
CIS (a destra).*

Sulla base dei dati acquisiti durante la prima fase dell’indagine, si è tornati a prelevare congiuntamente campioni di foglie, rametti disseccati, radichette e terreno nel mese di luglio e di settembre, conducendo allo stesso tempo analisi visive sull’apparato radicale e sulla parte epigea delle stesse piante e osservazioni di laboratorio volte all’identificazione degli agenti causali di eventuali alterazioni biotiche o di eventuali sintomi di fitotossicità.

Principali malattie del pioppo

Al fine di comprendere meglio le indagini che sono state realizzate, si riporta un elenco delle principali malattie che possono interessare l’apparato fogliare e l’apparato radicale del pioppo (Tab. 5.2.1).



Tab. 5.2.1 Principali malattie riportate per l'apparato fogliare e radicale del pioppo.

Malattie dell'apparato fogliare	Malattia	Agente causale
	Ticchiolatura	<i>Venturia populina</i>
	Mal bianco	<i>Uncinula adunca</i>
	Bolla	<i>Taphrina aurea</i>
	Ruggine fogliare	<i>Melampsora allii-populina</i> <i>Melampsora larici-populina</i> <i>Melampsora pinitorqua</i>
	Bronzatura	<i>Marsonina brunnea</i>
	Maculatura fogliare	<i>Ascochyta populorum</i> <i>Septoria populi</i>
	Necrosi corticale	<i>Dothichiza populea</i>
	Cancro corticale	<i>Cytospora</i> spp. <i>Botryosphaeria</i> spp.
Malattie dell'apparato radicale	Marciume radicale lanoso	<i>Rosellinia necatrix</i>
	Marciume radicale fibroso	<i>Armillaria mellea</i>
	Marciume del colletto	<i>Phytophthora</i> spp. <i>Pythium</i> spp.

Materiali e metodi

Ad ogni sopralluogo è stata raggiunta la base della pianta e sono state liberate piccole piazzole dai rovi e dagli arbusti presenti alla base della pianta per procedere alle operazioni (Fig. 5.2.3). Per ogni pianta sottoposta ad indagine, opportunamente segnata in modo da permetterne il rinvenimento successivo, sono stati raccolti i dati biometrici ed è stata stimata la percentuale di disseccamento. La pianta è stata scalzata e alla sua base, nei pressi del colletto, ed in corrispondenza delle radici principali sono state effettuate ricerche riguardo l'eventuale presenza di corpi fruttiferi o di micelio fungino ascrivibile ad *Armillaria mellea*, *Rosellinia necatrix* o *Phytophthora* spp. Inoltre, sono stati osservati eventuali imbrunimenti o proliferazioni al livello del colletto e delle radici principali "o micelio fungino ascrivibile".

Figura 5.2.3
Apertura del cantiere di lavoro nei pressi della pianta sottoposta ad indagine (a sinistra); segnalazione della pianta sottoposta ad indagine (al centro); imbrunimenti della corteccia a livello del colletto di una pianta sottoposta ad indagine (a destra)



Da ognuna delle piante sottoposte ad indagine sono stati prelevati campioni di:

- corteccia in prossimità del colletto e delle radici principali;
- terreno alla base della pianta;
- radichette;
- rametti con foglie.

I campioni raccolti da ciascuna pianta sono stati posti in buste di plastica sterili, trasferiti in laboratorio, opportunamente trattati e sottoposti alle indagini volte ad individuare l'eziologia dei disseccamenti. In particolare, con le indagini svolte in laboratorio sui campioni di terreno prelevati alla base della pianta, sulla corteccia in prossimità del colletto e sulle radichette, si sono analizzate le eventuali infezioni da *Phytophthora* e *Pythia*.



Figura 5.2.4
Diagnosi della presenza di *Phytophthora* e *Pythia* in campioni di terreno mediante cattura delle zoospore utilizzando frutti di pera come esca (baiting). A sinistra i campioni di terreno a contatto con le pere, a destra infezione del frutto.

Inoltre, alcune delle colonie fungine isolate da terreno e da radici sviluppatesi su substrato "semiselettivo per *Phytophthora* spp.", sono state sottoposte ad indagini molecolari che hanno previsto le seguenti fasi:

- estrazione del DNA da colonie fungine;
- amplificazione del DNA con iniziatori di reazione a catena ribosomali;
- digestione enzimatica del frammento di DNA amplificato con enzimi di restrizione.



Figura 5.2.5
Isolamento in piastra su substrato semiselettivo da campioni di radichette di pioppo delle piante sottoposte ad indagine.

Per quanto riguarda invece le analisi dei rametti con foglie, sono state condotte analisi visive atte a verificare la presenza di sintomatologie ascrivibili a cause di natura biotica (batteri, funghi, virus e virus-simili) e/o abiotica. In particolare, sono stati presi in



Figura 5.2.6
Esempio di analisi
molecolare a
partire da una
colonia pura di
Phytophthora
spp. isolata da
radichette di
piante di pioppo
deperienti presenti
nel fosso a valle
degli impianti
dell'Azienda So.Ge.
Nu.S. S.p.A. Il DNA
è stato estratto,
amplificato ed
il prodotto di
amplificazione
visualizzato su
transilluminatore

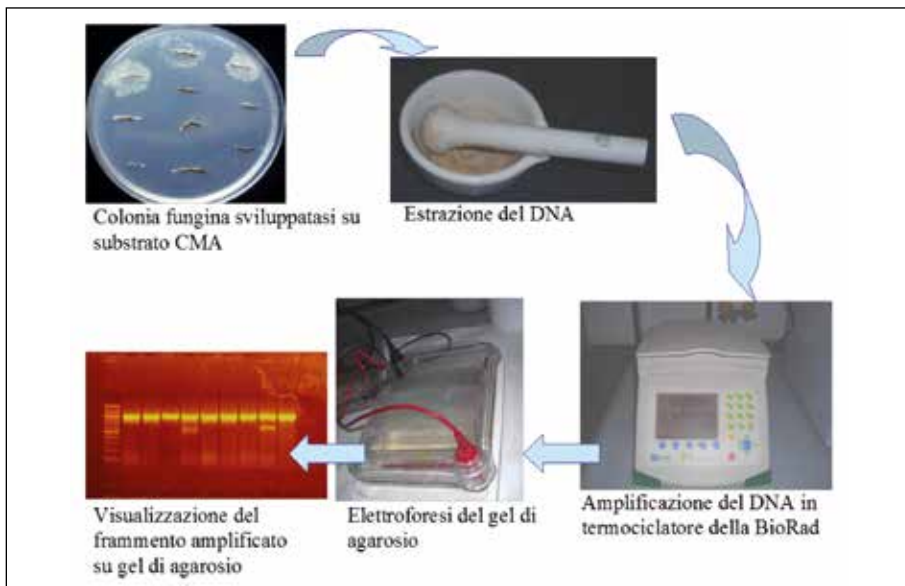


Figura 5.2.7
Rametti con
porzioni disseccate
rinvenuti nella
chioma delle
piante sottoposte
ad indagine



considerazione quattro giovani rametti rappresentativi della chioma delle piante prese in esame e sono state effettuate osservazioni anche ai piedi delle piante per verificare la presenza di foglie cadute precocemente (filloptosi anticipata). Tutti i rametti che presentavano “cancro corticali” sono stati sottoposti ad ulteriori indagini di laboratorio.

Risultati

In corrispondenza delle escavazioni atte a scalzare il colletto e le radici principali, spesso è stata osservata, soprattutto nelle piante ubicate ove più frequente è il ristagno idrico, l'emissione di radici nei pressi del colletto della pianta (Fig. 5.2.8). A livello del colletto e delle radici principali non sono state osservate le formazioni miceliari tipiche di *Armillaria mellea* o di *Rosellinia necatrix*, rispettivamente agenti di marciume radicale fibroso e lanoso, così come non sono stati rinvenuti nei pressi delle piante i carpofori di *A. mellea*, meglio conosciuti come “chiodini”. Le piante selezionate per l'indagine presentavano sulla parte aerea evidenti disseccamenti, stimati fra il 20 e l'80% della chioma (Tab.



Figura 5.2.8 Emissione di radici superficiali a livello del colletto in pioppi deperienti presenti a valle degli impianti dell'Azienda So.Ge. Nu.S. S.p.A.

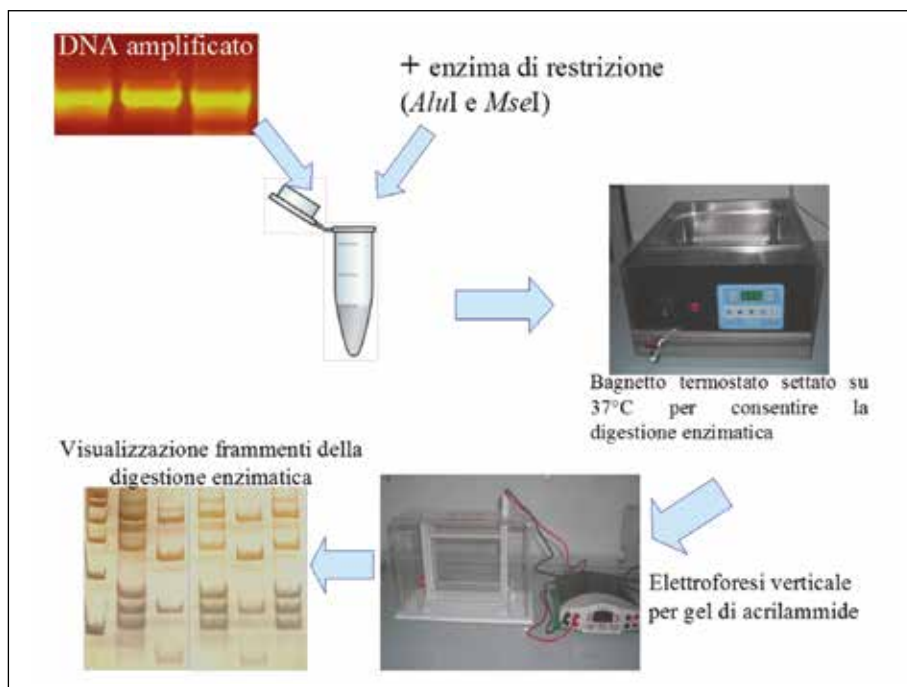
5.2.2). Tali disseccamenti erano accompagnati spesso da fessurazione della corteccia e, a livello del colletto e delle radici principali, da imbrunimenti della corteccia, che si approfondivano anche al di sotto della stessa (Fig. 5.2.3). Gli imbrunimenti erano presenti soprattutto nelle piante dell'area di saggio dove ristagnava a lungo l'acqua.

Tab. 5.2.2 Risultati delle analisi condotte sui pioppi disseccati o deperienti posti nei pressi degli impianti dell'Azienda So.Ge.Nu.S. S.p.A.

Campione	Diametro (cm)	Disseccamento (%)	Matrice				
			Terreno	Corteccia	Radici	Terreno + pera	Foglie
Fosso "Pontenuovo" a valle della degli impianti dell'Azienda So.Ge.Nu.S. SpA							
P1	140	20	Py + Ph*	Ph	Py	-**	Mar
P2	70	70	Py + Ph	-	Ph	-	Mar
P3	110	80	Py + Ph	Ph	Ph	-	Mar
P4	135	100	Ph	Ph	-	Ph	NS
P5	140	90	Ph	-	-	Ph	Mar
P6	120	20	Ph	-	Ph	-	Mar
P7	200	100	Ph	Ph	-	Ph	NS
P8	90	100	Py + Ph	-	Ph	Ph	NS
P9	125	50	Py + Ph	-	-	-	Mar
P10	120	100	Py + Ph	-	-	-	Mar
Fosso "confinante comuni Castelpiano e Maiolati Spontini" a monte degli impianti dell'Azienda So.Ge.Nu.S. SpA							
P11	130	40	Ph	-	-	-	Mar
P12	85	80	Ph	-	-	-	Mar
P13	95	20	Ph	-	Ph	-	Mar
Casa CIS							
P14	200	30	Py + Ph	-	-	Py	Mar
P15	120	5	Ph	-	-	-	Mar
Fosso "Pontenuovo" a valle degli impianti dell'Azienda So.Ge.Nu.S. SpA							
P16	200	80	Py + Ph	-	-	-	Mar
P17	220	75	Py + Ph	-	-	-	Mar

Py = *Pythium*; Ph = *Phytophthora*; Mar = *Marssonina brunnea*; NS = campione non saggiato

Figura 5.2.9
Analisi RFLP per
l'identificazione
della specie di
Phytophthora
associata alle
piante di pioppo
disseccate o
deperienti.



Dalle analisi è emersa la presenza di funghi appartenenti ai generi *Pythium* e *Phytophthora* in numerosi campioni, raccolti sia nel sito a valle degli impianti della discarica, sia nei siti limitrofi. Tali funghi erano associati a piante con deperimenti ed alterazioni del legno a livello del colletto presenti in tutti i siti sottoposti ad indagine, ma erano più frequenti nel fosso a valle della discarica e nella porzione successiva del fosso stesso, ben oltre la discarica. I dati ottenuti nella prima fase nell'indagine sono stati confermati dai risultati emersi dall'analisi dei campioni di terreno, di radichette e di cortecce raccolte durante la seconda fase dell'indagine che ha avuto luogo nel mese di luglio. Già dall'analisi visiva delle radichette raccolte è stato possibile osservare radici piccole, corte e bitorzolute, tessuto corticale digerito, facilmente sfaldabile in seguito a leggera pressione delle dita, distruzione del capillizio radicale, tipico di radici infette da funghi dei generi *Phytophthora* e *Pythium*, capaci di attaccare con facilità radici di piante stressate per altri fattori biotici o abiotici. Anche il secondo ciclo di analisi di laboratorio effettuate su campioni di terreno ha permesso di evidenziare in tutti i campioni analizzati, un'elevata carica di inoculo di *Phytophthora* spp. e *Pythium* spp. Alle analisi classiche di laboratorio sono seguite le analisi molecolari. In particolare la "Reazione a catena della polimerasi (PCR)" che ha confermato la presenza di un'infezione da *Phytophthora*. Dall'analisi visiva effettuata sulle foglie è stato possibile osservare l'assenza di sintomatologie ascrivibili al virus del mosaico del pioppo (*Poplar mosaic virus*, PoMV) e di agenti virus-simili quali i fitoplasm. Inoltre, non sono state osservate alterazioni riconducibili a carenze nutrizionali o ad anomala composizione dell'atmosfera. Sulle foglie è stato possibile osservare mac-

chie tondeggianti di colore brunastro circondate da un lieve alone clorotico. Spesso le macchie tendevano a confluire, coprendo l'intero lembo fogliare e provocando il marcato ingiallimento e disseccamento delle foglie che cadevano precocemente. I giovani germogli erbacei ed i piccioli fogliari in alcuni casi manifestavano pustole bruno-nerastre, di forme irregolari e di aspetto canceroso. Una tale sintomatologia comunemente definita bronzatura del pioppo è determinata dalla *Marssonina brunnea*, Deuteromicete che si conserva, soprattutto come forma agamica, nelle foglie infette cadute a terra (Fig. 35).



Figura 5.2.10 Macchie tondeggianti brunastre, circondate da un lieve alone clorotico. Le macchie possono ricoprire completamente la lamina fogliare e determinare un marcato ingiallimento e una filloptosi precoce.

L'incidenza della malattia è risultata tendenzialmente più elevata nelle piante presenti nel fosso "Pontenuovo" e nel fosso "confinante comuni Castelplanio e Maiolati Spontini", di quanto non lo fosse nei pioppi ubicati nei pressi della Casa CIS. Si ritiene che tale differenza fosse dovuta alla maggiore umidità presente nel fosso rispetto alla zona più alta, che generalmente favorisce le malattie di natura crittogamica come la bronzatura.

Da alcuni dei rametti è stato possibile isolare su substrato artificiale selettivo (PDA) ed identificare successivamente, mediante osservazioni al microscopio, funghi appartenenti al genere *Cytospora* (Fig. 5.2.11) e *Botryosphaeria*, già noti in bibliografia come agenti causali di cancri corticali. Tali patogeni attaccano piante debilitate per altre cause di natura biotica o abiotica.

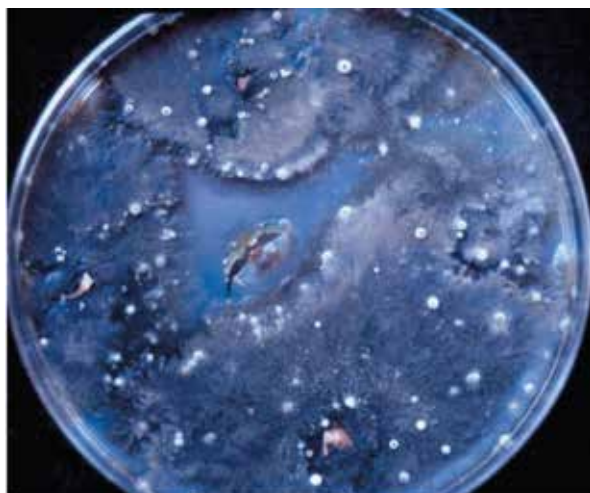


Figura 5.2.11 Colonie di *Cytospora* sp. isolate da frammenti di rametti di pioppo mostranti disseccamenti. Si notano gli ammassi miceliari costituiti dai picnidi del patogeno, all'interno dei quali sono presenti i tipici conidi.



Pertanto, si è ipotizzato che il disseccamento dei pioppi fosse ascrivibile a patogeni terricoli del genere *Phytophthora*; probabilmente una delle specie coinvolte era *P. citrophthora*. Questi patogeni si avvantaggiano di condizioni di umidità elevata e persistente quali quelle che si riscontrano nel fosso “Pontenuovo” per lunghi periodi dell’anno.

Conclusioni

Dalle analisi condotte sui pioppi disseccati e deperienti nel fosso “Pontenuovo” posto a valle della discarica emerge uno stato di sofferenza generalizzato delle piante. Tale situazione è stata rinvenuta anche negli altri tre siti, utilizzati per le analisi comparative, quali il fosso “confinante comuni Castelplanio e Maiolati Spontini”, il Fosso “Pontenuovo”, rispettivamente a monte e a valle della discarica, e la Casa CIS. In quest’ultimo caso le alterazioni sono risultate meno evidenti per il diverso ambiente pedoclimatico presente. In nessuno dei siti sono stati rinvenuti sintomi di fitotossicità da inquinanti ambientali, imputabili in qualsiasi modo alla presenza diretta o indiretta della discarica “La Cornacchia”. Alle piante mostranti sintomi di sofferenza e a quelle apparentemente meno compromesse sono risultati associati patogeni di debolezza, quali funghi dei generi *Pythium* e *Phytophthora*, rinvenuti sulle radichette e sul terreno in prossimità di queste, nonché sulle cortecce imbrunite, e funghi dei generi *Cytospora* e *Botryosphaeria*, agenti di disseccamento dei rametti. Lo stato di sofferenza delle piante di pioppo è presumibilmente imputabile ai protratti ristagni idrici presenti nel fosso a valle della discarica “La Cornacchia”, la cui limitata manutenzione fa sì che cresca una vegetazione spontanea in grado di ostacolare i deflussi idrici. La recrudescenza di tale sintomatologia potrebbe essere ascrivibile al rallentato sgrondo delle acque meteoriche, che lascia le piante in condizioni di asfissia; situazione, questa, che attenua le difese delle piante e le rende più suscettibili agli attacchi dei patogeni sopramenzionati. Per limitare lo stato di sofferenza generalizzato nel quale versano i pioppi posti a valle della discarica, si è consigliato quindi di realizzare opere di manutenzione straordinaria e ordinaria del fosso a valle della discarica in modo da evitare il ristagno idrico per lunghi periodi dell’anno.

Indirizzo degli autori:

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali,
Università Politecnica delle Marche
Via Brecce Bianche, 60131 Ancona
e-mail: g.romanazzi@univpm.it

ANALISI DELLA CONTAMINAZIONE AMBIENTALE DEL FOSSO “PONTENUOVO” POSTO A VALLE DELL’AZIENDA SO.GE.NU.S. SPA MEDIANTE L’USO DI MICRORGANISMI BIOINDICATORI E DELLA POPOLAZIONE MICORRIZICA

Lucia Landi, Sergio Murolo, Francesco Giammarino, Gianfranco Romanazzi

Abstract

Soil quality can be assessed through the study of soil microbial populations. Indeed, there is a variety of microorganisms, such as mycorrhizae, actinomycetes, fungi of the genus *Trichoderma* and numerous species of bacteria, that are used as bioindicators. They are abundant in non-contaminated soils whereas their presence is drastically reduced in the polluted ones. Thus, this research was aimed at identifying the composition and the quantity of bioindicators in the soil from the ditches located upstream and downstream of the landfill. The analyses demonstrated that there were no substantial differences in the composition and quantity of bioindicators between the two sites.

Premessa

L’uso di microrganismi bioindicatori è sempre più diffuso nella valutazione della contaminazione del terreno in siti a rischio di inquinamento. Infatti, la qualità del suolo può essere monitorata attraverso lo studio delle dinamiche delle popolazioni microbiche. Esiste un lungo elenco di microrganismi bioindicatori, ai quali appartengono le micorrize, gli attinomiceti, i funghi del genere *Trichoderma* e numerose specie di batteri antagonisti di patogeni, che abbondano in terreni non contaminati, mentre vengono drasticamente ridotti in suoli esposti ad inquinanti. Obiettivo della ricerca è stata la valutazione della composizione qualitativa e quantitativa di questi bioindicatori nel terreno e nella rizosfera delle piante presenti nei fossi a monte e a valle della discarica “La Cornacchia”, al fine di escludere la contaminazione da percolati e l’infiltrazione di contaminanti nel fosso posto a valle della stessa. In dettaglio, l’indagine ha previsto: a) lo studio delle popolazioni di batteri e funghi bioindicatori del suolo; b) l’analisi della simbiosi micorrizica in due specie di piante.

Valutazione della biodiversità microbica del suolo

Per la valutazione della diversità microbica, intesa come valutazione delle diverse specie fungine e batteriche, sono stati prelevati complessivamente 20 campioni, dieci a monte e dieci a valle della discarica So.Ge.Nu.S. S.p.A. Ciascun campione era costituito da circa 1 Kg di terreno raccolto, dopo aver asportato lo strato superficiale di circa 10 cm. I campioni imbustati ed etichettati sono stati portati in laboratorio, dove sono stati conservati a 4°C. Successivamente ciascun campione di terreno è stato analizzato secondo specifici protocolli finalizzati alla conta delle colonie fungine e batteriche totali e alla loro identificazione. In particolare, per quanto riguarda le



colonie fungine, è stato possibile verificare in prevalenza la presenza di funghi appartenenti ai generi *Trichoderma*, *Gliocladium*, *Penicillium*, *Cladosporium* e *Aspergillus*. Per quanto riguarda invece le colonie batteriche, è stato possibile verificare un numero equivalente di UFC (unità formanti colonie) di batteri per grammo di terreno nei campioni prelevati a monte e a valle dell'impianto. Tra queste comunità batteriche, coltivabili *in vitro*, una bassa percentuale è rappresentata da batteri termofili, capaci di sopravvivere a temperature relativamente alte (circa 70°C per 24 ore). Differenze significative tra i due siti campionati sono emerse nella valutazione di batteri *Pseudomonas fluorescens*, che sono risultati maggiormente rappresentati nei campioni raccolti a monte ($1,4 \times 10^6/\text{g}$ terreno) rispetto a quelli a valle dell'impianto ($1,2 \times 10^5/\text{g}$ terreno). Le colonie fungine (50) e batteriche (400) rappresentative dei campioni prelevati a monte e a valle della discarica, sono state conservate in purezza in attesa di essere sottoposte ad indagini molecolari.

Indagini sulla micorrizzazione delle piante

I funghi micorrizici sono dei biofertilizzanti naturali che formano simbiosi mutualistiche con le radici della maggior parte delle piante autoctone ed agrarie. La scelta dei funghi micorrizici quali bio-indicatori della salubrità del suolo è associata al fatto che la riduzione o addirittura la scomparsa dei propaguli fungini micorrizici può essere causata da stress dovuti ad eccessi o deficienze di nutrienti, presenza di sostanze chimiche inquinanti derivanti da scarti industriali o dal settore agricolo (Colpaert & Van Tichelen, 1994). Di conseguenza i funghi micorrizici possono essere considerati i fondamentali microrganismi non-target da monitorare nelle valutazioni di impatto ambientale delle sostanze inquinanti il suolo. Nell'ambito della presente indagine, è stata realizzata l'analisi dello stato di micorrizzazione delle radici di piante appartenenti a specie autoctone rappresentative delle classi di monocotiledoni e dicotiledoni presenti nel fosso "Pontenuovo" posto a valle dell'azienda So.Ge.Nu.S. S.p.A. A questo scopo sono state scelte le specie *Rubus ulmifolius* Schott. (dicotiledone) e *Lolium multiflorum* Lam. (monocotiledone), entrambe notoriamente associate per simbiosi alle micorrize vescicolo-arbuscolari (AMF) e presenti a monte e a valle della discarica. Nello specifico, sono state condotte un'indagine istochimica dell'apparato radicale e un'indagine molecolare delle spore micorriziche isolate dal suolo, allo scopo di evidenziare il livello della simbiosi micorrizica naturale presente nelle piante e la diversità genetica dei funghi AMF presenti nel terreno.

La prima tipologia di indagine ha riguardato l'intensità di micorrizzazione e la presenza degli arbuscoli, organuli intracellulari deputati allo scambio degli elementi nutritivi tra i simbionti, nelle radici delle piante delle specie selezionate campionate a monte e a valle degli impianti. A tale scopo si è utilizzata la tecnica, settata per le due tipologie di piante, basata sull'analisi microscopica della presenza dei funghi micorrizici nelle radici, evidenziate in seguito a colorazione con Trypan blue (Phillips & Hayman, 1970). Una successiva elaborazione matematica per mezzo del programma "Myc-

calc” dei valori osservati ha fornito la percentuale totale di micorrizzazione e degli arbuscoli (Trouvelot *et al.*, 1986).

Parallelamente, si è valutata la possibile influenza della presenza della discarica sulla concentrazione e variazione specie-specifica delle spore micorriziche arbuscolari presenti nel terreno.

Con tale finalità sono stati campionati 500 g di terreno da almeno 12 differenti siti, 6 dei quali selezionati a monte e 6 a valle della discarica, da cui sono state estratte le spore seguendo uno specifico protocollo.

Le possibili variazioni nella tipologia di micorrize presenti nei siti sono state analizzate studiando specie che fanno parte del genere *Glomus* al quale appartengono gli endofiti AMF, i soli capaci di formare simbiosi con le specie di piante analizzate. A questo proposito si è scelto di esaminare tre specie tra le più comuni nei suoli agricoli e naturali: *Glomus mosseae*, *G. intraradices* e *G. clarum*.

Lo studio è stato effettuato allestendo un protocollo che ha consentito l’identificazione molecolare del DNA per mezzo della reazione a catena dell’enzima polimerasi (PCR). Il DNA estratto è poi stato sottoposto ad indagine molecolare utilizzando *primers* specifici per le specie micorriziche utilizzate come indicatori.

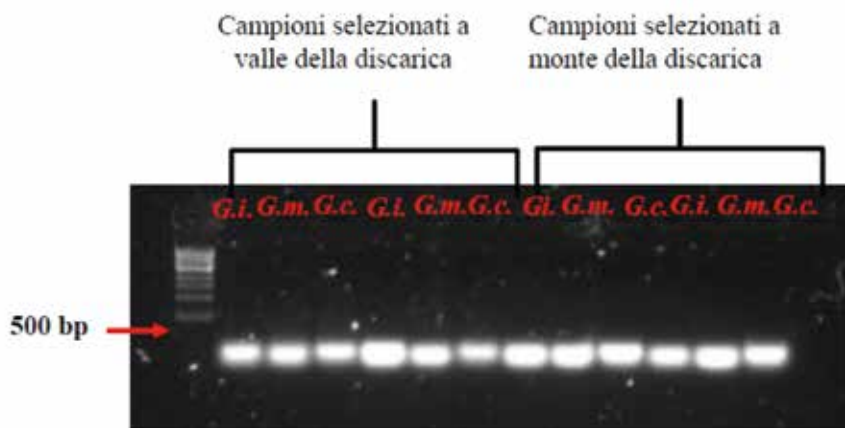
E’ stata confermata nelle radici delle piante, indipendentemente dal sito di campionamento, la maggiore affinità della specie *R. ulmifolius* con la simbiosi micorrizica (intensità di micorrizzazione superiore al 40%), rispetto alla specie *L. multiflorum* (intensità di micorrizzazione inferiore al 20%). L’analisi statistica non ha evidenziato differenze significative relative alla frequenza del fungo micorrizico nelle radici, all’intensità di micorrizzazione e alla presenza degli arbuscoli tra piante della stessa specie raccolte a valle e a monte della discarica. Si è inoltre osservata la notevole presenza di vescicole micorriziche, organuli con funzione di riserva dei nutrienti, incluse nelle radici delle piante raccolte a valle della discarica. Tale risultato è associato alla composizione del terreno che risulta in tali siti paludoso, mentre è più asciutto a monte della discarica. La diversa struttura del suolo non ha tuttavia influenzato la quantità di spore micorriziche presenti nel terreno che in entrambi i siti mostrano una densità simile e pari a circa 500 spore per 100 g suolo. L’identificazione molecolare specie-specifica delle spore micorriziche ha evidenziato la presenza di tutte e tre le specie analizzate nei diversi siti campionati a monte e a valle della discarica (Fig. 5.3.1). L’intensità dei frammenti di PCR osservata per ognuna delle specie micorriziche ha sottolineato l’assenza dell’effetto della discarica sulla popolazione micorrizica del suolo.

Considerazioni

Dalle indagini condotte nei due siti a monte e a valle della discarica, considerando la fisiologica variabilità fra i punti di campionamento in esame, non sono emerse sostanziali variazioni nella composizione della microflora microbica terricola. Questo elemento porterebbe ad escludere eventuali effetti ascrivibili a sostanze nocive emesse dalla discarica e presenti nel terreno a valle della stessa. Ad ogni modo, ulteriori indagini sono necessarie per confermare l’ipotesi.



Figura 5.3.1
Prodotti di
amplificazione
ottenuti da 4
campioni di spore,
2 selezionati a
valle (N°1 e 2) e
2 a monte (N° 3 e
4) della discarica,
visualizzati su
gel di agarosio.
Ogni campione è
stato analizzato
con primers
specifici per le
specie *Glomus*
intraradices (G.i.),
Glomus moassae
(G.m.), e *Glomus*
clarum (G.c.).



Bibliografia

- Colpaert J.V., VAanTichelen K.K., 1994. Mycorrhizas and environmental stress. In: Frankland J.C., Magan N., Gadd G.M.(eds.) *Fungi and Environmental Change*. Cambridge University Press, pp. 109-128.
- Landi L., Capocasa F., Costantini E., Mezzetti B., 2009. ROLC strawberry plant adaptability, productivity, and tolerance to soil-borne disease and mycorrhizal interactions. *Transgenic Research*, 18: 933-942.
- Phillips J.M., Hayman D.S., 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection. *Transactions of the British Mycological Society*, 55: 157-160.
- Trouvelot A., Kough J.L., Gianinazzi-Pearson V., 1986. Mesure du taux de mycorrhization VA d'un système racinaire. *Recherches et methods d'estimation ayant une signification fonctionnelle*. Dans: *Aspects physiologiques et génétiques des mycorrhizes*, 21: 7-221.

Indirizzo degli autori:

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali,
Università Politecnica delle Marche
Via Breccie Bianche, 60131 Ancona
e-mail: g.romanazzi@univpm.it

MONITORAGGIO DELL'IMPIANTO A VERDE: ATTECCIMENTO E ACCRESCIMENTO DELLE SPECIE IMPIANTATE IN RELAZIONE ALLE CONDIZIONI AMBIENTALI

Edoardo Biondi, Davide Neri, Maurizio Bianchelli, Marco Galì

Massimiliano Morbidoni, Serena Polverigiani, Simone Agostinelli, Alessio Radicioni

Abstract

The monitoring of the restored areas of the landfill has been carried out since 2008, just after the first planting. Such activity was necessary due to the experimental character of the work that required a regular assessment of its evolution. The monitoring measured different important biological parameters: the number of plants that died after the planting, their phenological stage, their growth and their cover index. At the same time, important climatic data, air and soil temperature, humidity and wind speed, were collected and their influence on biological parameters was studied. The monitoring evidenced different capability of adaptation for the species used, with the best results for *Spartium junceum*, *Ulmus minor*, *Fraxinus ornus* and *Cornus sanguinea*.

Premessa

Il progetto di copertura vegetale dei banchi della discarica e l'inserimento dell'impianto nel contesto territoriale e paesaggistico circostante ha previsto due distinti momenti attuativi: una prima fase pratica di sperimentazione ed impianto della copertura vegetale sulle superfici di ricoprimento delle vasche esaurite della discarica ed un secondo momento di analisi dei dati di attecchimento e crescita delle piante. Per tale ragione, sin dall'inizio della collaborazione fra So.Ge.Nu.S. SpA ed Orto Botanico "Selva di Gallignano" dell'Università Politecnica della Marche, è stato approntato un piano di monitoraggio degli interventi di rinaturalizzazione delle aree esaurite della discarica effettuati dal 2007 in avanti. Ciò perché, nel caso di un'opera di rinaturalizzazione così innovativa come quella realizzata presso la discarica in questione, l'intervento di monitoraggio risulta essere importante tanto quanto l'opera di rinaturalizzazione stessa. Infatti, dato il carattere fortemente sperimentale dell'intervento, è importantissimo disporre di dati che verifichino l'effettiva riuscita dello stesso.

Piano dei monitoraggi realizzati

Già a partire dal 2008 è cominciata l'operazione di monitoraggio dello stato di salute e della crescita degli individui impiantati. Tale monitoraggio è consistito nella raccolta di dati relativi alle fallanze e di altri parametri biologici che permettessero di stimare in maniera accurata lo stato di salute e di accrescimento delle piante. Tali dati sono stati inoltre confrontati con quanto emerso dalle analisi di due importanti parametri ecologici: l'andamento climatico dell'area e la temperatura del suolo. Successivamente, nel 2009, a piantumazione completa, è stata approntata la catalogazione di tutte le aiuole realizzate, processo concluso nel 2010 con la produzione di una carto-

grafia di massima della dislocazione delle aiuole. Contestualmente, è stato ripetuto il conteggio delle fallanze, proseguito anche nel 2011 e nel 2012, ed è stata eseguita una valutazione dello stato di salute delle specie impiantate.

Analisi dei parametri ecologici

Andamento Climatico dell'area

L'andamento climatico dell'area è stato analizzato in base ai dati relativi alle stazioni pluviometriche e termometriche di Moie (AN) e di Maiolati Spontini (AN), ottenuti con la collaborazione del Centro Operativo di Agrometeorologia dell' A.S.S.A.M.

Figura 5.4.1
Diagramma
termopluviometrico
di Walter e Lieth
della stazione di
Moie (AN) nel
periodo maggio
2008-ottobre 2009

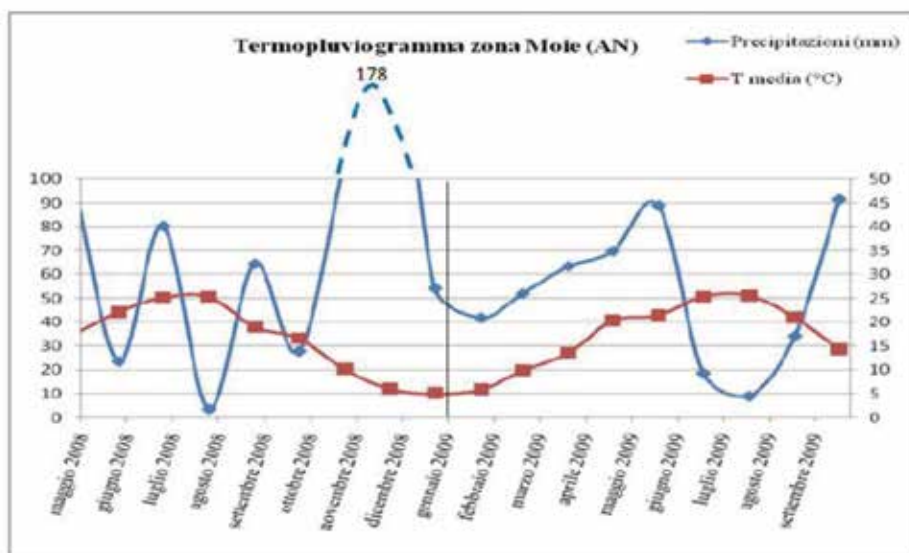
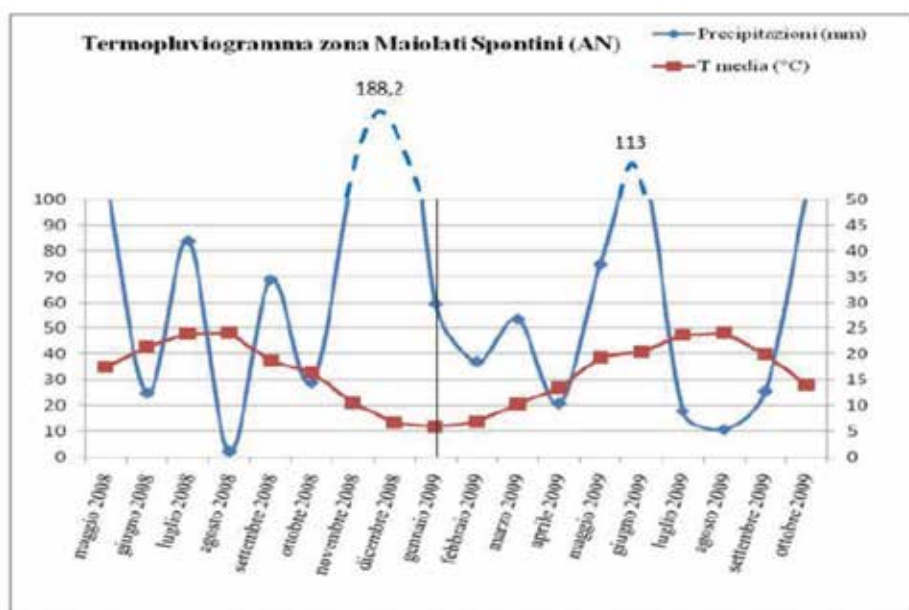


Figura 5.4.2
Diagramma
termopluviometrico
di Walter e Lieth
della stazione di
Maiolati
Spontini (AN) nel
periodo maggio
2008-ottobre 2009



(Agenzia Servizi Settore Agroalimentare Marche). Nello specifico, la stazione di Moie (AN), sita in località “Casa del Vento” ($43^{\circ}30'50''$; $13^{\circ}07'57''$), posta a 183 m s.l.m., è a poche centinaia di metri dalla discarica; mentre quella di Maiolati Spontini (AN), in località “Monteschiavo” ($43^{\circ}30'26''$; $13^{\circ}09'46''$), posta a 120 m s.l.m., è leggermente più lontana. L'analisi bioclimatica dell'area è stata realizzata sulla base dei valori medi di temperatura e precipitazioni nel periodo compreso tra maggio 2008 (epoca del primo impianto effettuato) e ottobre 2009, pertanto, per un arco di tempo di 18 mesi (Fig. 5.4.1; Fig. 5.4.2). Questa analisi ha permesso di evidenziare come in entrambe le stazioni le precipitazioni massime siano concentrate nel periodo tardo-autunnale, tra i mesi di novembre e dicembre, con un picco ulteriore in tarda primavera, a giugno, particolarmente evidente nel caso della stazione di Maiolati Spontini. Al contrario, le precipitazioni minime sono state rilevate nel mese di agosto. Per ciò che riguarda le temperature medie, l'andamento è pressoché identico per entrambe le stazioni: i mesi più caldi sono luglio ed agosto, mentre quelli più freddi dicembre e gennaio. Come risulta evidente dall'osservazione dei grafici, i periodi di aridità si collocano soprattutto in tarda primavera e piena estate, dove la curva delle precipitazioni medie mensili (scala 0-100 mm) scende infatti di molto sotto quella realizzata con il valore delle temperature medie mensili (scala 0-50°C). Per ciò che riguarda i valori di umidità relativa media e velocità media del vento (Fig. 5.4.3; Fig. 5.4.4), i valori delle due stazioni bioclimatiche non hanno presentato differenze significative. In entrambi i casi, infatti, l'umidità relativa è massima durante la stagione invernale e presenta altri due picchi in primavera, mentre è minima nei mesi di luglio ed agosto; la velocità

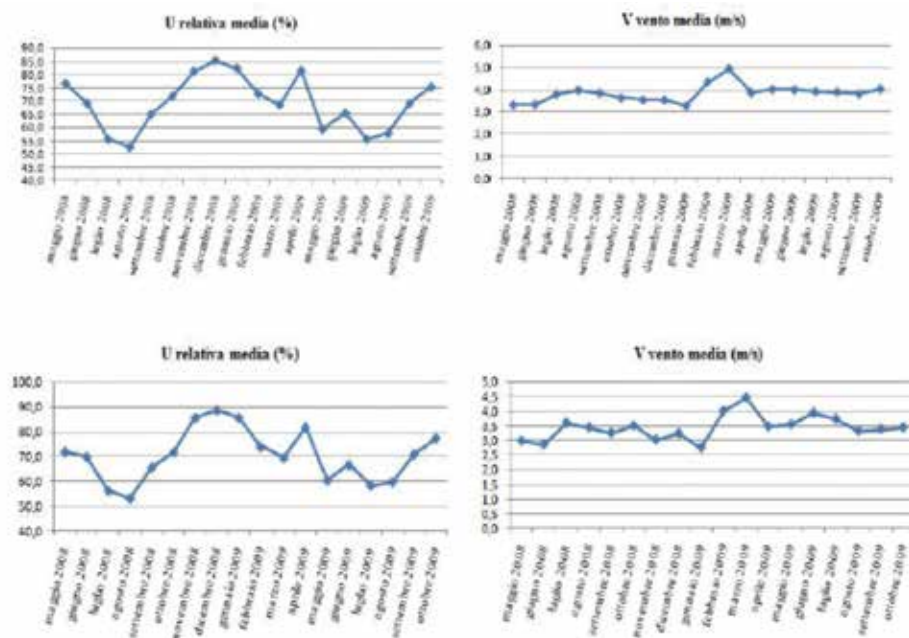


Figura 5.4.3
Diagrammi relativi ad umidità (U) relativa media e velocità (V) media del vento nella stazione di Moie (AN) nel periodo maggio 2008-ottobre 2009

Figura 5.4.4
Diagrammi relativi ad umidità (U) relativa media e velocità (V) media del vento nella stazione di Maiolati Spontini (AN) nel periodo maggio 2008-ottobre 2009

media mensile del vento è invece massima tra febbraio e aprile e sostanzialmente stabile nella restante parte del periodo di osservazione.

Temperatura del suolo

La temperatura del suolo è stata rilevata per mezzo di una sonda apposita, ogni 2 settimane nel periodo compreso fra febbraio 2008 e ottobre 2009. Questo dato è particolarmente importante in quanto tra i principali fattori limitanti l'attecchimento e l'accrescimento delle piante sugli strati di ricoprimento dei banchi di rifiuti, ci sono proprio le elevate temperature del terreno. In particolare, le misurazioni sono state effettuate a due diverse profondità, 20 cm e 40 cm. I dati sono riferiti alle tre diverse aree della discarica (Area A, Area B, Area C), differenti per tipologia di copertura dei rifiuti, esposizione e pendenza (cfr. Capitolo 3). Dalle misurazioni è emerso come nei tre siti la temperatura media del suolo sia risultata nel corso dell'intero periodo di osservazione di circa 4°C superiore a quella dell'aria (Fig. 5.4.5; Fig. 5.4.6; Fig. 5.4.7).

Figura 5.4.5
Temperatura
dell'aria e del
suolo a 20 e 40
cm di profondità
nell'area A

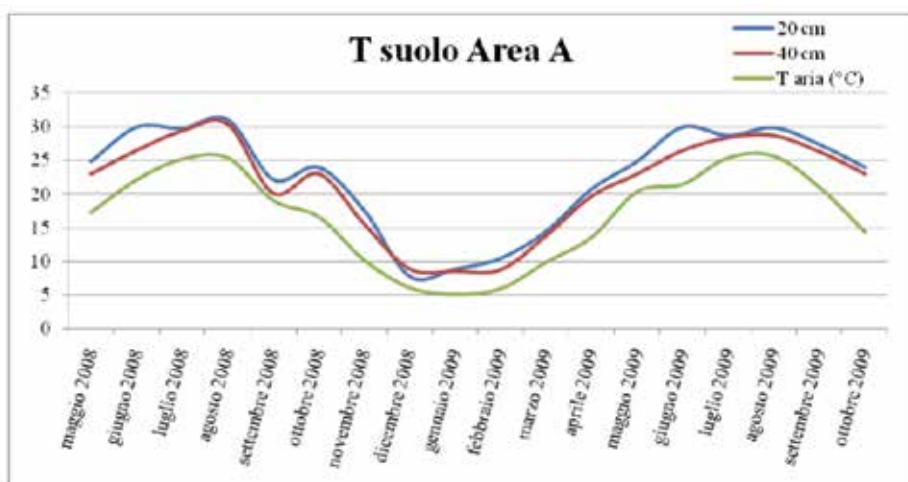
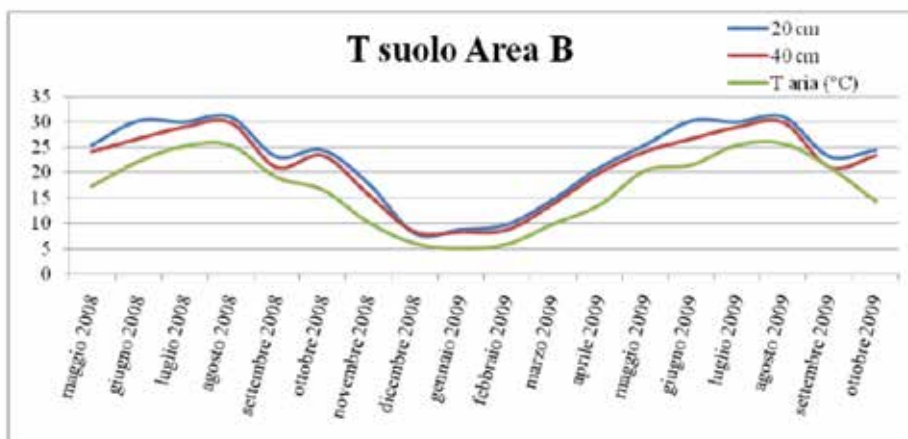


Figura 5.4.6
Temperatura
dell'aria e del
suolo a 20 e 40
cm di profondità
nell'area B



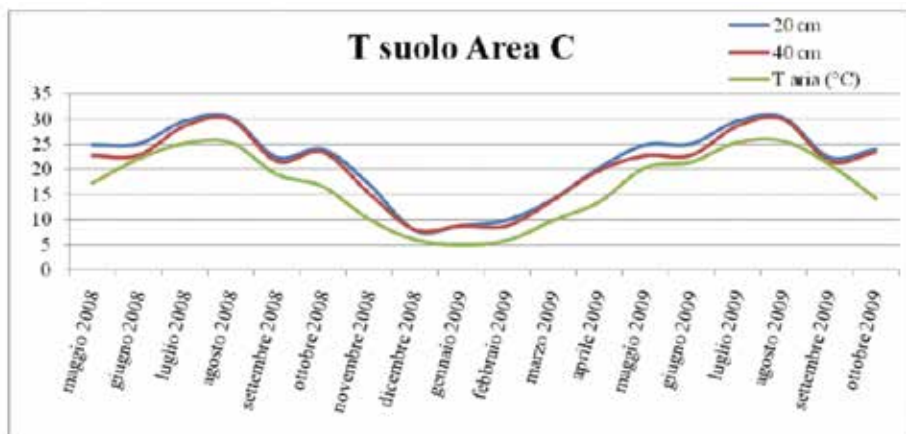


Figura 5.4.7
Temperatura
dell'aria e del
suolo a 20 e 40
cm di profondità
nell'area C

Inoltre, l'Area C è quella che presenta le temperature medie del suolo minori mentre quelle registrate nelle Aree A e B sono sostanzialmente identiche.

Analisi sugli individui impiantati

Nel periodo compreso fra aprile 2008 e ottobre 2009 sono stati raccolti con cadenza quindicinale i dati sperimentali relativi all'attecchimento e allo stato di salute e accrescimento delle specie vegetali impiantate. L'indagine è stata condotta su un campione di 210 piante, prese in maniera randomizzata ed egualmente divise in tre campioni da 70 individui prelevati in ognuna delle tre diverse aree che costituiscono la superficie rinaturalizzata della discarica (Area A, Area B, Area C).

Precisamente i dati raccolti hanno riguardato i seguenti aspetti:

- attecchimento;
- germogliamenti e fenologia delle diverse specie immesse;
- accrescimenti in altezza;
- indice di copertura.

Per quanto riguarda lo stato fenologico delle piantine, nelle osservazioni, realizzate con cadenza bisettimanale, si è ricorso ad una scala da 0 a 3, in cui "0" indicava la morte e/o l'essiccamento, "1" la sola sopravvivenza, "2" le buone condizioni fisiologiche ed infine "3" l'ottimo stato di crescita. Questa analisi è stata condotta su 71 individui per ogni specie, per un totale di 639 piante corrispondenti al 4,5% degli individui impiantati. Contestualmente è stato determinato anche il numero delle fallanze. Sulle piante campione sono stati rilevati anche l'altezza, con la sua variazione nel tempo, e l'accrescimento; quest'ultimo misurato in base al numero di nuovi rami emessi dalla piantina con la relativa lunghezza.

Infine, per le specie campionate, è stato rilevato anche l'indice di copertura, su 5 individui per ogni specie, all'interno di ogni aiuola. Questo indice esprime il rapporto fra la superficie realmente occupata dalla pianta e quella teorica dedotta in base al sesto d'impianto. Di seguito vengono riportate le schede descrittive delle singole specie impiantate nell'area della discarica che sintetizzano i dati raccolti nel corso dei 18 mesi del monitoraggio.

ULMUS MINOR

TOTALE PIANTE: 1.833

FALLANZE: 129

ATTECCCHIMENTO: 93,0 %

Figura 5.4.8
Gemma ferma
e fasi del
germogliamento



Figura 5.4.9
Andamento nel
tempo dello stato
fisiologico reale e
stato fisiologico
medio

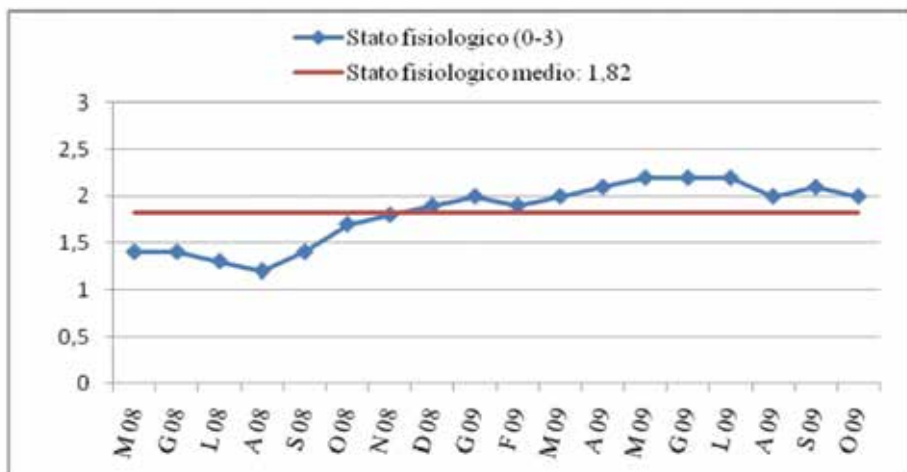
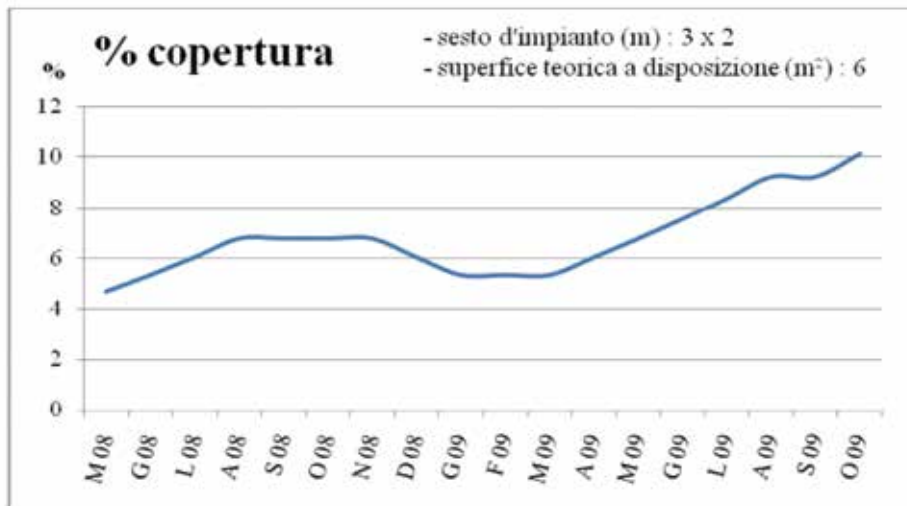


Figura 5.4.10
Andamento nel
tempo dell'indice
di copertura



Il considerevole numero di fallanze registrato è dovuto principalmente ad uno sfalcio accidentale effettuato nella primavera 2009. Dall'analisi dei grafici (Fig. 5.4.9; Fig. 5.4.10), si può notare come l'olmo, nel primo periodo successivo all'impianto, abbia subito un calo fisiologico, dovuto probabilmente allo stress da trapianto. Passato l'inverno del 2008, si è avuto un netto miglioramento dello stato fisiologico degli individui impiantati ed un costante aumento dell'indice di copertura.

FRAXINUS ORNUS

TOTALE PIANTE: 1.043

FALLANZE: 115

ATTECCHIMENTO: 89,0 %



Figura 5.4.11
Gemma ferma e fasi
del germogliamento

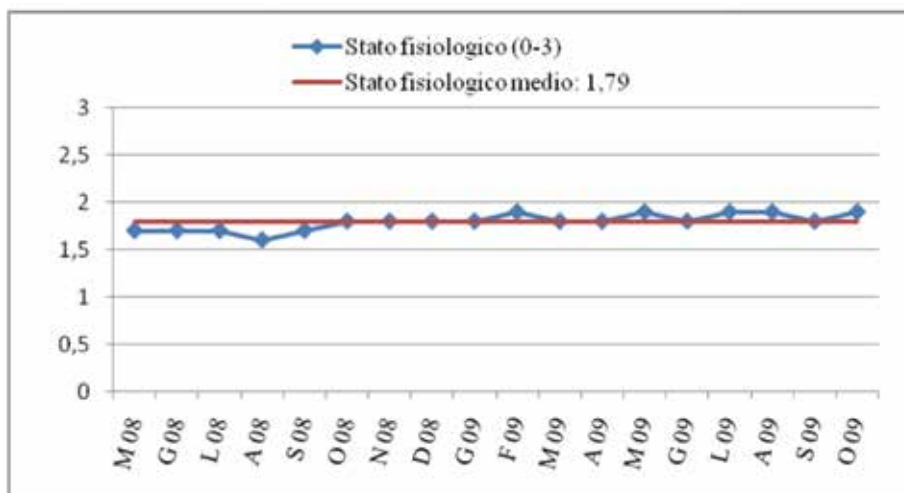
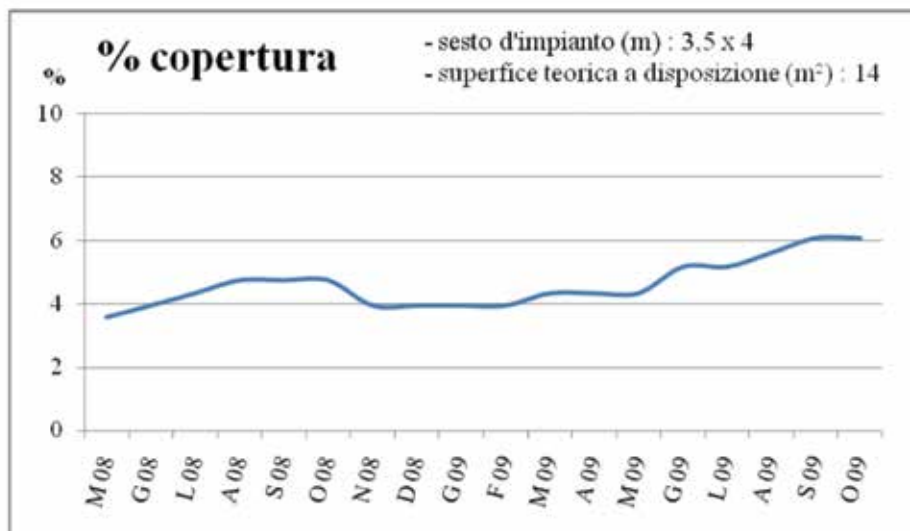


Figura 5.4.12
Andamento nel
tempo dello stato
fisiologico reale e
stato fisiologico
medio



Figura 5.4.13
Andamento nel
tempo dell'indice
di copertura



Il relativamente elevato numero di fallanze è dovuto in parte ad uno sfalcio accidentale nella primavera 2009, in parte all'elevato numero di disseccamenti registrati in un'aiuola soggetta ad un consistente e prolungato ristagno idrico. Dal punto di vista fisiologico, l'orniello si è mantenuto sempre relativamente vicino al suo valore medio, pari a 1,79; solo nella fase post trapianto i valori riscontrati sono risultati minori (Fig. 5.4.12). Anche per l'orniello, come per l'olmo, l'indice di copertura ha avuto un incremento iniziale, seguito da una stabilizzazione nel periodo invernale ed infine una buona ripresa nella primaverile successiva all'impianto (Fig. 5.4.13).

SPARTIUM JUNCEUM

TOTALE PIANTE: 3.840

FALLANZE: 11

ATTECCIMENTO: 99,7 %

Figura 5.4.14
Gemma ferma
e fasi del
germogliamento



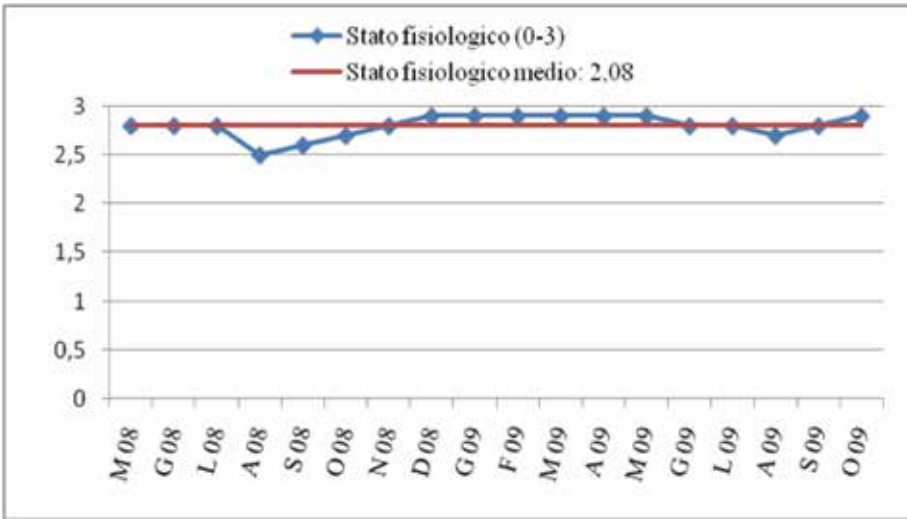


Figura 5.4.15
Andamento nel
tempo dello stato
fisiologico reale e
stato fisiologico
medio



Figura 5.4.16
Andamento nel
tempo dell'indice
di copertura

Il numero di fallanze per questa specie, nota per le sue caratteristiche di rusticità, è da considerarsi trascurabile: solo 11 individui su un totale di 3.840 individui impiantati. Il pieno successo dell'impianto è inoltre testimoniato dall'elevato valore dell'indice associato allo stato sanitario (Fig. 5.4.15) e da quello relativo alla copertura (Fig. 5.4.16). Anche in questo caso, come nei precedenti, si è assistito ad un marcato aumento dell'indice di copertura a partire dalla primavera del 2009.

PRUNUS SPINOSA

TOTALE PIANTE: 1.545

FALLANZE: 153

ATTECCIMENTO: 90,1 %

Figura 5.4.17
Gemma ferma
e fasi del
germogliamento



Figura 5.4.18
Andamento nel
tempo dello stato
fisiologico reale e
stato fisiologico
medio

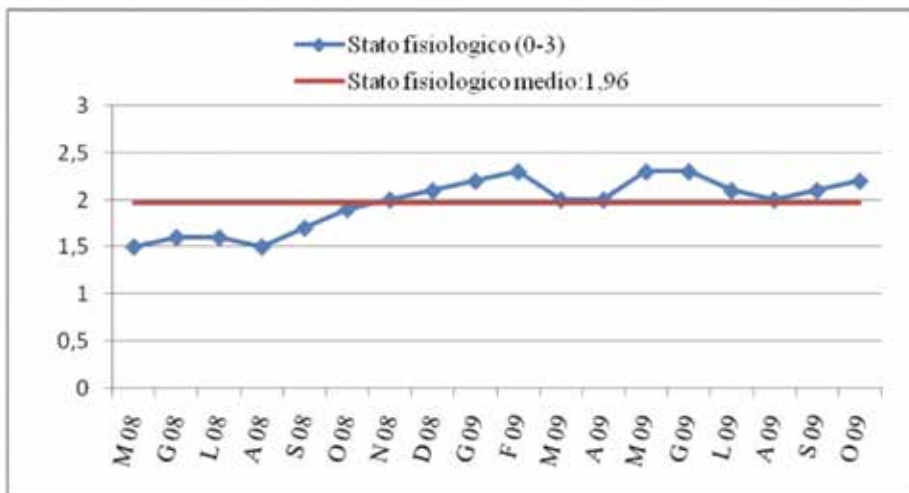
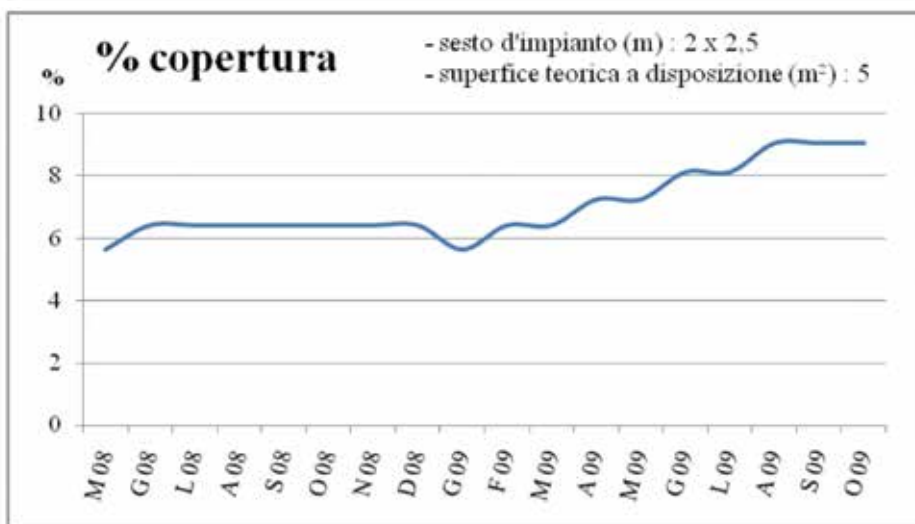


Figura 5.4.19
Andamento nel
tempo dell'indice
di copertura



Anche in questo caso, l'elevato numero di fallanze è dovuto ad uno sfalcio accidentale nell'autunno del 2008 che ha riguardato due aiuole.

Lo stato fisiologico del prugnolo spinoso, dopo una prima fase di sofferenza si è attestato su buoni livelli (circa 2,3) con due lievi cali nella primavera e alla fine dell'estate del 2009 (Fig. 5.4.18).

Per quanto riguarda la copertura, si è registrata una lunga fase di stabilizzazione iniziale, protrattasi fino alla primavera del 2009, dopo di che l'indice di copertura è aumentato in maniera sensibile (Fig. 5.4.19).

CRATAEGUS MONOGYNA

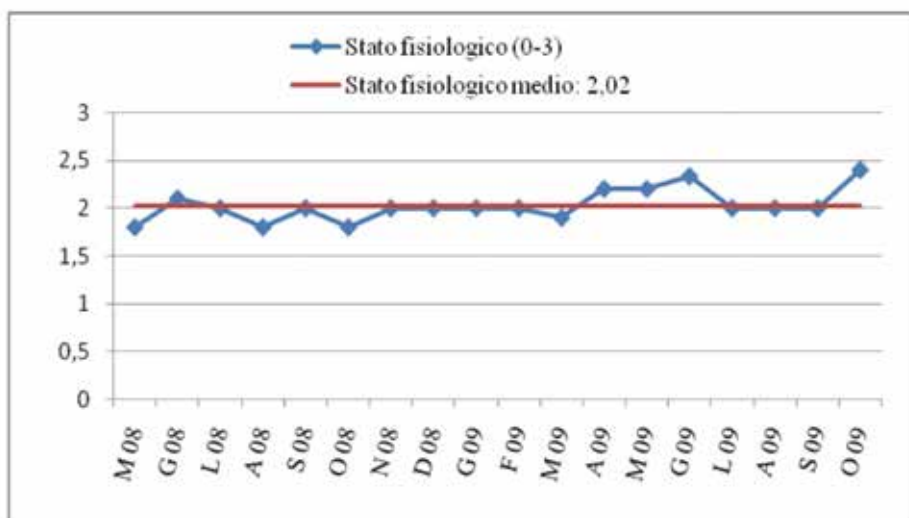
TOTALE PIANTE: 1.683

FALLANZE: 28

ATTECCIMENTO: 98,3 %



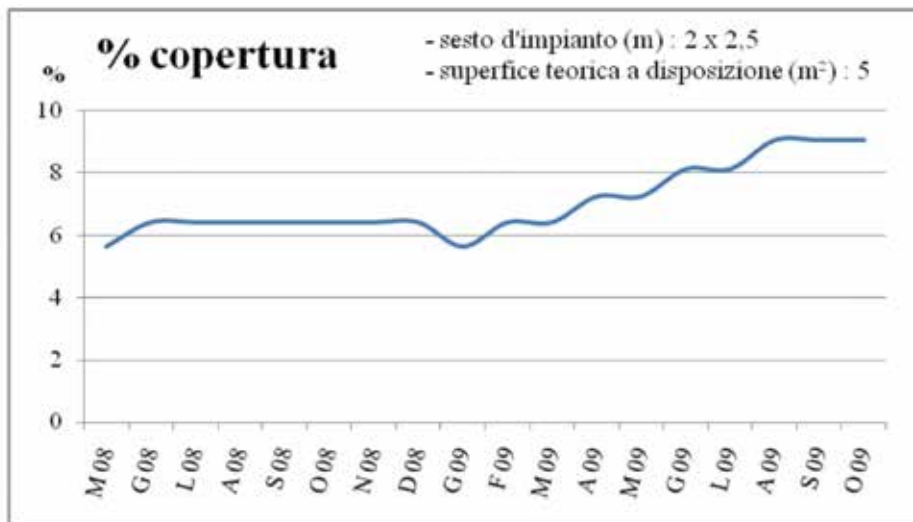
*Figura 5.4.20
Gemma ferma
e fasi del
germogliamento*



*Figura 5.4.21
Andamento nel
tempo dello stato
fisiologico reale e
stato fisiologico
medio*



Figura 5.4.22
Andamento nel
tempo dell'indice
di copertura



Del tutto trascurabile è risultato il numero di fallanze. Dal grafico relativo allo stato fisiologico, si può dedurre come il biancospino abbia risentito molto delle variazioni ambientali, presentando valori molto altalenanti tra loro; la media dello stato fisiologico durante il periodo di osservazione è stata poco superiore a 2, valore che è stato superato solo in occasione della tarda primavera e dell'inizio dell'autunno del 2009 (Fig. 5.4.21). Dal punto di vista della copertura, come per l'olmo e per l'orniello, si è avuto un periodo di leggero incremento nella fase post impianto, a cui è seguito un periodo di stabilizzazione all'inizio della primavera successiva ed un picco alla fine della stessa (Fig. 5.4.22).

CORNUS SANGUINEA

TOTALE PIANTE: 1.869

FALLANZE: 44

ATTECCIMENTO: 97,6 %

Figura 5.4.23
Gemma ferma
e fasi del
germogliamento.



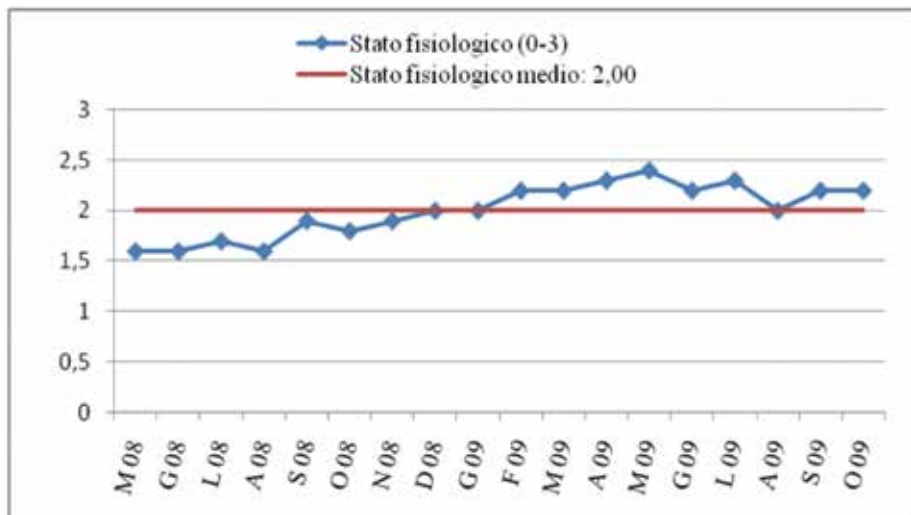


Figura 5.4.24
Andamento nel
tempo dello stato
fisiologico reale e
stato fisiologico
medio.

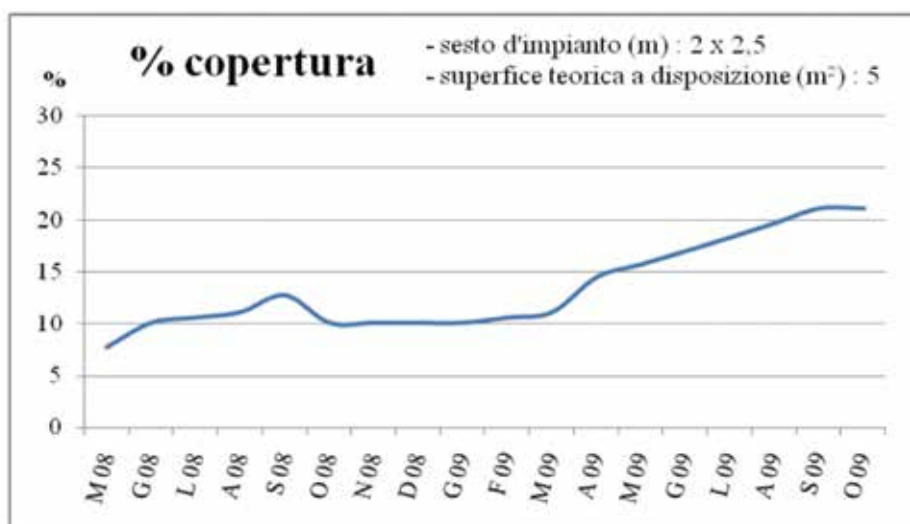


Figura 5.4.25
Andamento nel
tempo dell'indice
di copertura.

Irrilevante è risultato il numero di fallanze.

Il sanguinello, dopo una fase delicata post impianto, è stato capace di raggiungere ottimi valori dal punto di vista fisiologico, con picchi di 2,4 nella primavera del 2009 (Fig. 5.4.24).

Per quanto riguarda l'indice di copertura, si è avuto un periodo di leggero incremento nella fase post impianto, a cui è seguito un periodo di stallo all'inizio della primavera successiva ed un picco nel pieno della stessa, che lo ha portato ad una media di superficie occupata del 22,2% (Fig. 5.4.25).

ROSA CANINA

TOTALE PIANTE: 1.250

FALLANZE: 15

ATTECCCHIMENTO: 98,8 %

Figura 5.4.26
Gemma ferma
e fasi del
germogliamento.



Figura 5.4.27
Andamento nel
tempo dello stato
fisiologico reale e
stato fisiologico
medio.

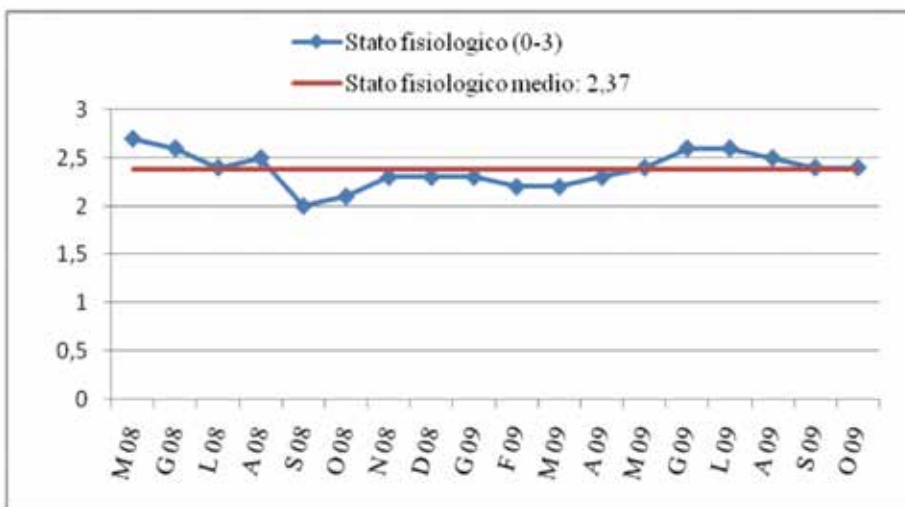
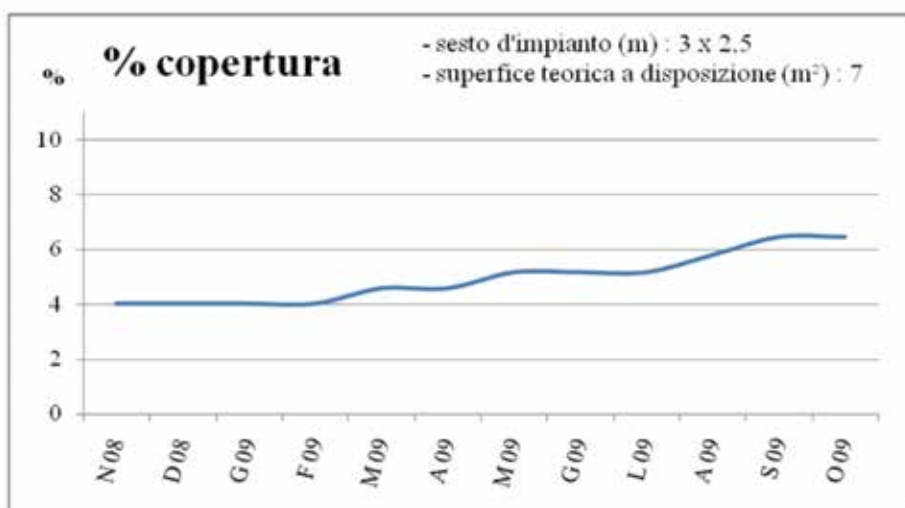


Figura 5.4.28
Andamento nel
tempo dell'indice
di copertura.



Ininfluente è risultato il numero di fallanze. La rosa canina, dopo un ottimo inizio nella fase post impianto, ha fatto registrare un calo dal punto di vista fisiologico, dal quale si è ripresa solo nella tarda primavera del 2009 (Fig. 5.4.27). Per quanto riguarda l'indice di copertura, dopo un periodo di stabilizzazione iniziale, si è avuto un incremento quasi continuo, che lo ha portato ad una media di superficie occupata del 6,8% ad ottobre 2009 (Fig. 5.4.28).

TAMARIX AFRICANA

TOTALE PIANTE: 750

FALLANZE: 18

ATTECCIMENTO: 97,6 %



Figura 5.4.29
Gemma ferma
e fasi del
germogliamento.

L'attecchimento della tamerice è stato eccellente. Non sono state effettuate misurazioni degli accrescimenti né della copertura di questa specie che comunque presentava un ottimo sviluppo al termine del periodo di monitoraggio.

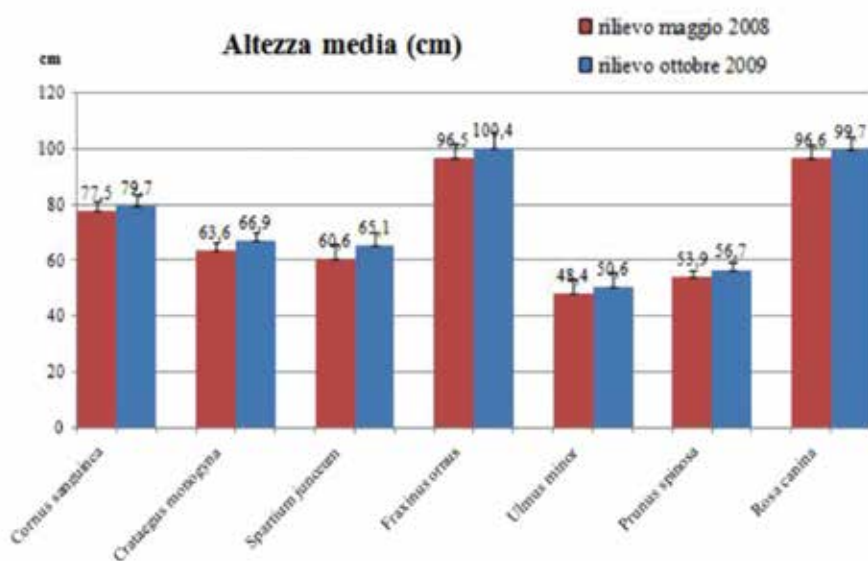


Figura 5.4.30
Altezze medie
per singola
specie rilevate
all'inizio ed alla
fine del periodo
di monitoraggio
(aprile
2008-ottobre
2009), con relativo
errore standard.



Accrescimento in altezza

Questo parametro è stato monitorato ogni 15 giorni durante l'intero periodo di studio e ha permesso di ottenere informazioni riguardo lo sviluppo delle specie impiantate, ovviamente differenti fra loro per caratteristiche intrinseche, ma comunque confrontabili al fine di valutare la loro idoneità ad interventi come quello qui descritto. In Figura 5.4.30 sono riportati i valori medi delle altezze, misurate sia all'inizio che al termine del periodo di osservazione.

Per tutte le specie l'incremento di altezza nel periodo di analisi è stato piuttosto limitato. Questo dato evidenzia la difficoltà delle piante di insediarsi e svilupparsi sul terreno di riporto impiegato per il ricoprimento delle vasche esaurite della discarica, che risultava povero di sostanza organica e di azoto, nonché le condizioni di forte stress indotte dalla siccità estiva. Ovviamente, la risposta è stata diversificata a seconda della specie; la ginestra, ad esempio, è stata la specie che ha fatto registrare il maggior incremento in altezza (7,43%) mentre il biancospino il minore (appena il 2,84%).

Le indicazioni fornite dal monitoraggio del 2008-2009

I dati bioclimatici forniti dall'A.S.S.A.M. e raccolti presso le stazioni di Moie e Maiolati Spontini evidenziano come le temperature corrispondenti al periodo successivo al primo impianto, effettuato nel maggio del 2008, siano state molto elevate. Questo fenomeno ha di certo condizionato l'attecchimento delle piantine, che, senza differenziazione di specie, hanno sofferto tutte di stress post impianto. La situazione è stata ulteriormente aggravata dal picco in negativo delle precipitazioni registratosi nel giugno del 2008, a cui per buona parte hanno rimediato un luglio con copiose precipitazioni ed il tempestivo intervento con irrigazione di soccorso. A ciò si lega, quindi, anche il discorso dei bassi indici relativi allo stato fisiologico mostrato dalle piantine nei primi mesi di analisi e di conseguenza anche le modeste percentuali di copertura registrate nello stesso periodo. Le uniche eccezioni in questo senso sono rappresentate, dalle specie più "rustiche", ginestra, prugnolo e rosa canina. Tali evidenze pongono l'accento sull'importanza di non posticipare troppo l'epoca di impianto evitando quindi di sottoporre piantine, già stressate dal trapianto e con apparati radicali poco sviluppati, ad un ulteriore stress idrico che potrebbe risultare letale. Nessun danno significativo può essere invece imputato alle gelate invernali registrate nel mese di gennaio 2009. Problemi sono invece stati causati dall'elevata ventosità del periodo compreso fra febbraio e aprile 2009 che ha provocato l'allettamento soprattutto delle piante più alte presenti nella discarica; tra queste, l'orniello, la rosa canina e il sanguinello, che, seppur sostenute da tutori, sono state piegate del vento, richiedendo quindi un'opera di riabilitazione delle stesse. Questo dato ha evidenziato ancor di più la necessità per tutta la zona di ricreare fasce naturali frangivento.

Infine, proseguendo nell'analisi dei parametri considerati, la temperatura del terreno ha un ruolo fondamentale, soprattutto nel caso di una discarica. Questa, infatti, si pone spesso come uno dei principali fattori limitanti l'attecchimento e l'accrescimen-

to delle piante sugli strati di ricoprimento dei rifiuti abbancati. Come risulta dalla letteratura specializzata infatti, l'innalzamento delle temperature del suolo dovuto ai processi di fermentazione della massa di rifiuti, si traduce, di fatto, in un prolungamento ed un'accentuazione del periodo di aridità. Il mancato attecchimento, con conseguente morte precoce, di molti impianti di vegetazione su banchi di discarica è causato proprio dal danno e dalle deformazioni che gli apparati radicali subiscono a causa dell'innalzamento delle temperature. Nel nostro caso, le misurazioni effettuate a due diverse profondità, 20 e 40 cm, hanno mostrato valori piuttosto uniformi per tutte e tre le diverse aree della discarica in cui i dati sono stati prelevati, non evidenziando dunque casi "anomali" di surriscaldamento del terreno, dovuto ad esempio alla perdita di biogas.

I picchi massimi di temperatura del suolo registrati in piena stagione estiva (34°C), imputabili al normale innalzamento della temperatura esterna, hanno causato danni da "spaccatura" del terreno, ad elevata composizione di argilla e limo. Questo fattore ha comportato soprattutto danni a livello radicale, esponendo in alcuni casi le radici stesse delle piantine ad irraggiamento diretto e provocando inevitabilmente disseccamenti. La ragione di questo comportamento è da ricercare nel compattamento del terreno di riporto troppo argilloso e privo di sostanza organica e quindi poco strutturato; inoltre, la mancanza di una macroporosità adeguata ha limitato l'infiltrazione profonda dell'acqua piovana e ha determinato il riscaldamento elevato del suolo anche in profondità, con ulteriore danno per le radici.

Per quanto riguarda invece le analisi condotte sulle specie impiantate, il dato più importante è sicuramente la percentuale di attecchimento raggiunta da ciascuna specie. I dati sono ovviamente dipendenti dalle caratteristiche intrinseche di ciascuna



*Figura 5.4.31
Immagine
relativa ai primi
monitoraggi
effettuati nel 2008*

specie, ma anche, ed è questo il dato più interessante, dalla loro capacità di adattamento alle caratteristiche pedoclimatiche del sito.

Seppur con qualche differenza, tutte le specie impiantate hanno fatto registrare buone percentuali di attecchimento comprese fra l'89% dell'orniello e quasi il 100% della ginestra. Ciò grazie all'oculata scelta delle specie da impiantare che sono state selezionate fra quelle maggiormente adattabili a terreni aridi, sia calcarei che argillosi, proprio come quello presente in discarica. Va sottolineato inoltre il fatto che, per molte specie, la maggior parte delle fallanze è da imputare a sfalci accidentali e non

*Figura 5.4.32
Disseccamenti
provocati da
ristagno idrico*



*Figura 5.4.33
Danni da
disseccamento
radicale e
fessurazione del
terreno*



*Figura 5.4.34
Esemplari di
Spartium junceum
infestati da
chioccioline*



a problemi di attecchimento. In merito alla ginestra, va altresì aggiunto che la morte delle poche piante che non sono sopravvissute dopo il trapianto (11) è da imputare alla predazione da parte di chiocchie e lepri. Anche la misura degli accrescimenti delle specie impiantate è stata utile ad individuare le specie maggiormente adattate alle condizioni del sito: terreno povero, elevata ventosità e frequenti e prolungati periodi di siccità. Le specie che hanno mostrato i maggiori accrescimenti sono state la ginestra, l'olmo, il frassino ed il sanguinello.

Il monitoraggio ambientale nel triennio 2010-2012

Questa seconda fase di monitoraggio ha previsto la valutazione dello stato sanitario delle piante e la prosecuzione del computo delle fallanze.

Dalle osservazioni è emerso come, a distanza di qualche anno dal processo di recupero ambientale, le piante all'interno delle airole risultassero dense e, nella maggior parte dei casi, non era possibile notare spazi vuoti corrispondenti a fallanze. Il numero di individui presenti è risultato pari a 8.554 nel 2010 e 8.501 nel 2011, con una riduzione percentuale quindi di solo lo 0,62%. Al termine del monitoraggio (2012), dopo gli interventi di segnalazione e protezione delle piante dagli sfalci accidentali, la mortalità delle piante ha subito un ulteriore decremento, attestandosi allo 0,01%. Come già registrato nell'ambito del monitoraggio precedente, la maggior parte della mortalità era da imputare a sfalci accidentali e ai danneggiamenti alle airole causati dagli interventi di riposizionamento dei tubi collettori per la captazione dei gas.

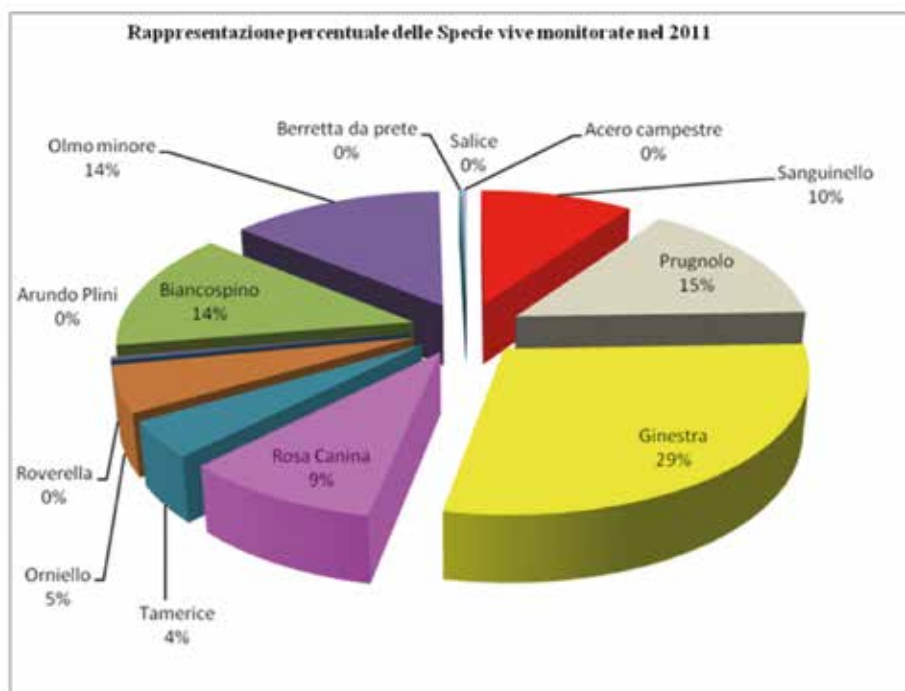


Figura 5.4.35
Rappresentazione
percentuale degli
individui vivi nel
2011 distinti per
specie



*Figura 5.4.36
Cartografia
relativa al report
del censimento
delle aiuole
realizzato nel 2010*

Già a partire dal 2009 e per tutto il 2010, sulla base dei rilevamenti fino ad allora eseguiti, si è provveduto alla catalogazione di tutte le aiuole realizzate, con attribuzione di una numerazione progressiva, e con la produzione di una cartografia di massima della dislocazione delle aiuole.

Tale cartografia è stata ottenuta con un rilievo speditivo con GPS degli estremi delle aiuole che erano state equiparate a rettangoli e circonferenze (Fig. 5.4.36). In questo caso, si è deciso di optare per questa tipologia di rilievo perché le aiuole non avevano ancora raggiunto la loro conformazione definitiva, in quanto le piante che le componevano erano ancora in fase di pieno sviluppo. Si è pertanto ritenuto non necessario

*Figura 5.4.37
Galle su
biancospino*



riportare nella mappa le aiuole con i loro contorni attuali in quanto ancora profondamente mutabili. Questa cartografia, seppur con i suoi limiti, è stata impiegata come riferimento per i monitoraggi effettuati negli anni successivi.

Per quanto riguarda invece lo stato sanitario delle piante, questo è risultato complessivamente soddisfacente. Le analisi visive condotte hanno permesso di appurare che molti degli individui che apparivano deprienti durante i sopralluoghi primaverili erano in realtà soltanto fortemente stressati. Essi hanno infatti prodotto nuovi e vigorosi ricacci in estate, periodo durante il quale hanno beneficiato di un copioso apporto idrico a seguito degli efficaci interventi di irrigazione manuale. Il forte stress sofferto, in particolare dagli individui di alcune specie, è stato causato, oltre che dalle alte temperature registrate in primavera e all'inizio dell'estate, presumibilmente anche dall'attacco di parassiti. In effetti, durante i sopralluoghi di monitoraggio, in alcuni casi e solo su un numero limitato di esemplari, si è avuto modo di osservare evidenti danni prodotti agli apparati fogliari. In particolare, la maggior parte degli individui impiantati di biancospino presentavano massicci attacchi da parte di insetti galligeni, con conseguente danneggiamento dell'apparato fogliare (Fig. 5.4.37).

In aggiunta, una clorosi dell'apparato fogliare più o meno diffusa era stata riscontrata durante i monitoraggi del 2010 e del 2011 in alcuni individui di biancospino, prugnolo e olmo, per poi scomparire con lo sviluppo della pianta.

Indirizzo degli autori:

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali,
Università Politecnica delle Marche
Via Brecce Bianche, 60131 Ancona
e-mail: e.biondi@univpm.it

STUDIO DEI COMPORTAMENTI RADICALI DELLE SPECIE ARBUSTIVE IMPIEGATE NELLA RIQUALIFICAZIONE DELLE AREE ESAURITE DELLA DISCARICA

Serena Polverigiani, Davide Neri, Francesca Massetani

Abstract

The description of the morphological, chronological and topographical development of the root system provides details on plant plasticity and adaptability in response to stress condition. Information on plant tolerance strategies is especially needed for species adopted during interventions of re-naturalization in strongly disturbed environments. The root development patterns of 5 species, *Cornus sanguinea* L., *Spartium junceum* L., *Tamarix africana* Poir., *Rosa canina* L., *Prunus spinosa* L., were described through the use of rhizotrons and soil coring in 2011.

Cornus sanguinea L. and *Prunus spinosa* L. showed a very shallow root system and an architectural development with a balanced ratio of different orders. Those species resulted to be particularly able to efficiently exploit water availability determined by occasional rainfall. In *Tamarix africana* Poir., it was found the highest concentration of roots in depth, with a taproot system and a reduced incidence of intermediate-order structures. *Tamarix africana* Poir showed a strong tendency to geotropic exploration and a survival strategy linked to the exploitation of more persistent water resources underground.

Introduzione

Il sito di una discarica si differenzia fortemente dagli ambienti naturali, ed anche dalla maggior parte degli ambienti a forte antropizzazione (Antonovics *et al.*, 1971), per alcune importanti caratteristiche, tra le quali i regimi di temperatura, con valori del substrato significativamente più alti (Bradshaw & McNeilly, 1981), e la scarsa struttura dei terreni impiegati per il recupero, con conseguente difficoltà nella stabilizzazione dei regimi idrici. Laddove la ricostituzione del substrato di crescita preveda l'impiego di suoli di risulta (i.e. terreni fortemente argillosi) possono manifestarsi situazioni limite per ciò che riguarda lo stato idrico del suolo, soggetto a spaccature profonde durante i periodi di aridità e a ristagni ed asfissia in presenza di precipitazioni abbondanti.

Figura 5.5.1
Asfissia in presenza
di precipitazioni
e crepacciatura
estiva del suolo
legate ad una
struttura non
ottimale.



In generale, il ritorno di una zona perturbata con queste caratteristiche ad una condizione stabile, produttiva e autosostenibile è un processo di lungo termine. Il progetto di rivegetazione deve infatti garantire una solida base per l'evoluzione e il miglioramento dell'ecosistema nel tempo, iniziando dalla scelta delle specie da impiegare e delle cenosi da installare. In questo senso risulta determinante la conoscenza della morfologia aerea e radicale delle specie da utilizzare e del loro sviluppo potenziale. In particolare, lo studio degli apparati radicali, della loro tendenza esplorativa geotropica o planare, della loro capacità plastica e della stagionalità delle crescite, consente di programmare le consociazioni, così da promuovere uno sfruttamento ottimale del suolo, con un'occupazione funzionale delle nicchie ed una riduzione delle dinamiche di competizione.

La descrizione delle dinamiche di sviluppo da un punto di vista morfologico, cronologico e topografico è stata oggetto di uno studio condotto nell'ambiente della discarica nel 2011.

Caratteristiche delle specie impiegate

Tra le specie prese in considerazione per la riqualificazione dell'ambiente in esame, la specie *Cornus sanguinea* L. è stata identificata come una specie dall'apparato radicale tendenzialmente superficiale. Come tale è stata individuata, per questa specie, una capacità di far fronte a periodi di scarsa disponibilità idrica grazie alla tolleranza di intervalli prolungati di chiusura stomatica.

Rosa canina (L.) è una specie perenne che predilige esposizioni S–SE (Ferrari & Speranza, 1975). Il suo apparato radicale non raggiunge generalmente profondità superiori a 0,7 m, ma si diffonde lateralmente per un raggio di oltre 3 m. La specie è definibile come moderatamente tollerante alla siccità (Potter, 2007).

Spartium junceum è una specie perenne che predilige esposizioni S–SW. L'apparato radicale è caratterizzato da una radice centrale da cui si dipartono diramazioni da profondità superiori a 0,25 m (Tosi, 2007).

In generale, il numero di radici presenti nelle specie arbustive tende ad aumentare esclusivamente tra 0,1 m e 0,2 m per poi diminuire gradualmente in profondità (Comino & Marengo, 2010). Similmente, il diametro medio delle radici diminuisce a profondità crescenti. Il valore di *Root area ratio* (RAR), definita come la frazione di sezione di area occupata da radici per unità di area di suolo (Gray & Leiser, 1982), è risultata essere per *R. canina* in ambiente naturale di 0,0109% a 0,2 m di profondità, diminuendo fino a 0,0014% a 0,4 m.

Descrizione delle Attività

Nella primavera del 2011 hanno preso avvio le attività di ricerca indirizzate allo studio dei comportamenti radicali di 5 specie arbustive impiegate nella riqualificazione ambientale del sito. Rizotroni a finestra (Fig. 5.5.2) sono stati installati in corrispondenza di piante campione per ciascuna delle 5 specie arbustive considerate:

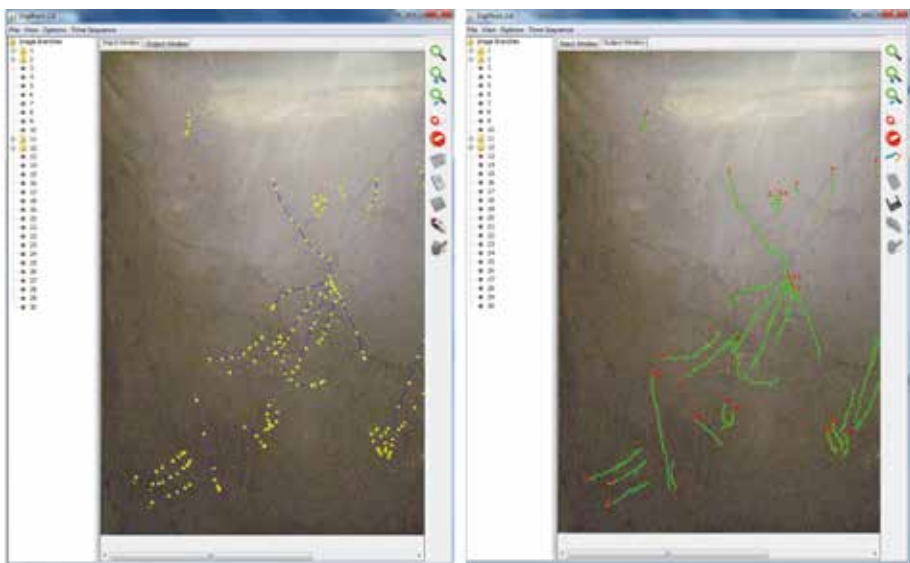


Figura 5.5.2
Rizotrone installato in
corrispondenza di un
esemplare di *Rosa*
canina

- *Cornus sanguinea* L. (Sanguinello)
- *Spartium junceum* L. (Ginestra)
- *Tamarix africana* Poir. (Tamerice)
- *Rosa canina* L. (Rosa)
- *Prunus spinosa* L. (Prugnolo)

Le osservazioni tramite rizotrone sono state replicate 7 volte per ciascuna delle specie in esame. Il monitoraggio ha avuto inizio il 23 giugno e si è ripetuto con frequenza mensile fino al 30 novembre (Fig. 5.5.3). In occasione dello scavo per l'installazione dei box è stata effettuata, per ciascuna delle specie osservate, una mappatura della distribuzione radicale, al momento iniziale, lungo il profilo fino ad una profondità di 50 cm. In corrispondenza delle specie Sanguinello, Rosa e Ginestra, a partire dal mese di giugno, e per un totale di 6 volte durante la stagione estiva, campioni di suolo sono

Figura 5.5.3
Rielaborazione
delle immagini
per la descrizione
degli accrescimenti
radicali



stati raccolti con carotaggi a una distanza di 10 e 30 cm dal fusto della pianta per la descrizione della densità radicale in intervalli dello spessore di 5 cm e fino ad una profondità di 20 cm. La frequenza e la profondità di campionamento sono state definite attraverso un primo rilievo pilota che ha raggiunto profondità e distanze di 50 cm, indagando le densità ad intervalli di 5 cm sia in senso radiale che distale, al fine di identificare le distanze maggiormente indicative nella descrizione dello sviluppo radicale. Dai successivi campionamenti sono state escluse distanze e profondità oltre le quali non fosse stata riscontrata alcuna radice in occasione del primo prelievo. I carotaggi sono stati utilizzati come tecnica complementare a quella dei rizotroni a finestra, così che i risultati delle due tecniche potessero reciprocamente validarsi. Il profilo è stato suddiviso in intervalli di 5 cm di profondità ciascuno, ed i carotaggi effettuati hanno consentito di operare un'ulteriore mappatura dinamica della distribuzione radicale. Le radici sono state separate dal terreno e distinte in pioniere ed assorbenti in funzione del loro diametro, della posizione gerarchica, della colorazione e della frequenza di ramificazione. La densità radicale è poi stata espressa per ciascun ordine in termini di milligrammi di radici per grammo di suolo. Gli stessi campioni di terreno sono stati utilizzati anche per monitorare la variazione del contenuto idrico del suolo in termini percentuali, durante la stagione e lungo il profilo.

Risultati

Contenuto idrico del suolo

L'intero periodo oggetto di analisi ha mostrato precipitazioni ampiamente inferiori rispetto alle medie stagionali. In data 05 giugno 2011 i primi 5 cm di suolo presentavano un contenuto idrico significativamente inferiore rispetto agli strati sottostanti. Particolarmente rapido è risultato il disseccamento degli strati più superficiali, che

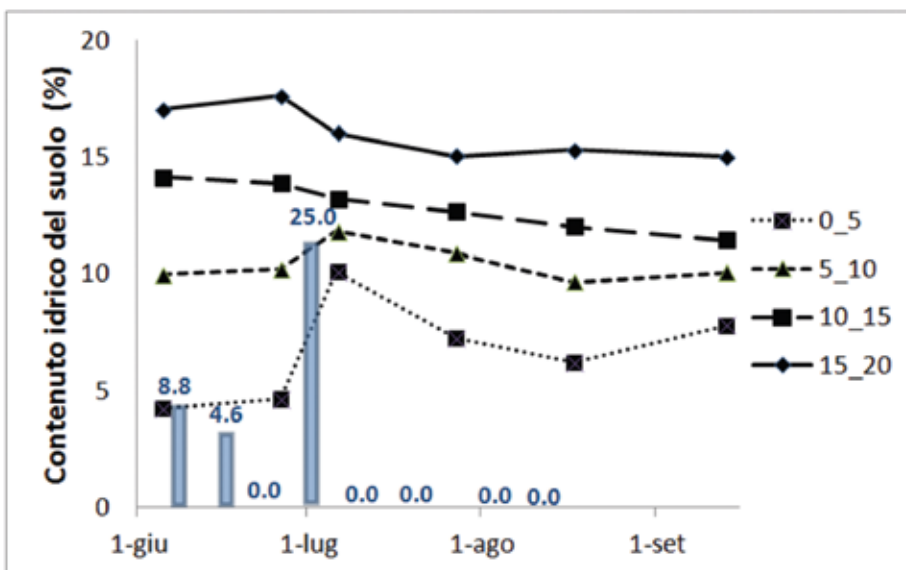
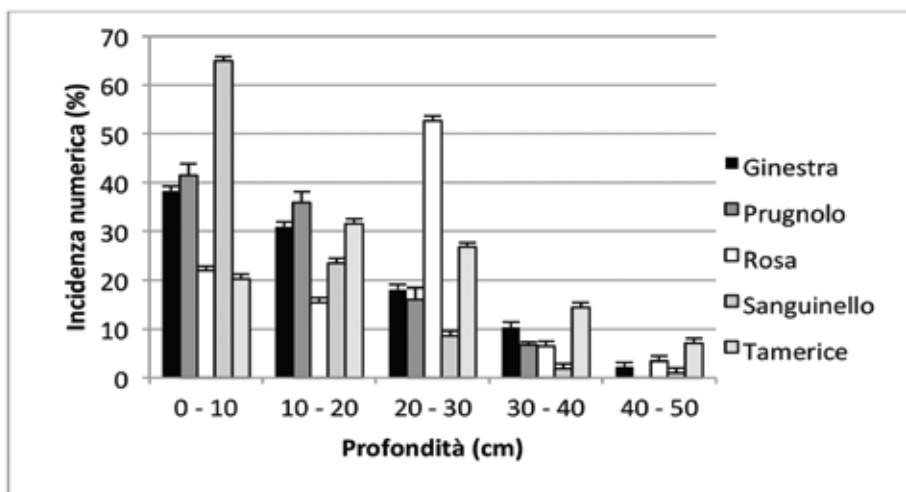


Figura 5.5.4
Contenuto idrico gravimetrico del suolo espresso in termini percentuali come riscontrato durante la stagione estiva, nei 4 intervalli di profondità (tra 0 e 20 cm). Le medie si riferiscono al valore ricavato dai dati provenienti dalle due distanze dal fusto (10 e 30 cm) di Sanguinello, Rosa e Ginestra. Le linee azzurre rappresentano i mm di pioggia cumulati in ciascuna decade.



sono stati interessati da una rapida perdita di umidità, raggiungendo una concentrazione idrica gravimetrica inferiore al 5%. I primi 10 cm di suolo d'altra parte sono quelli che hanno risentito in maniera visibile di ciascun evento piovoso anche se di modesta entità. Le variazioni di umidità nel suolo sono risultate di rilievo nel corso della stagione per i primi due intervalli di profondità (tra 0 e 10 cm) mentre non lo sono state per profondità superiori ai 10 cm. Il contenuto idrico degli strati più profondi non ha beneficiato di apporti idrici ridotti ma ha anche visto diminuire molto gradualmente il proprio contenuto idrico. I valori riferiti a diverse distanze dal fusto non hanno generalmente mostrato differenze tra loro significative nel corso della stagione a nessuna delle profondità considerate e sono pertanto state utilizzate come repliche nell'analisi statistica (Fig. 5.5.4).

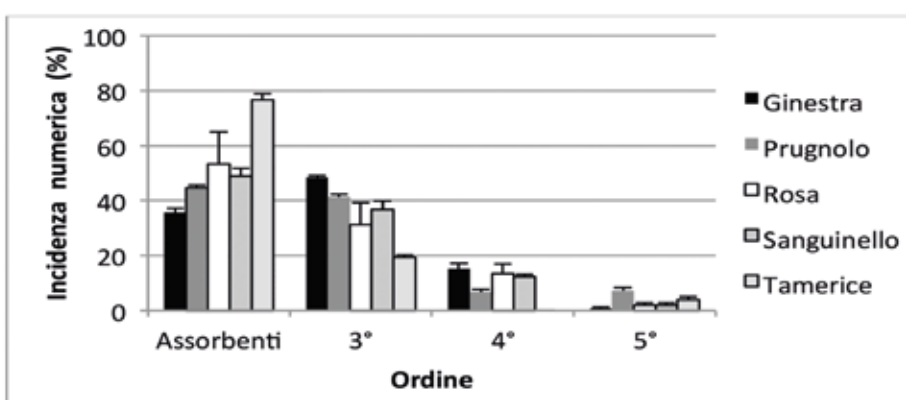
Figura 5.5.5
Distribuzione delle radici in funzione della profondità per ciascuna delle specie. La concentrazione radicale è espressa, per ciascun intervallo di profondità, in termini percentuali rispetto al totale delle radici conteggiate lungo l'intero profilo con la tecnica del rizotrone.



Topografia degli apparati radicali

La mappatura iniziale condotta sul profilo della trincea aperta per l'installazione dei rizotroni ha fornito informazioni sulla distribuzione cumulativa degli apparati radicali. Le specie analizzate hanno mostrato di differire fortemente per architettura e topo-

Figura 5.5.6
Rilevanza di ciascuno degli ordini radicali nell'architettura complessiva della pianta. I valori sono espressi in termini percentuali rispetto al numero totale di radici conteggiate.



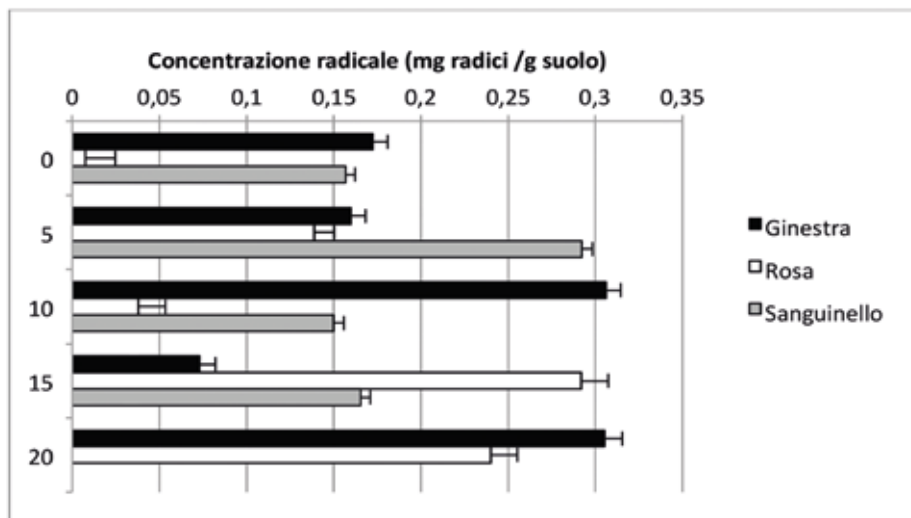


Figura 5.5.7
Concentrazione di radici lungo il profilo tra la superficie e la profondità di 25 cm (20 cm in Sanguinello) riferita alle specie di Ginestra, Rosa e Sanguinello. Il dato è espresso come mg di radice per g di suolo ed è ricavato dalla media dei 6 carotaggi effettuati nel corso della stagione.

grafia. Si sono riscontrate differenze legate alle profondità raggiunte così come allo sviluppo gerarchico delle radici assorbenti e delle pioniere.

In particolare, le specie Sanguinello e Prugnolo hanno mostrato apparati radicali particolarmente superficiali, mentre nella Tamerice si è riscontrata la maggior concentrazione di radici in profondità, con un apparato fittonante che ha presentato il potenziale di assorbimento più omogeneamente distribuito lungo il profilo (Fig. 5.5.5). Per ciò che riguarda lo sviluppo gerarchico degli apparati, è rilevante notare come alcune specie mostrino apparati dalle architetture ramificate con un numero progressivamente crescente di radici dalle strutturali di 5° ordine fino alle assorbenti (Prugnolo, Rosa, Sanguinello). Esistono però anche strutture radicali delle architetture diverse come quella fittonante della Tamerice caratterizzata da un gran numero

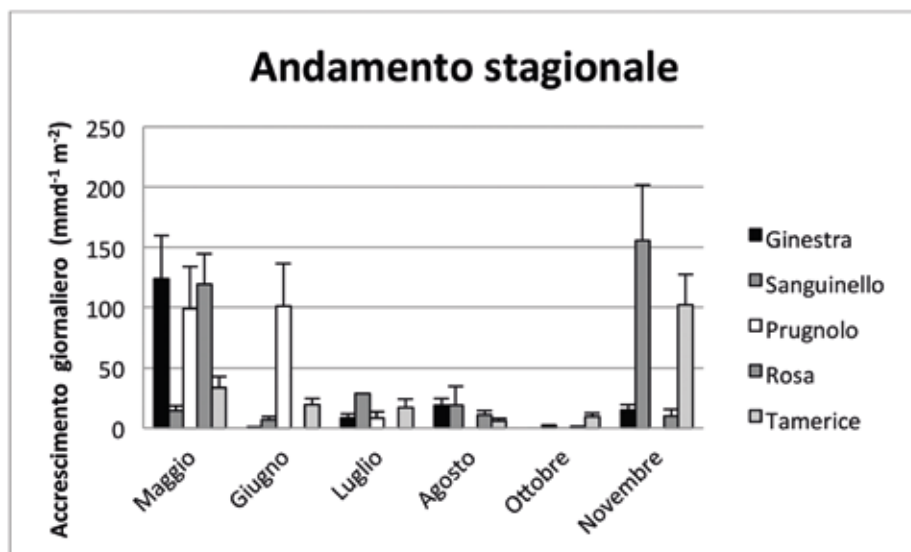


Figura 5.5.8
Andamento stagionale degli accrescimenti medi giornalieri registrati per le cinque specie in esame. I dati sono calcolati come valore medio delle tre repliche disponibili e di tutti i livelli di profondità.



di assorbenti che si dipartono direttamente dalle pioniere di ordine più elevato o dal fittone presentando un sistema largamente persistente, con forte tendenza all'esplo-razione e con una presenza di strutture di ordine intermedio ridotta (Fig. 5.5.6).

L'analisi condotta con i carotaggi, ed eseguita su tre delle cinque specie (Sanguinello, Ginestra e Rosa) conferma una distribuzione di radici superficiale per il Sanguinello e la presenza di strutture a maggior profondità per la Rosa (Fig. 5.5.7).

Accrescimenti

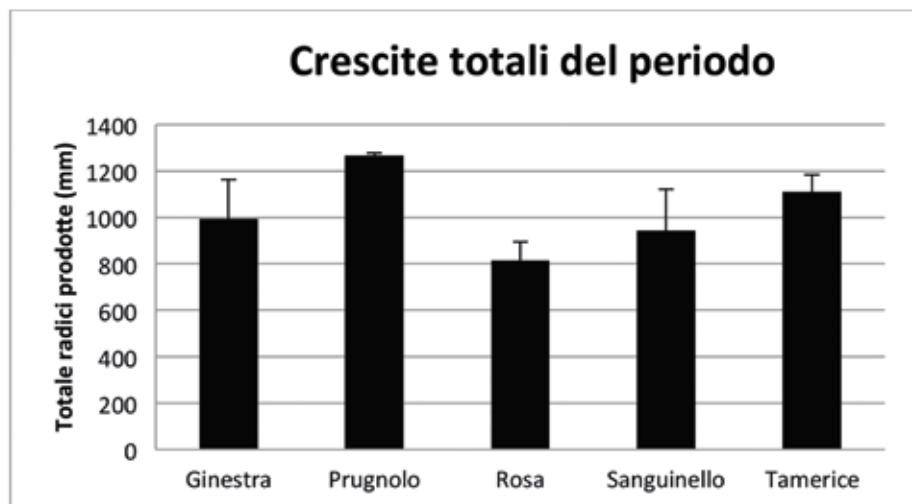
La cronologia delle crescite radicali registrate dalle diverse specie è stata monitorata a partire dal mese di giugno attraverso i rizotroni a finestra. A partire dal rilievo di fine agosto, i dati mostrano crescite nulle per il Prugnolo. È da sottolineare in proposito come, per questa specie, il periodo sia stato caratterizzato da crescite minime anche a livello aereo e dalla caduta della maggior parte delle foglie in corrispondenza del rilievo di novembre. Minimi sono stati anche gli accrescimenti della Rosa durante il periodo tardo autunnale, mentre Sanguinello e Tamerice hanno mostrato nel periodo autunnale la più rapida occupazione dello spazio (Fig. 5.5.8).

Da sottolineare è come, a fronte di una porzione aerea di dimensioni ancora contenute, il Prugnolo mostri in realtà il maggior sviluppo a livello radicale (Fig. 5.5.9).

Conclusioni

Le analisi effettuate hanno permesso di evidenziare come il substrato di crescita che caratterizza il sito sia, in generale, soggetto a rapide variazioni di contenuto idrico soprattutto entro i primi 10 cm del proprio profilo. A variazioni nella disponibilità idrica sono corrisposte reazioni di adattamento plastico della porzione ipogea della pianta. Le diverse strategie di occupazione del suolo adottate dalle varie specie delineano una diversa dinamica di ottimizzazione delle risorse disponibili ed una diversa sen-

*Figura 5.5.9
Sommatoria degli
allungamenti
complessivamente
prodotti per
ciascun rizotrone
durante il
periodo giugno
- novembre. Il
valori si riferiscono
alla media delle
7 finestre per
ciascuna delle
specie osservate.*



sibilità alle variazioni dell'ambiente di crescita. Nel caso della Tamerice, un apparato radicale fittonante, e capace di concentrare un'ampia parte della propria biomassa in profondità, potrebbe registrare minori stress legati all'aridità estiva ma risultare d'altra parte maggiormente esposto a fenomeni di asfissia legati a ristagni frequenti durante la stagione più piovosa.

Apparati radicali più superficiali come quelli di Sanguinello sono, al contrario, esposti a profonde oscillazioni di disponibilità idrica e devono pertanto presentare un elevato grado di plasticità e ritmi di costruzione e rinnovo particolarmente dinamici e sensibili agli andamenti stagionali. In particolare, in questa specie il ripristinarsi di condizioni di disponibilità idriche favorevoli in autunno ha consentito uno sviluppo più vigoroso del sistema radicale. La Ginestra ha ugualmente mostrato un apparato radicale tendenzialmente superficiale e dalle discrete capacità di esplorazione. Per la Rosa canina si è delineata una strategia più conservativa con crescite di rilievo concentrate a profondità superiori ai 10 cm.

In generale, sembra possibile attribuire le difficoltà di insediamento e crescita, incontrate dalle diverse specie autoctone, al tipo di terreno utilizzato negli strati superficiali di copertura e in cui si concentra lo sviluppo ipogeo. L'argilla non strutturata da attività biologica (presente in terreno agrario o vegetale contenente colloidali umominerali) è risultata soggetta a variazioni di umidità e di temperatura tali da rendere complessa la colonizzazione arbustiva e arborea. Una maggiore attenzione nella gestione degli strati superficiali potrebbe fornire alle specie vegetali una nicchia di terreno ospitale in cui affrancare una consistente porzione del proprio apparato radicale. Tale frazione radicale sarebbe in grado di assicurare il pronto attecchimento dell'individuo e di fungere da supporto permanente allo sviluppo futuro e alle successive esplorazioni dello spazio ipogeo da parte della pianta. Volumi di terreno sottostanti potranno essere progressivamente colonizzati in seguito, andando incontro ad un graduale miglioramento della propria fertilità fisica, chimica e biochimica operata dagli stessi apparati radicali, attraverso un'azione di discissione meccanica abbinata al rilascio di sostanza organica.

Bibliografia

- Antonovics J., Bradshaw A. D., Turner R. G., 1971. Heavy metal tolerance in plants. *Advances in Ecological Research*, 7: 1-85.
- Bradshaw A. D., McNeilly T., 1981. *Evolution and Pollution*. Edward Arnold, London .
- Comino E., Marengo P., 2010. Root tensile strength of three shrub species: *Rosa canina*, *Cotoneaster dammeri* and *Juniperus horizontalis* Soil reinforcement estimation by laboratory tests. *Catena* 82 227-235
- Ettala M.O., 1991 Revegetating industrial waste disposal sites. *Waste Management Research*, 9: 47-53.
- Ferrari C., Speranza M., 1975: La vegetazione dei calanchi dell'Emilia Romagna (con note di sistematica per la vegetazione dei suoli alomorfi interni). *Notiziario Fitosocio-*



logico, 10: 69-86.

Gray D.H., Leiser A.T., 1982. Biotechnical Slope Protection, Erosion Control. Van Nostrand Reinhold, New York.

Hinckley T.M., Duhme F., Hinckley A.R., Richter H., 1983. Drought relations of shrub species: assessment of the mechanisms of drought resistance. *Oecologia*, 59 (2-3): 344-350.

Potter D., 2007. Phylogeny, classification of *Rosaceae*. *Plant Systematic, Evolution*, 266: 5-43.

Pysek P., Jarosik V., Hájek M., Wild J., 2003 Diversity of native and alien plant species on rubbish dumps: effects of dump age, environmental factors and toxicity. *Diversity and Distributions*, 9: 177-189

Tosi M., 2007. Root tensile strength relationships and their slope stability implications of three shrub species in the Northern Apennines (Italy). *Geomorphology*, 87: 268-283

Indirizzo degli autori:

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali,
Università Politecnica delle Marche
Via Brecce Bianche, 60131 Ancona
e-mail: s.polverigiani@univpm.it

UTILIZZO DELLE API PER IL MONITORAGGIO AMBIENTALE

Ruschioni Sara, Riolo Paola e Nunzio Isidoro

Abstract

Honeybee (*Apis mellifera*) is an insect that is directly affected by the toxicological conditions of its natural environment. It is a good biological indicator, as it is widespread and sensitive to environmental changes. Indeed, honeybees are exposed to numerous pollutants during their foraging activities, their body hair can retain atmospheric residues, and they can be contaminated via food resources when gathering pollen and nectar from flowers, or through water. Honeybees have been used as bioindicators for a survey of pesticide and heavy metal environmental air pollution in the area of the landfill. For this purpose, two hives equipped with two collection cages for dead honeybees were placed in the landfill and regularly monitored. When the mortality rate exceeded the critical threshold, pesticide laboratory analyses were performed on the dead honeybee samples.

L'inquinamento

L'inquinamento può essere definito come quel complesso di alterazioni arrecate all'ambiente (atmosfera, acqua e suolo) che ne modificano le caratteristiche chimiche, fisiche o biologiche in senso sfavorevole per la vita dell'uomo e delle altre specie viventi, animali o vegetali (Gerletti, 1997). Esso rappresenta un fattore di stress per gli organismi, definito anche per legge (art. 1 della Legge n° 615 del 13/07/1966). In particolare l'inquinamento dell'aria dipende da diversi fattori, principalmente dalla densità insediativa (residenziale e produttiva), dalla congestione del traffico, dalla domanda di energia e dall'attività agricola. L'inquinamento dell'aria è un tipico indicatore della qualità della vita della popolazione in ambito urbano (Seinfeld & Pandis, 2012).

Molte delle sostanze che vengono immesse nell'atmosfera a seguito delle attività umane possono produrre effetti indesiderati. Tale considerazione è alla base della definizione d'inquinante: sostanza che, "immessa direttamente o indirettamente nell'aria, può avere effetti nocivi sulla salute umana o sull'ambiente nel suo complesso" (Agenzia Europea per l'Ambiente, Direttiva 96/62/CE del Consiglio).

Pertanto, qualsiasi sostanza inquinante per l'aria, anche secondo un'interpretazione riconosciuta a livello comunitario, può essere identificata secondo i suoi effetti temporanei o irreversibili, immediati o a lungo termine sull'uomo e sull'ambiente verificandone anche l'eventuale effetto sinergico con altri componenti naturali e non dell'atmosfera, sostanze a loro volta nocive.

Le sostanze inquinanti sono classificate in base alla loro pericolosità, valutata dal punto di vista tossicologico (uomo) e alla loro aggressività nei confronti dell'ambiente naturale o dei beni materiali. Lo studio degli effetti degli inquinanti, sulla salute della popolazione e dell'ecosistema in generale, ha portato alla definizione di limiti di



concentrazione che, se frequentemente superati, possono arrecare danni alla salute della popolazione e all'ambiente (D.Lgs. 155 del 13/08/2010).

Prodotti fitosanitari

Per “prodotti fitosanitari” si devono intendere le sostanze attive ed i preparati (contenenti una o più sostanze attive), nella forma in cui vengono forniti all'utilizzatore, destinati a proteggere i vegetali o i prodotti vegetali da tutti gli organismi nocivi o a prevenirne gli effetti (anti-parassitari), favorire o regolare i processi vitali dei vegetali, con esclusione dei fertilizzanti (fitoregolatori), conservare i prodotti vegetali, (es. anti-germoglianti della patata e della carota) con l'esclusione dei conservanti disciplinati da particolari disposizioni e ad eliminare le piante indesiderate (diserbanti; DPR n. 55/2012).

I prodotti fitosanitari possono essere tossici anche per altri raggruppamenti faunistici diversi dai mammiferi come ad esempio gli uccelli, gli anfibi, i rettili e gli artropodi (ad esempio, insetti ed acari) non dannosi all'agricoltura. Il loro uso contribuisce senza dubbio all'insorgenza di patologie nell'uomo e al processo di perdita di biodiversità animale e vegetale (Mourato *et al.*, 2000).

Negli ultimi anni la presenza di queste sostanze è stata rilevata nell'acqua piovana e nell'aria in differenti luoghi a scala mondiale (Dubus *et al.*, 2000). I processi principali d'introduzione dei prodotti fitosanitari nell'atmosfera in seguito alle normali applicazioni in agricoltura sono la deriva e la volatilizzazione dal suolo e dalla superficie dei vegetali trattati.

La quantità del flusso di queste sostanze verso l'atmosfera è influenzata da diversi fattori, come le proprietà chimico-fisiche del formulato commerciale, le tecniche di applicazione, le condizioni meteorologiche, i processi di dissolvimento, le caratteristiche della superficie trattata e le condizioni climatiche al momento del trattamento. La volatilizzazione dalla superficie del suolo può essere influenzata dalla quantità di sostanza organica e dalle particelle minerali in cui i prodotti fitosanitari sono adsorbiti (Ferrari *et al.*, 2003).

I principali problemi per l'ambiente riguardano il bioaccumulo, la biomagnificazione lungo la catena trofica delle concentrazioni delle sostanze inquinanti, la persistenza dei prodotti fitosanitari nel suolo e la contaminazione dei corpi idrici. Inoltre, la gran parte di queste sostanze è a largo spettro d'azione, per cui può colpire anche organismi non bersaglio, cioè insetti utili come predatori, parassitoidi e pronubi (Ruschioni *et al.*, 2013).

Metalli pesanti

In generale si definiscono metalli pesanti quei metalli con numero atomico superiore a quello del ferro (55), con una densità molto elevata e che sono causa comune d'inquinamento e tossicità per gli organismi biologici. Rispetto ai prodotti fitosanitari, la cui presenza nel territorio è discontinua sia nel tempo che nello spazio a causa

del processo di degradazione e delle modalità di utilizzo, i metalli pesanti persistono nell'ambiente in modo continuo. Infatti la loro immissione nell'ambiente da varie fonti naturali ed antropiche, è costante e durevole nel tempo. Inoltre, non essendo degradati, vengono continuamente mantenuti "in gioco" nei cicli biologici e fisici (Porrini *et al.*, 2003).

Bioindicatori

Con il termine bioindicatore (o indicatore biologico) si intende una specie animale, una pianta o un fungo, particolarmente sensibile a cambiamenti apportati da fattori inquinanti all'ecosistema (Paoletti & Bressan, 1996; van Straalen, 1997).

Secondo Iserentant e De Sloover (1976) un bioindicatore è un "organismo o sistema biologico usato per valutare una modificazione, generalmente degenerativa, della qualità dell'ambiente, qualunque sia il suo livello di organizzazione e l'uso che se ne fa. Secondo i casi un bioindicatore può essere una comunità, un gruppo di specie con comportamento analogo (gruppo ecologico), una specie particolarmente sensibile (specie indicatrice), oppure una porzione di organismo, come organi tessuti cellule o anche una soluzione di estratti enzimatici" (De Sloover, 1976).

I requisiti di un buon bioindicatore variano con la natura dello stesso, con il tipo di risposta che è in grado di esprimere, con il tipo e la durata dell'alterazione ambientale che si intende rilevare. Comunque sia, un parametro irrinunciabile è l'accertata sensibilità nei confronti di un'azione perturbatrice, chiaramente identificata, rispetto a tutta una serie di stress ai quali l'indicatore è costantemente sottoposto. La sensibilità di un bioindicatore può esprimersi con un'ampia gamma di risposte: alterazione biochimica e fisiologica, disturbo dei bioritmi, modificazione anatomico-morfologica, variazione della composizione della biocenosi per la morte degli individui e delle specie sensibili, fino alle trasformazioni territoriali che hanno diretti effetti sul paesaggio, sulle sue forme e sul suo funzionamento (Paoletti, 1999).

Il tipo di risposta del bioindicatore varia in relazione al livello di organizzazione biologica del sistema assunto come riferimento, al tempo di esposizione, alla causa che provoca e allo stress.

Un organismo per essere vantaggiosamente utilizzato come indicatore biologico deve presentare alcune caratteristiche (Rühling, 1994; Puckett, 1995; Wolterbeek & Bode, 1995):

- accessibilità: deve essere facilmente campionabile e avere una soglia di rilevabilità analitica accessibile con tecniche standard;
- idoneità bio-ecologica: deve avere il suo optimum ecologico e un'ampia distribuzione nell'area di studio, la sua identificazione deve essere facile, devono essere note l'anatomia, la fisiologia e l'ecologia, deve avere un lungo ciclo vitale e uniformità genetica;
- affidabilità: deve essere direttamente e facilmente utilizzabile per la quantificazione della sostanza inquinante;



- rappresentatività: deve essere chiaramente correlabile con un certo fenomeno o una certa caratteristica che si vuole rilevare o controllare, deve essere altamente correlabile con l'effetto suddetto, con un minimo di dispersione statistica, deve essere difficilmente camuffabile da fattori di disturbo, deve avere una validità sufficientemente generalizzabile a molte situazioni analoghe, anche se non identiche, deve essere facilmente misurabile e possibilmente monitorabile automaticamente.

Questi indicatori biologici permettono anche di valutare l'effetto che le sostanze inquinanti hanno sulle comunità biotiche che popolano l'ecosistema preso in esame, permettendo di fare una stima sugli interventi da attuare per la salvaguardia delle specie che vi risiedono (Ruschioni *et al.*, 2013).

Tra i bioindicatori animali abbiamo i lombrichi (*Lumbricus* spp.) (Anellidae, Lumbricidae), che in Italia appartengono a circa 90 specie, che interagiscono positivamente nel terreno con le piante, sia in pieno campo che in orti e giardini. I lombrichi organismi utili e spesso fondamentali nel ricircolo di materiali organici, quali radici morte e lettiere, e nella loro trasformazione in composti umici e nutrienti facilmente assimilabili dalle piante. Essi risultano essere gli organismi del suolo più largamente usati come bioindicatori (Mckenzie *et al.*, 1992).

Anche i ragni (Arthropoda, Arachnida, Araneae) possono essere validamente impiegati come bioindicatori, anche se tali potenzialità non sono ancora pienamente conosciute e di conseguenza non sono ancora utilizzabili in modo del tutto efficace. Questi vengono utilizzati come bioindicatori di contaminazione da sostanze biocide, di alterazioni e disturbo di ambienti e della qualità ambientale (Groppali, 1994).

Gli insetti (Arthropoda, Hexapoda), infine, sono degli ottimi bioindicatori, essi sono caratterizzati da un numero sterminato di specie, in grado di adattarsi alle più ostiche situazioni. Gli Scolitidi (Coleoptera: Curculionidae), per esempio, sono impiegati come indicatori dello stato di salute della vegetazione, essendo tra i Coleotteri più importanti per gli ingenti danni procurati; spesso assumono un ruolo non trascurabile, che ne ha fatto oggetto d'indagini mirate principalmente alla loro lotta (Masutti, 1984). I Carabidi (Arthropoda, Insecta) rappresentano un'importante componente della fauna terrestre epigea, negli ambienti naturali e quelli coltivati in quanto presentano un'elevata ricchezza di specie e di individui.

La loro ecologia è ben conosciuta, reagiscono in maniera sensibile ai cambiamenti antropogenici e sono considerati dei buoni bioindicatori dell'impatto sulle coltivazioni (Kromp, 1999). I Chironomidi (Diptera: Chironomidae) sono utilizzati come indicatori della qualità delle acque; essi sono Ditteri comuni, spesso presenti in grande quantità, con diffusione pressoché ubiquitaria e possibilità di vivere in ambienti molto diversificati (Ferrarese, 1981; Leoncini *et al.*, 2012).

Indubbiamente l'Ape domestica (*Apis mellifera* L.) (Hymenoptera: Apidae) (Figura 1) è l'insetto sul quale sono stati effettuati studi più approfonditi, e di cui in letteratura è possibile reperire un maggior numero di dati. Per tale motivo l'ape è utilizzata da molti anni per saggiare in laboratorio la tossicità (per ingestione o per contatto) di



Figura 5.6.1 Ape domestica (Apis mellifera) che bottina su Girasole (Helianthus annuus).

prodotti fitosanitari impiegati in agricoltura. Le percentuali di mortalità ottenute, in una certa unità di tempo e in confronto a un testimone non trattato, consentono di classificare il principio attivo come altamente, marcatamente, moderatamente o leggermente tossico nei confronti delle api stesse (Ruschioni *et al.*, 2013).

Negli ultimi decenni, tuttavia, l'interesse dei ricercatori si è spostato dalla semplice valutazione del rischio connesso all'introduzione di nuovi fitofarmaci nei confronti dell'ape, in quanto animale domestico produttore di reddito, alla valutazione dell'impatto ambientale su questo insetto in quanto organismo utile come impollinatore (o "pronubo"), fino alla valutazione dell'inquinamento agricolo nelle sue implicazioni verso l'uomo (Ruschioni *et al.*, 2013).

L'impiego dell'ape nel monitoraggio ambientale consente di integrare e superare alcuni limiti insiti dei metodi chimico-fisici, quale l'alto costo delle apparecchiature e la necessità di personale specializzato. Inoltre, le apparecchiature in genere, sono localizzate in postazioni fisse e ciò comporta quindi la presenza di un esiguo numero di stazioni per aree relativamente vaste, senza tralasciare che gli inquinanti presi in esame dai suddetti metodi sono pochi e specifici (Celli, 1994).

L'Ape come bioindicatore

A partire dalle epoche più remote la maggior parte delle piante fanerogame ha affidato agli insetti il compito della loro impollinazione. Queste piante vengono chiamate entomogame e hanno messo a punto una serie di adattamenti atti ad attrarre con varie strategie gli insetti pronubi. È per questo motivo che sono comparsi fiori dai



vessilli sfarzosi, con colori smaglianti, profumi fragranti e ricchi di nettare.

L'adattamento di alcune piante si è spinto a tal punto che non possono più far a meno degli insetti pronubi per la loro impollinazione, mentre in altri tipi di piante, essa può avvenire ugualmente ma, l'intervento degli insetti, ne favorisce la fecondazione incrociata ed il conseguente aumento della quantità e della qualità della produzione. La maggior parte delle piante d'interesse agricolo necessita degli insetti pronubi per l'impollinazione. A causa, però, di alcune scelte sbagliate della moderna agricoltura come la pratica della monocoltura, il cattivo utilizzo di diserbanti, l'eliminazione delle siepi e soprattutto l'impiego indiscriminato d'insetticidi in fioritura, i campi coltivati sono diventati un ambiente inospitale per la maggior parte degli insetti utili. La scomparsa dei pronubi selvatici, quindi, ha fatto sì che l'apicoltura sia diventata fondamentale, tanto che ad oggi l'attività d'impollinazione, in alcune zone, ha superato d'importanza la normale produzione apistica (Contessi, 2004).

Le api hanno un ruolo non trascurabile nella formazione e nella conservazione dell'ambiente. Insieme all'impollinazione delle piante di interesse agricolo, esse svolgono anche un ruolo fondamentale per le piante spontanee e selvatiche (circa l'80%). L'apicoltura risulta di fondamentale importanza ai giorni nostri poiché l'eccessivo sfruttamento dell'ambiente agricolo ha portato alla diminuzione dei pronubi selvatici (Contessi, 2004).

Le api, come già detto, sono anche degli ottimi indicatori biologici perché segnalano il danno chimico dell'ambiente in cui vivono, attraverso due indizi: l'alta mortalità nel caso dei fitofarmaci e attraverso i residui che si possono ritrovare sul loro corpo, o nei prodotti dell'alveare, sia nel caso dei prodotti fitosanitari, sia di altri agenti inquinanti come i metalli pesanti e i radionuclidi, rilevati tramite analisi di laboratorio (Celli, 1994).

Le prerogative che fanno dell'ape domestica un ottimo bioindicatore sono le seguenti: è facile da allevare; è un organismo quasi ubiquitario, non ha grandi esigenze alimentari, ha il corpo coperto di peli che la rendono particolarmente adatta ad intercettare materiali e sostanze con cui entra in contatto; è altamente sensibile alla maggior parte dei prodotti fitosanitari che possono essere rilevati quando sono distribuiti impropriamente nell'ambiente (per esempio durante la fioritura della coltura, in presenza di flora spontanea in fiore, in presenza di vento, etc.); l'alto tasso di riproduzione e la durata della vita media, relativamente corta, induce una veloce e continua rigenerazione nell'alveare; ha un'alta mobilità e un ampio raggio di volo che permette di controllare una vasta zona; effettua numerosi prelievi giornalieri; fornisce numerosi indicatori (api operaie bottinatrici) per ogni stazione (alveare); presenta un'alta efficienza nell'indagine dell'area (numerose ispezioni al giorno); perlustra tutti i settori ambientali (terreno, vegetazione, acqua e aria); ha la capacità di riportare all'alveare materiali esterni di varia natura e di immagazzinarli secondo criteri controllabili; necessità di costi di gestione estremamente contenuti, specialmente in rapporto al grande numero di campionamenti effettuati; fa ritorno all'alveare e per-

mette di individuare eventuali sostanze inquinanti attraverso il controllo numerico della popolazione bottinante e analisi di diversa natura (Ruschioni *et al.*, 2013).

A differenza di altri bioindicatori per lo più immobili, l'ape si può definire un sensore mobile. L'area che riesce a perlustrare si estende per 7 km², cioè copre un cerchio di raggio pari ad 1,5 km. Durante le sue "uscite" dall'alveare un'ape è instancabile nella raccolta di nettare, polline, melata e acqua. Considerando un alveare in buono stato, è stato stimato che esso può contenere fino a 10.000 api bottinatrici ed ognuna di queste visita un migliaio di fiori. Facendo un rapido calcolo si nota che una colonia può effettuare all'incirca 10 milioni di microprelievi al giorno, inoltre l'ape è instancabile anche nel trasporto d'acqua che nelle giornate più calde può arrivare fino ad alcuni litri (Celli *et al.*, 1996).

L'ambiente è tenuto costantemente sotto controllo dall'azione delle api e se esse vengono a contatto con sostanze inquinanti le riportano nell'alveare rendendo così possibile rilevarle attraverso delle analisi chimiche. Ne consegue che le api sono in grado di percepire con prontezza tutti i mutamenti delle caratteristiche ambientali e riescono anche a segnalarlo (Celli & Porrini, 1991).

Esistono, tuttavia, alcuni fattori che limitano l'impiego dell'ape come bioindicatore ambientale: l'attività di volo dipende da una temperatura di 10 °C, per cui, alle nostre latitudini non si può impiegare durante il periodo invernale; le api bottinatrici possono non ritornare all'alveare di origine per mortalità naturale, per deriva (rientro in un alveare differente) o per mortalità indotta dai prodotti fitosanitari; il censimento in tempo reale dell'intera famiglia per stadio e per età è di difficile attuazione; esiste una tendenza non controllabile alla scelta autonoma delle fonti di cibo da parte delle famiglie (Celli *et al.*, 1996).

Biomonitoraggio dei prodotti fitosanitari

Le api sono estremamente sensibili ai prodotti fitosanitari. Il numero di api morte davanti all'alveare è quindi una indicazione importante da considerare per queste sostanze inquinanti (Celli *et al.*, 1996) e varia secondo un certo numero di fattori: la tossicità (per le api) del principio attivo usato (Atkins *et al.*, 1981); la presenza e l'estensione delle fioriture delle piante coltivate o spontanee; la presenza delle api durante l'irrorazione nell'ambiente del prodotto fitosanitario; i mezzi usati per la distribuzione del prodotto; la presenza o meno di vento, etc (Atkins *et al.*, 1981).

Se le api vengono investite direttamente da una dose elevata di prodotto fitosanitario durante la loro attività di bottinaggio, esse muoiono prima di rientrare dalle compagne. Se la mortalità avviene in campo, il recupero dei corpi morti, su cui effettuare poi le analisi, non è attuabile.

Quando, però, la dose di principio attivo che le investe non è elevata, ma comunque significativa, le api diventano indicatori diretti, perché riescono a rientrare, ma muoiono all'interno dell'alveare. Nel caso invece di molecole che non sono particolarmente tossiche, l'insetto funge da indicatore indiretto, cioè non sensibile, ma



esposto, ed in grado di fornire le informazioni sotto forma di residui presenti sul corpo (Celli *et al.*, 1996).

Utilizzando l'ape, sia come indicatore diretto che indiretto, è possibile ottenere parecchi dati: il livello di mortalità settimanale; i principi attivi responsabili della morte delle api; i periodi e le zone ad alto rischio; le colture trattate con i prodotti fitosanitari (attraverso l'analisi del polline presente sul corpo degli individui morti) e le eventuali strategie di gestione fitoiatrica non razionale messe in atto dagli operatori agricoli; e il grado di inquinamento ambientale (Celli *et al.*, 1996).

In Italia i risultati ottenuti utilizzando l'ape come bioindicatore di prodotti fitosanitari nell'agroecosistema sono numerosi. Dal 1980 ad oggi questo tipo di indagine è stata applicata in più di 40 province, o comprensori comunali o intercomunali (Ruschioni *et al.*, 2013).

Biomonitoraggio dei metalli pesanti

Una delle caratteristiche fondamentali che differenziano i metalli pesanti da altri contaminanti come i prodotti fitosanitari, è il tipo di immissione nel territorio e il loro destino ambientale. I prodotti fitosanitari vengono distribuiti nell'ambiente in maniera puntiforme, sia nel tempo che nello spazio e, a seconda del tipo di molecola chimica, della sua stabilità e affinità con l'organismo bersaglio e l'ambiente circostante, sono degradati dai diversi fattori ambientali in tempi più o meno lunghi. I metalli pesanti, invece, sono emessi in continuazione dalle varie fonti, naturali e antropiche e, non subendo degradazioni, vengono continuamente rimessi in "gioco" entrando nei cicli fisico-biologici.

I metalli pesanti possono essere captati dalle api nell'atmosfera tramite il loro corpo peloso e portati nell'alveare insieme al polline, oppure assunti suggendo il nettare dei fiori, l'acqua di laghi, pozzanghere, fossi, fontane e ruscelli o insieme alla melata degli afidi (Celli *et al.*, 1996).

Le variabili da considerare per utilizzare le api, o i prodotti dell'alveare come il miele, sono parecchie, come ad esempio gli eventi meteorologici (la pioggia e il vento sono in grado di ripulire l'atmosfera o di trasferire i metalli pesanti in altri comparti ambientali), la stagionalità (il flusso nettario, di solito maggiore in primavera che in estate-autunno, potrebbe, a parità di emissione, diluire o meno la sostanza inquinante) e l'origine botanica del miele (la melata degli afidi, come il nettare dei fiori a morfologia aperta, è molto più esposta ai contaminanti rispetto al nettare dei fiori a morfologia chiusa).

Biomonitoraggio attraverso l'uso di *Apis mellifera* nel sito So.Ge.Nu.S.

Al fine di controllare la qualità ambientale nel sito So.Ge.Nu.S., si è installata una stazione per il biomonitoraggio mediante l'uso dell'ape domestica. In particolare si sono svolte attività di rilevamento dei prodotti fitosanitari e dei metalli pesanti, due parametri di vitale importanza per l'analisi ambientale di un ecosistema.

L'unità fondamentale di rilevamento, ossia la stazione di biomonitoraggio, era composta da due alveari con famiglie d'api omogenee per quanto riguarda lo stato di salute e la "forza". Le arnie utilizzate erano arnie razionali del tipo Dadant-Blatt standard (Fig. 5.6.2).

Subito dopo aver provveduto al posizionamento delle arnie è stato eseguito un apposito controllo delle colonie sia sanitario che della forza delle stesse. In particolare, la valutazione della forza della famiglia è stata effettuata mediante accurati controlli degli alveari, in cui sono stati registrati l'attività delle bottinatrici di fronte all'alveare, l'età della regina, il numero dei telaini occupati dalle api, il numero di telaini di covata e la compattezza o discontinuità di quest'ultima.

Il biomonitoraggio è stato effettuato dal mese di aprile al mese di ottobre, dal 2007 ad oggi. Gli alveari sono stati settimanalmente controllati sia per ciò che concerne l'aspetto sanitario che per il conteggio delle api morte.

Per rilevare la mortalità delle api sono state posizionate, di fronte al predellino di volo dell'alveare, due speciali gabbie (di tipo underbasket) per la raccolta delle api morte (Fig. 5.6.2). Queste ultime all'interno dell'alveare, o ancora moribonde, vengono, infatti, trasportate all'esterno da api operaie specializzate nella pulizia dell'arnia (necrofore). L'uso delle underbasket, poste davanti all'alveare, ha permesso, quindi, il conteggio e il campionamento delle api morte.

In caso di superamento della soglia critica di mortalità (fissata in 200 api morte/settimana), le api morte, presenti nelle gabbie underbasket, sono state raccolte. I campioni di api morte sono stati sottoposti ad analisi chimiche per individuare l'eventuale principio attivo responsabile della morte degli insetti. La stessa matrice è stata utilizzata per riconoscere i granuli pollinici presenti sul corpo delle api attraverso l'analisi melissopalino-logica, in modo da poter localizzare le aree probabilmente



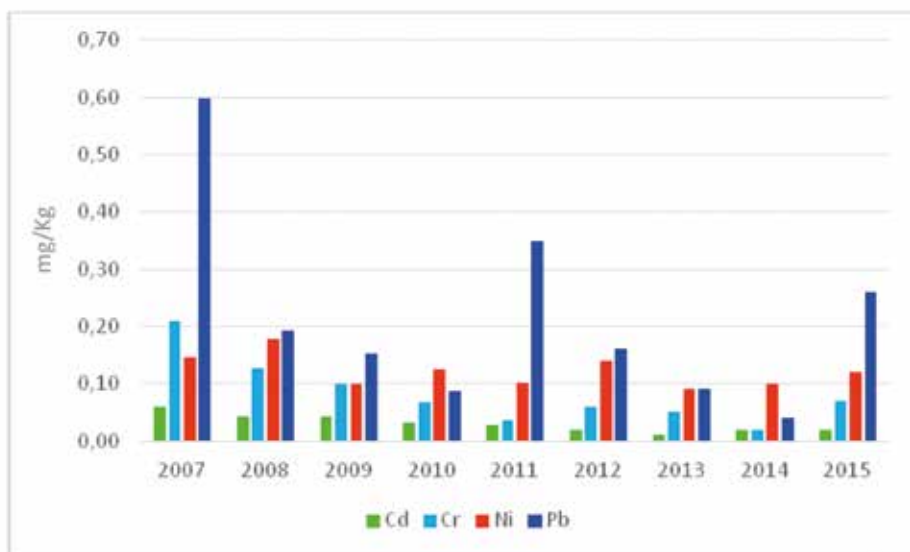
*Figura 5.6.2
Stazione per il
biomonitoraggio,
composta da due
arnie razionali
del tipo Dadant-
Blatt standard
con le due speciali
gabbie (di tipo
underbasket) per la
raccolta delle api
morte.*



Figura 5.6.3
*Prelievo delle
 matrici per il
 monitoraggio dei
 metalli pesanti:
 prelievo del miele
 (sinistra) e prelievo
 delle bottinatrici
 (api vive) di ritorno
 all'alveare (destra).*



Figura 5.6.4
*Medie stagionali
 dei valori di metalli
 pesanti rilevati
 nella matrice api
 vive dal 2007 al
 2015. Nell'asse
 delle ascisse sono
 raggruppati i
 metalli pesanti
 (cadmio-verde,
 cromo-azzurro,
 nichel-rosso e
 piombo-blu)
 per anno, l'asse
 delle ordinate
 indica la loro
 concentrazione
 misurata in mg/Kg.*



inquinata. A tal proposito ogni anno è stata redatta una mappa culturale in relazione al raggio esplorato dalle api nella loro attività di bottinamento. Per il monitoraggio dei metalli pesanti sono stati analizzati, mensilmente, un campione di miele (circa 70 g) e un campione di circa 250 api bottinatrici (campionate nel momento di ritorno all'alveare; Fig. 5.6.3). I metalli pesanti ricercati sono stati il cadmio, il cromo, il nichel ed il piombo; metalli pesanti target per le zone industrializzate.

Risultati e considerazioni

L'utilizzo delle api come bioindicatori nel sito So.Ge.Nu.S., durante gli otto anni di biomonitoraggio, si è rivelato uno strumento efficace per il monitoraggio ambientale dei prodotti fitosanitari e dei metalli pesanti. Dalle osservazioni condotte dal 2007 ad oggi non sono mai state rilevate mortalità eccezionali, se non in un unico caso

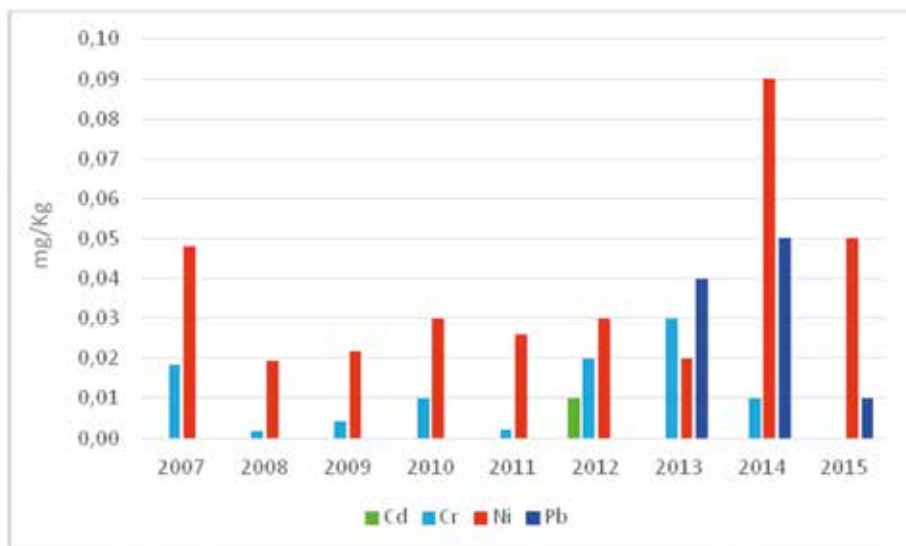


Figura 5.6.5 Medie stagionali dei valori di metalli pesanti rilevati nella matrice miele dal 2007 al 2015. Nell'asse delle ascisse sono raggruppati i metalli pesanti (cadmio-verde, cromo-azzurro, nichel-rosso e piombo-blu) per anno, l'asse delle ordinate indica la loro concentrazione misurata in mg/Kg.

nell'estate 2007 in cui, dall'analisi delle api morte raccolte dall'underbasket non è stata rilevata la presenza di prodotti fitosanitari. Il fenomeno è stato, infatti, associato ad una sciamatura. Per quanto riguarda invece le analisi condotte per il rilevamento dei metalli pesanti, analizzando le matrici api vive (Fig. 5.6.4) e miele (Fig. 5.6.5), i valori di cadmio, cromo, nichel e piombo rilevati non hanno mai superato i valori di riferimento per le aree industrializzate. Le informazioni inerenti le specie vegetali maggiormente frequentate dalle api, ottenute durante gli anni di indagine, possono essere di valido supporto all'interno dell'area sia per quanto riguarda il potenziamento dell'attività apistica, sia per quanto riguarda la presenza dei pronubi selvatici. Pertanto, alla luce dei dati ambientali conferiti dal biomonitoraggio attraverso l'ape domestica, potremmo supporre che la gestione razionale di zone a rischio ambientale, nella fattispecie una discarica, sia un buon punto di partenza per la riduzione dell'impatto ambientale.

Bibliografia

Agenzia Europea per l'Ambiente, Direttiva 96/62/CE del Consiglio <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX:31996L0062>. Consultato il 17 settembre 2015.

Atkins E.L., Kellum D., Atkins K.W., 1981. Reducing pesticide hazards to honey bees: mortality prediction techniques and integrated management strategies. Univ. Calif., Div. Agric. Sci. Leaf, 2883: 1-23.

Celli G., 1994. L'ape come indicatore biologico dei pesticidi. Atti del convegno "L'ape come insetto test dell'inquinamento agricolo" P.F. "Lotta biologica e integrata per la difesa delle colture agrarie e delle piante forestali". Firenze, 28 marzo, 1992: 15-20.



- Celli G., Porrini C., 1991. L'ape, un efficace bioindicatore dei pesticidi. *Le Scienze*, 274: 42-54.
- Celli G., Porrini C., Radeghieri P., Sabatini A.G., Marcazzan G.L., Colombo R., Barbattini R., Greatti M., D'Agaro M., 1996. Honeybees (*Apis mellifera* L.) as bioindicators for the presence of pesticide in the agroecosystem. *Field test, Ins. Soc. Life*, 1: 207-212.
- Contessi A., 2004. Le api, biologia allevamento prodotti. Edagricole, Bologna.
- D.Lgs. 155 del 13/08/2010 "Attuazione della direttiva 2008/50/CE relativa alla qualità dell'aria ambiente e per un'aria più pulita in Europa." <http://www.minambiente.it/normative/dlgs-13-agosto-2010-n-155-attuazione-della-direttiva-200850ce-relativa-alla-qualita>. Consultato il 17 settembre 2015.
- DPR n. 55/2012 "Regolamento recante modifiche al d.P.R. n. 290/2001, per la semplificazione dei procedimenti di autorizzazione alla produzione, alla immissione in commercio e alla vendita di prodotti fitosanitari e relativi coadiuvanti" <https://www.politicheagricole.it/flex/cm/.../BLOB%3AID%3D6766>. Consultato il 17 settembre 2015.
- Dubus I.G., Hollis J.M., Brown C.D., 2000. Pesticides in rainfall in Europe. *Environmental Pollution*, 110: 331-334.
- Ferrarese U., Rossaro B., 1981. Chironomidi, 1 (*Diptera Chironomidae*: Generalità, *Diamesinae*, *Prodiamesinae*). Collana del Progetto finalizzato "Promozione della qualità dell'Ambiente" AQ/1/129. Guide per il riconoscimento delle specie animali delle acque interne italiane, 12, CNR.
- Ferrari F., Trevisan M., Capri E., 2003. Predicting and measuring environmental concentration of pesticides in air after soil application. *Journal of Environmental Quality*, 32: 1623-1633.
- Gerletti M., 1997. Inquinamento. Grande Enciclopedia della Scienza e della Tecnologia, Istituto Geografico De Agostini S.p.A., Novara, 610-613.
- Groppali R., Priano M., 1994. Ragni e altri predatori. Montermini, A. (ed.). L'Ifantria in Italia. Bologna, Edagricole, 125-138.
- Iserentant R., De Sloover J., 1976. Le concepì de bioindicateur. *Mémoires de la Société royale des sciences Belgique*, 7: 15-24.
- Lencioni V., Marziali L., Rossaro B. 2012. Chironomids as bioindicators of environmental quality in mountain springs. *Freshwater Science*, 31 (2): 525-541.
- Masutti L., 1984. Insetti xilofagi nell'ambiente urbano. Atti del 1° Convegno: Entomologia urbana per la qualità della vita. Accademia Nazionale Italiana di Entomologia, Milano, 9-25.
- McKenzie D. H., Hyatt D. E., McDonald V. J., 1992. Ecological indicators, *Proc. Int. Symp. Ecological Indicators*, 16-19 October 1990, Fort Lauderdale, FL, Elsevier Science Publishers, Ltd., Essex, England, Vols. 1 & 2:
- Mourato S., Ozdemiroglu E., Foster V., 2000. Evaluating health and environmental impacts of pesticide use: implications for the design of ecolabels and pesticide taxes. *Environmental Science & Technology*, 34 (8): 1456-1461.
- Mourato S., Ozdemiroglu E., Foster V., 2000. Evaluating health and environmental impacts of pesticide use: implications for the design of ecolabels and pesticide taxes.

Environmental Science & Technology, 34 (8): 1456-1461.

Paoletti M. G., 1999. Some unorthodox thoughts: what Western agriculture should learn from Chinese agriculture. *Critical reviews in plant sciences*, 18 (3): 475-487.

Paoletti M.G., Bressan M., 1996. Soil invertebrate as bioindicators of human disturbance. *Critical Reviews in Plant Sciences*, 15 (1): 21-26.

Porrini C., 1999. Metodologia impiegata nei programmi di monitoraggio dei pesticidi con api in: "Biomonitoraggio della qualità dell'aria sul territorio nazionale", Novembre 26-27, 1998, Roma, Italia (Piccini, C. and Salvati, S., Eds.), ANPA, Roma, Italia, Serie 2/1999, pp. 311-317.

Porrini C., Celli G., Radeghieri P., Marini S., Maccagnani B., 2000. Studies on the use of honeybees (*Apis mellifera* L.) as bioindicators of metals in the environment. *Insect Social Life* 3: 153-159.

Porrini C., Sabatini A.G., Girotti S., Ghini S., Medrzycki P., Grillenzoni F., Bortolotti L., Gattavecchia E., Celli G., 2003. Honey bees and bee products as monitors of the environmental contamination. *Apiacta*, 38: 63-70.

Puckett K. J., 1988. Bryophytes and lichens as monitors of metal deposition. *Bibliotheca Lichenologica*, 30: 231-267.

Rühling Å., 1994. Atmospheric Heavy Metal Deposition in Europe:—estimation based on moss analysis. Nordic Council of Ministers.

Seinfeld J. H., Pandis S. N., 2012. Atmospheric chemistry and physics: from air pollution to climate change. John Wiley & Sons.

Van Straalen N. M., Pankhurst C., Doube B. M., Gupta V. V. S. R., 1997. Community structure of soil arthropods as a bioindicator of soil health. *Biological indicators of soil health*, 235-264.

Wolterbeek H. T., Bode, P., 1995. Strategies in sampling and sample handling in the context of large-scale plant biomonitoring surveys of trace element air pollution. *Science of the Total Environment*, 176 (1): 33-43.

Indirizzo degli autori:

Dipartimento di Scienze Agrarie, Alimentari ed Ambientali,
Università Politecnica delle Marche
Via Brecce Bianche, 60131 Ancona
e-mail: s.ruschioni@univpm.it



CARTOGRAFIA DELLA VEGETAZIONE CON INDICAZIONE DELLE ZONE DI PREVALENTE PRESENZA DELLE SPECIE BOTTINATE DAI PRONUBI NELL'AREA DELLA DISCARICA

Edoardo Biondi, Maurizio Bianchelli, Marco Galiè, Liliana Zivkovic

Abstract

Two different cartographies have been produced. One (1:3.000) reports the entire area of the dump with information of the species planted during the restoration work and the creation of the botanical garden. The other (1:10.000) reports the surrounding area of 9 km², including the area that is daily explored by honeybees. It is known that bees are very sensible to agrochemicals and their activity makes them excellent bioindicators. Thus, the cartographies produced represent important tools to assess the evolution of the restored areas of the landfill and to interpret the data deriving from other monitoring activities, especially that using honeybees as bioindicator.

Premessa

Le carte della vegetazione reale attuale rappresentano la vegetazione che si osserva sul terreno nel momento in cui viene eseguito il rilevamento. Su di esse viene rappresentata la distribuzione spaziale delle comunità vegetali appartenenti ai vari syntaxa del sistema gerarchico fitosociologico (Rivas-Martinez, 2005; Géhu, 2006; Biondi, 2011; Blasi *et al.*, 2011; Pott, 2011) e le tipologie delle aiuole realizzate alla data di esecuzione delle cartografie stesse. Le carte della vegetazione costituiscono, dunque, un inventario delle risorse vegetali di una zona e della biodiversità a livello fitocenotico di un determinato territorio (Pedrotti, 2004). Per rendere le analisi fitosociologiche realmente applicative a livello di gestione del territorio è necessario supportare i dati ottenuti da tali analisi con metodologie cartografiche ed informatizzate che includono le metodologie GIS. Il termine GIS, acronimo inglese di Sistemi Informativi Geografici, designa l'insieme di tecniche e strumenti per gestire e analizzare l'informazione geografica (Boffi, 2004). Uno degli scopi primari del GIS è di offrire strumenti concettuali e metodologici per studiare analiticamente le relazioni nello spazio.

Obiettivo del lavoro

Come accennato, nel 2010 è stata prodotta una cartografia di massima della dislocazione delle aiuole ottenuta con rilievo speditivo con GPS. Nel 2014, grazie anche alle nuove strumentazioni in dotazione, si è deciso di rilevare i contorni effettivi delle aiuole, che avevano già assunto una conformazione più "stabile". I risultati di questi rilievi hanno poi permesso di realizzare una cartografia di dettaglio (1:3.000) dell'area della discarica. In realtà, i rilievi condotti nel 2014 avevano una duplice funzione. Da un lato, verificare l'effettivo stato delle aiuole impiantate, dall'altro fornire un utile strumento di interpretazione dei risultati dei biomonitoraggi condotti con *Apis mellifera*.

fera sia nel triennio 2013-2015 sia, in caso di prosecuzione di tale attività, negli anni successivi. Infatti, come già accennato nel capitolo relativo a questo biomonitoraggio, le api compiono ogni giorno una media di dieci viaggi per prelevare nettare, polline, melata, acqua e propoli in un'area di circa 7 km². Questa abitudine, unita alla loro notevole sensibilità verso gli agrofarmaci e altri agenti inquinanti, quali i metalli pesanti e i radionuclidi, le rende degli eccellenti bioindicatori della qualità ambientale. Date le finalità sopra enunciate, i rilievi condotti nel 2014 non si sono limitati all'area della discarica ma hanno riguardato anche l'area circostante di sorvolo delle api, permettendo così la produzione di due cartografie, una con scala 1:3.000 delle aree della discarica (superficie pari a circa 0,43 km²), alla quale si è già accennato, e l'altra con scala 1:1.0000 realizzata su un'area di superficie pari a 9 km² e avente come centro geometrico il punto di sistemazione delle arnie. In questo modo, la carta realizzata include interamente l'area di effettivo sorvolo delle api e degli altri imenotteri, in relazione alla dislocazione delle arnie e dei nidi artificiali ed alle capacità di volo degli insetti utilizzati per il monitoraggio. Pertanto, i dati ottenuti tramite il biomonitoraggio, in particolare quelli relativi all'analisi melissopalino-logica, saranno facilmente confrontabili con i dati di vegetazione desunti dalle cartografie e saranno più facilmente distinguibili i dati relativi alle attività di bottinatura effettuate all'interno e all'esterno della discarica.

Lo scopo delle presenti cartografie è quindi quello di fornire uno strumento di analisi che, attraverso l'indicazione delle specie di interesse mellifero presenti all'interno della discarica e nella zona limitrofa e l'individuazione delle aree in cui esse sono maggiormente presenti, permetta di interpretare in maniera univoca i risultati del biomonitoraggio. In un contesto, certamente naturale ma anche soggetto a forte pressione agricola, come quello in cui ricade la discarica, infatti, risulta fondamentale poter discriminare gli eventuali impatti della discarica da quelli spesso ben più marcati legati alle pratiche agricole ed in particolare all'impiego di fitofarmaci.

Inoltre, l'impiego della metodologia GIS, permette la mappatura precisa, l'archiviazione e l'analisi integrata dei dati vegetazionali raccolti in un database che associa i poligoni cartografati con diverse informazioni di tipo digitale. Pertanto, grazie alla loro possibilità di essere continuamente aggiornabili, le presenti cartografie si configurano come uno strumento di assoluta utilità per i futuri lavori di monitoraggio della discarica.

Realizzazione delle carte della vegetazione

Per realizzare le carte della vegetazione dell'area limitrofa alla discarica So.Ge.Nu.S. S.p.A. è stata effettuata la fotointerpretazione della vegetazione su ortofoto a colori del 2012 con risoluzione pari a 50 cm/pixel, consultabili online direttamente dal software ArcGis 9.3 tramite il servizio WMS del sito del Geoportale Nazionale (<http://www.pcn.minambiente.it>). La foto interpretazione ha permesso una prima suddivisione del territorio in aree omogenee alla scala di analisi (poligoni) dal punto di vista



della fisionomia e dalla struttura della vegetazione (aree agricole, boschi, arbusteti, praterie, ecc.). Ciascun singolo poligono è stato poi ricontrollato attraverso indagini sul campo mirate a valutare la tipologia vegetazionale presente.

I dati ottenuti dalla fotointerpretazione e dalle indagini di campo sono stati inseriti in un archivio di dati informatizzati ed associati a porzioni di territorio georeferenziate (*geodatabase*) all'interno di un Sistema Informativo vegetazionale, prendendo come riferimento la banca dati vegetazionale della Regione Marche (Pesaresi et al., 2007). Per la realizzazione di tale sistema informativo si è utilizzato il *personal geodatabase data model* di ArcGIS 9.3. Il sistema informativo, oltre a tenere traccia nello spazio geografico di tutte le informazioni desunte dalle indagini fitosociologiche è uno strumento di monitoraggio, in quanto è capace di gestire la componente temporale che comporta un'evoluzione delle informazioni archiviate, sia dovuta al dinamismo della vegetazione a seguito dei cambiamenti di uso del suolo (tale evoluzione è gestibile attraverso successive e continue scansioni del territorio), sia dovuta all'adeguamento metodologico che, prevedibilmente, subiranno la fitosociologia e la geosinfitosociologia negli anni (Pesaresi et al., 2007).

Carta delle vegetazione della discarica “La Cornacchia” della società So.Ge.Nu.S. S.p.A.

La cartografia di dettaglio dell'area della discarica (scala 1:3.000) ha permesso di acquisire importanti informazioni riguardo la discarica stessa e la presenza delle specie impiantate, con particolare riferimento per quelle di riconosciuto valore mellifero (Fig. 5.7.3; Fig. 5.7.4).

L'area della discarica cartografata alla scala di 1:3.000 occupa una superficie pari a 43,44 ettari (pari a 0,43 km²). Più della metà di quest'area (per l'esattezza il 54,7%) è occupata da superfici vegetate, siano esse filari, impianti arborei, incolti o aiuole. Il restante 43,3% è occupato dalle aree di servizio della discarica (comprese le strade e i pannelli fotovoltaici). La vegetazione presente è costituita prevalentemente da incolti che coprono il 42,7%. Le aiuole coprono in totale una superficie pari a 2,03 ha che rappresenta il 4,7% dell'intera superficie della discarica.

La specie che occupa la maggiore superficie percentuale all'interno delle aiuole è *Spartium junceum*, che copre il 17,0% del totale, seguita da *Rosa canina* e da *Ulmus minor* che coprono entrambe circa l'11% della superficie delle aiuole. In linea generale le specie arboree ed arbustive (*Cornus sanguinea*, *Crataegus monogyna*, *Fraxinus ornus*, *Prunus spinosa* e *Tamarix* sp.) occupano una maggiore copertura percentuale, pari ad una media del 6,4%. Tra le specie erbacee, solamente *Hedysarum coronarium* si avvicina a questi valori avendo una copertura pari al 4,1% mentre la maggior parte delle altre specie erbacee copre meno dell'1% della superficie totale delle aiuole.

Carta della vegetazione per il monitoraggio biologico della qualità ambientale realizzato mediante il comportamento di *Apis mellifera* ed insetti apodei presso la discarica "La Cornacchia" della So.Ge.Nu.S. S.p.A.

I dati che derivano dalla cartografia realizzata alla scala 1:10.000 dell'area limitrofa alla discarica (Fig. 5.7.5) sono sintetizzati in Figura 5.7.1.

Dei circa 908 ettari (pari a 9,08 km²) di superficie totale cartografata, la discarica rappresenta il 4,8%. La vegetazione naturale, rappresentata da boschi, arbusteti, praterie e canneti, seppure costituita da 186 poligoni (pari al 36% del totale dei poligoni) copre solamente l'8,1% della superficie totale cartografata. Se a questa si somma la superficie occupata dalla vegetazione antropogena escluse le aree agricole (filari, impianti arborei e rimboschimenti), la superficie aumenta solamente del 3,5%, raggiungendo l'11,6%. Le aree agricole rappresentano invece l'80,3% della superficie totale e sono costituite quasi per l'86% da seminativi.

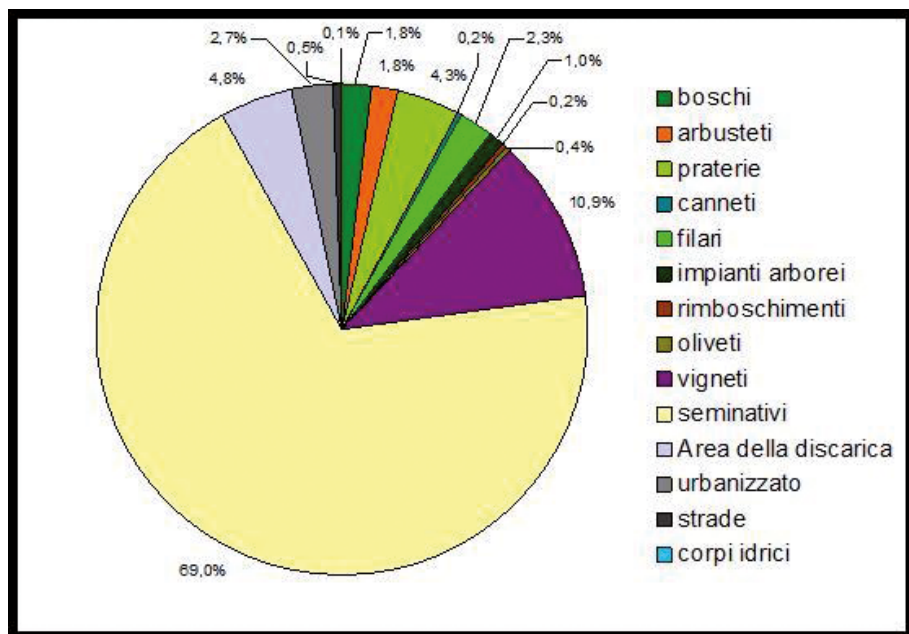


Figura 5.7.1
Superficie di ricoprimento % delle diverse tipologie di uso del suolo cartografate nelle aree limitrofe alla discarica

Confrontando la vegetazione all'interno ed all'esterno della discarica si può facilmente notare come la maggior abbondanza di specie mellifere si ritrova proprio nelle aree rinaturalizzate interne della discarica stessa. È riconosciuto, infatti, un più o meno elevato valore mellifero per tutte le specie impiantate, ad eccezione di sole 5 specie: *Ampelodesmos mauritanicus*, *Arundo pliniana*, *Erianthus ravennae*, *Heli-chrysum italicum* e *Quercus* sp. Queste specie sono presenti comunque in quantità minoritaria rispetto alle specie mellifere.



*Figura 5.7.2
Inquadramento
geografico
del contesto
territoriale in cui è
localizzata
la discarica “La
Cornacchia”*



Conclusioni

I monitoraggi realizzati dal 2008 fino al 2014 hanno evidenziato l’ottima riuscita dell’intervento di rinaturalizzazione della discarica sotto numerosi punti di vista e hanno permesso di produrre del materiale, rappresentato dalle cartografie e dai database, che costituisce uno strumento fondamentale per le future azioni di monitoraggio del sito. Inoltre, i monitoraggi effettuati hanno mostrato come l’area della discarica “La Cornacchia” abbia aumentato in maniera considerevole il proprio valore in termini di biodiversità vegetale dal momento di realizzazione del primo intervento di rinaturalizzazione fino ad oggi. Tale valore risulta attualmente ben più elevato di quello dell’area circostante. Infatti, oltre il 50% della superficie della discarica è occupato da aree vegetate, mentre all’esterno di essa la superficie vegetata, escluse le aree agricole, occupa solamente l’11% del totale.

Inoltre, merita un approfondimento quanto emerso dalle due cartografie prodotte nel 2014. Esse hanno dimostrato chiaramente come la maggior concentrazione di specie mellifere si abbia proprio all’interno della discarica. In effetti, la scelta delle specie da impiegare nell’ambito degli interventi di rinaturalizzazione della discarica realizzati negli anni passati fu eseguita anche tenendo conto dell’interesse mellifero delle specie stesse.

Va sottolineato quindi l’importante servizio ecosistemico che svolge la discarica in questo senso. Infatti, in Italia ed in molti altri Paesi vengono segnalati da diversi anni fenomeni di mortalità o di spopolamento di famiglie di api (APENET, 2007). Tra i fattori di rischio, il più preoccupante è rappresentato dai trattamenti fitosanitari, soprattutto quelli effettuati in primavera-estate nelle aree a coltivazione intensiva. La maggior parte delle sostanze attive utilizzate in agricoltura sono infatti tossiche per le api, pertanto, quando queste vengono colpite direttamente durante il trattamento, l’effetto più evidente è una ingente mortalità delle api adulte (APENET, 2007). Inoltre, il ricorso ad un’agricoltura sempre più intensiva ed, in particolare, la meccanizzazio-

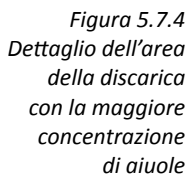
ne sempre più spinta hanno fatto sì che nel contesto agricolo regionale divenissero sempre più rari quegli elementi di discontinuità, quali i filari alberati e le siepi, che costituiscono siti molto importanti per il bottinamento delle api e degli altri imenotteri pronubi. Considerato quindi il contesto territoriale all'interno del quale ricade la discarica, questa si configura come una sorta di oasi all'interno della quale le api trovano sia una quantità rilevante di specie da bottinare sia un ambiente al riparo dalle pressioni di origine agricola che ne provocano la morte.

Figura 5.7.3
*Carta del verde
d'impianto e di
recupero delle aree
della discarica "La
Cornacchia" in
condizioni post-
operative*



Specie presenti nelle aiuole





*Figura 5.7.5
Carta della
vegetazione
dell'area di
effettivo sorvolo
delle api
presso la discarica
"La Cornacchia"*



Bibliografia

APENET, 2007. Api e agro farmaci. Studio effettuato dal Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agroambientali (DiSTA), Università degli Studi di Bologna. Scheda APENET Monitoraggio e ricerca in apicoltura.

Biondi E., 2011. Phytosociology today: Methodological and conceptual evolution. *Plant Biosystems - An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 145: sup1, 19-29

Blasi C., Frondoni R., 2011. Modern perspectives for plant sociology: The case of ecological land classification and the ecoregions of Italy, *Plant Biosystems*, 145: sup1, 30-37.

Boffi M., 2004. Scienza dell'informazione geografica – introduzione ai GIS. Zanichelli ed.

Géhu J.M., 2006. Dictionnaire de Sociologie et Synecologie végétales. Berlin-Stuttgart: J Cramer. p. 900.

Geoportale Nazionale, <http://www.pcn.minambiente.it>

Pedrotti F., 2004. Cartografia Geobotanica. Pitagora ed., Bologna. S.El.C.A., Firenze.

Pesaresi S., Biondi E., Casavecchia S., Catorci A., Foglia M., 2007. Il Geodatabase del Sistema Informativo Vegetazionale delle Marche. *Fitosociologia* 44 (2), suppl. 1: 95-101.

Pott R., 2011. Phytosociology: A modern geobotanical method, *Plant Biosystems*, 145 suppl. 1: 9-18.

Rivas-Martínez S., 2005. Notions on dynamic-catenal phytosociology as a basis of landscape science. *Plant Biosyst*, 139: 135–144.

Indirizzo degli autori:

C.RE.HA nature Società Cooperativa

Contrada Selva snc 60131 Gallignano (AN)

www.crehanature.it

e- mail: info@crehanature.it



CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SUL PROCESSO DI RECUPERO

Il problema del recupero di un sito per lo smaltimento dei rifiuti è, da sempre, uno dei più delicati da affrontare per completare la fase di “restituzione del sito all’ambiente”. Esso implica infatti una serie di questioni di diversa natura e di non facile valutazione, che meritano un approfondimento specifico per ogni singolo caso. Per tale ragione, il recupero ambientale della aree dismesse della discarica “La Cornacchia” ha rappresentato un momento estremamente importante per il gruppo di ricercatori dell’Università Politecnica delle Marche, la cui attività è solitamente incentrata su tematiche ambientali ed agronomiche. Tali ricercatori hanno costituito un’équipe interdisciplinare, coordinata da esperti geobotanici, che ha permesso l’integrazione delle informazioni ottenute dalle diverse analisi svolte. Il risultato è stato un recupero strutturale e funzionale degli ecosistemi che ha notevolmente innalzato la qualità ambientale del sito e che lo riporterà ad essere uno spazio pienamente fruibile. Infatti, un’area dapprima inservibile e degradata da un punto di vista ambientale, è stata ora trasformata in uno spazio polivalente con importanti benefici per l’ambiente e la collettività. Essa costituisce oggi, da un lato, un centro di diffusione della biodiversità vegetale ed un rifugio per la fauna selvatica, peraltro, perfettamente inserito nel contesto ambientale e paesaggistico circostante; dall’altro, uno spazio naturale attrezzato per la sensibilizzazione dei cittadini su temi riguardanti lo smaltimento dei rifiuti e la tutela dell’ambiente.

L’attività di sensibilizzazione dei cittadini su queste tematiche riveste peraltro un ruolo centrale nelle attività promosse da So.Ge.Nu.S. SpA. A questa società deve essere inoltre riconosciuto il merito di aver affrontato con il medesimo impegno la gestione attiva della discarica e quella post-operativa. È proprio l’attenzione verso quest’ultimo aspetto, unita alla volontà di sperimentare soluzioni innovative, che sta alla base dell’esperienza di recupero descritta in questo volume. Coerentemente con questa volontà, l’intervento di recupero ha avuto un taglio estremamente sperimentale, in quanto ha permesso di valutare l’efficacia delle diverse tecniche e dei diversi materiali impiegati. Proprio il suo carattere completamente sperimentale costituisce uno dei punti di maggiore forza del progetto realizzato, in quanto quest’ultimo rappresenta una base metodologica che, con le opportune modifiche, può costituire un modello per i futuri lavori di recupero ambientale. Lo stesso vale per le attività di monitoraggio che hanno riguardato aspetti tra loro profondamente differenti e che sono state realizzate impiegando tecnologie e metodologie estremamente avanzate. Così facendo, sono state dettagliatamente analizzate tutte le fasi di realizzazione del progetto di recupero e la sostenibilità ambientale delle attività della discarica secondo modelli e approcci scientifici all’avanguardia. Tali monitoraggi hanno evidenziato come la discarica sia gestita nel più totale rispetto degli standard di sicurezza ambientale e salute pubblica e come l’intervento di recupero realizzato abbia restituito alla collettività uno spazio naturale funzionale e di assoluto pregio.

