

**I CARATTERI DEL SUOLO DI UN'AREA DEGRADATA:  
PARAMETRI CHIMICI E INDICATORI ECOLOGICI A CONFRONTO**

**SOIL CHARACTERS OF A DEGRADED AREA:  
COMPARISON BETWEEN CHEMICAL PARAMETERS  
AND ECOLOGICAL INDICATORS**

**Paolo Manfredi <sup>(1)</sup>, Luca Giupponi <sup>(2)\*</sup>, Chiara Cassinari <sup>(3)</sup>,  
Carla Corti <sup>(2)</sup>, Adriano Marocco <sup>(2)</sup>, Marco Trevisan <sup>(3)</sup>**

<sup>(1)</sup> M.C.M. Ecosistemi s.r.l., Gariga di Podenzano (PC)

<sup>(2)</sup> Istituto di Agronomia, Genetica e Coltivazioni erbacee,  
Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza

<sup>(3)</sup> Istituto di Chimica Agraria e Ambientale, Università Cattolica del Sacro Cuore, Piacenza

\*Corresponding author: E-mail luca.giupponi@unicatt.it

**Riassunto**

I risultati dello studio ecologico della vegetazione presente in un'area degradata sono stati confrontati con quelli ottenuti dalle analisi pedologiche al fine di apprendere quelle che sono le caratteristiche del suolo e valutare le informazioni restituite dell'applicazione congiunta dei due approcci.

**Parole chiave:** *suolo degradato, indici ecologici, carbonio organico, azoto*

**Abstract**

The results of the ecological study of the vegetation of a degraded area were compared with those obtained from soil analysis in order to learn what are the characteristics of the soil and evaluate the returned information of the combined application of these approaches.

**Keywords:** *degraded soil, ecological indices, organic carbon, nitrogen*

**Introduzione**

Il presente lavoro è parte integrante di un progetto co-finanziato dall'Unione Europea "Recupero ambientale di un suolo degradato e desertificato mediante una nuova tecnologia di trattamento di ricostituzione del terreno" (Life 10 ENV IT 400 "New Life") che consiste nella sperimentazione di una tecnologia innovativa di ripristino di suoli degradati e desertificati.

L'area d'intervento (con un'estensione di circa 20 ha) si colloca nel territorio comunale di Piacenza dove nel periodo tra gli anni 70 e 80 è stata realizzata una discarica per RSU (Fig. 1) ed una successiva opera di ripristino con uno strato di suolo di copertura; le opere di ripristino effettuate a suo tempo avevano utilizzato terreni di diversa provenienza pertanto il sito presenta una forte eterogeneità nelle sue caratteristiche pedologiche. Tale sperimentazione ha previsto, nella sua fase iniziale, una caratterizzazione del suolo di copertura della discarica ed uno studio

sui sintomi e fenomeni di degrado del terreno sul quale verrà applicata la tecnologia.

Il trattamento del suolo verrà sperimentato operativamente mediante l'utilizzo di una tecnologia (brevettata dalla società m.c.m. Ecosistemi) che provvederà ad un trattamento chimico meccanico del suolo dell'area. Il modello concettuale del sistema applicato al suolo consiste in una iniziale disaggregazione seguita da una ricostituzione incorporando matrici ammendanti, una successiva policondensazione con acidi umici e una ricostituzione finale.

Obiettivo del presente studio è caratterizzare il suolo attualmente presente nell'area d'intervento comparando i dati ottenuti dalle analisi chimiche di laboratorio con quelli restituiti dallo studio ecologico della vegetazione e valutare la risposta delle comunità vegetali nel descrivere i caratteri del substrato.



**Figura 1**  
*Area di studio e punti di campionamento (suolo/vegetazione)*

## **Materiali e metodi**

Per poter descrivere l'intera superficie è stato operato un campionamento su 52 punti georeferenziati del suolo nel cui intorno sono stati effettuati altrettanti rilievi fitosociologici (Fig. 1).

### ***Analisi chimiche del suolo***

Sui campioni di suolo sono state condotte tra le altre le seguenti analisi chimiche:  
pH - Misura in H<sub>2</sub>O (1:2,5), DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 SO n°185 All. III.1

N - Determinazione con analizzatore elementare, DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 SO n°185 All. XIV.1

C org. - Determinazione con metodo Walkley-Black, DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 SO n°185 All. VII.2

Estrazione, frazionamento e determinazione del carbonio organico DM 13/09/1999 GU n° 248 21/10/1999 SO n°185 All. VIII.1

### **Analisi della vegetazione**

I rilievi fitosociologici sono stati condotti in accordo con il metodo della scuola Zurigo-Monpellier (Braun-Blanquet, 1964) considerando per ciascuno una superficie pari a 16 m<sup>2</sup> (4 x 4 m).

#### **Tabella1 - Indici ecologici e loro significato**

---

##### **Indici di Ellemberg (1974) modificati da Pignatti (2005)**

---

**R = Valore di reazione del substrato** (Distribuzione delle specie lungo il gradiente di pH del suolo o contenuto di calcare)

- 1 – indicatori di forte acidità, non si presentano su suoli basici, neutri o blandamente acidi
  - 2 – condizioni intermedie fra quelle di 1 e 3
  - 3 – indicatori di acidità, vivono su suoli acidi e solo sporadicamente si presentano su suoli neutri
  - 4 – condizioni intermedie tra quelle di 3 e 5
  - 5 – specie mesofile, che mancano sui suoli decisamente acidi o basici
  - 6 – condizioni intermedie tra quelle di 5 e 7
  - 7 – indicatori di ambienti blandamente basici o neutro-basofili, mancano su suoli acidi
  - 8 – condizioni intermedie tra quelle di 7 e 9
  - 9 – specie calcifile oppure di altri substrati marcatamente basici
  - X - specie ad ampio spettro
  - 0 - informazioni insufficienti
- 

**N = Valore di nutrienti** (Distribuzione delle specie in relazione alla disponibilità di nutrienti nel suolo durante la stagione vegetativa)

- 1 – specie che crescono in condizioni di oligotrofia, su terreni poveri di fosforo e nitrati
  - 2 – condizioni intermedie fra quelle di 1 e 3
  - 3 – specie di suoli poveri di nutrienti
  - 4 – condizioni intermedie tra quelle di 3 e 5
  - 5 – crescita ottimale su suolo umificato, ben provvisto di nutrienti
  - 6 – condizioni intermedie tra quelle di 5 e 7
  - 7 – occupano gli ambienti nei quali si ha concentrazione di nutrienti nel suolo
  - 8 – condizioni intermedie tra quelle di 7 e 9
  - 9 – specie di ambienti con eccessiva concentrazione di P e N, soprattutto nelle discariche e dove si ha accumulo di escrementi animali
  - X - specie ad ampio spettro
  - 0 - informazioni insufficienti
- 

##### **Indici di Landolt (1977) aggiornati da Landolt et al. (2010)**

---

**H = Valore di humus** (Indica la quantità di sostanza organica umificata presente nella rizosfera)

- 1 - piante di suoli grezzi privi di humus
  - 3 - piante di suoli a moderato tenore in humus
  - 5 - piante di suoli ricchi in humus
  - x - piante indifferenti al tenore in humus del suolo
-

Per l'assegnazione degli indici di copertura delle specie vegetali è stato fatto riferimento alla scala mista di abbondanza-dominanza di Braun-Blanquet (1928):

r = specie sporadiche

+ = < 1%

1 = 1-5%

2 = 5-25%

3 = 25-50%

4 = 50-75%

5 = 75-100%

Al fine di determinare i caratteri ecologici della vegetazione sono stati utilizzati gli indici di Elleberg (1974), adattati da Pignatti (2005) per la flora d'Italia, e gli indici di Landolt (1977) aggiornati da Landolt et al. (2010). In particolare sono stati impiegati: R (valore di reazione del substrato), N (valore di nutrienti nel suolo) e H (valore di humus nel suolo). In tabella 1 sono elencati e descritti gli indici ecologici impiegati.

Ad ogni specie sono stati assegnati i relativi indici riferiti ai tre fattori presi in esame. Per ogni rilievo è stato calcolato il valore medio degli indici di ogni variabile pesato per la frequenza delle specie previa conversione degli indici di copertura con i valori ordinali della scala di Van Der Maarel (1972): r = 1; + = 2; 1 = 3; 2 = 5; 3 = 7; 4 = 8; 5 = 9.

## **Risultati e discussione**

In tabella 2 sono inseriti i risultati delle analisi chimiche dei 52 campioni di suolo e quelli riferiti allo studio ecologico della vegetazione.

### ***Confronto R - pH***

Sia la media dei valori di pH (7,66) sia la media degli indici R (5,73), è indicatrice di suolo neutro-basico (Fig. 2). I risultati delle due analisi presentano bassa deviazione standard ( $\pm$  D.S. pH = 0,30;  $\pm$  D.S. R = 0,41) il che evidenzia omogeneità dei campioni di suolo per le due variabili considerate. La prossimità delle due rette che evidenziano (in grafico) i valori medi di R e di pH, indica un'elevata corrispondenza fra quanto espresso dai risultati restituiti dall'applicazione dei due metodi poichè ambedue le variabili presentano scale definite da un preciso valore minimo e massimo.

### ***Confronto N - Azoto***

I valori ottenuti dalle analisi chimiche evidenziano buon contenuto d'azoto nel suolo così come la vegetazione è indicatrice di ambienti eutrofici (Fig. 3).

Il contenuto medio di azoto totale presente nel substrato è di 4,21 g/Kg mentre l'indice medio di N ha valore 5,82. Anche in questo caso la deviazione standard è molto bassa per entrambe le serie di valori ( $\pm$  D.S. N = 0,53;  $\pm$  D.S. Azoto = 1,46).

| Campione/rilievo | Analisi chimiche |             |              | Analisi vegetazionale |             |             |
|------------------|------------------|-------------|--------------|-----------------------|-------------|-------------|
|                  | pH               | Azoto g/Kg  | C org. g/Kg  | R                     | N           | H           |
| 1                | 7,20             | 2,91        | 27,80        | 5,93                  | 5,17        | 2,89        |
| 2                | 7,24             | 2,99        | 26,43        | 6,15                  | 5,23        | 2,92        |
| 3                | 7,24             | 5,18        | 50,29        | 5,86                  | 5,50        | 3,04        |
| 4                | 7,23             | 3,20        | 33,22        | 6,32                  | 5,89        | 2,63        |
| 5                | 7,28             | 2,95        | 30,96        | 5,87                  | 5,53        | 2,65        |
| 6                | 7,18             | 3,16        | 32,77        | 6,32                  | 5,00        | 2,92        |
| 7                | 6,79             | 7,96        | 83,15        | 6,26                  | 4,23        | 2,90        |
| 8                | 7,08             | 7,19        | 74,71        | 6,22                  | 4,42        | 2,92        |
| 9                | 7,85             | 3,67        | 45,00        | 5,46                  | 5,78        | 2,68        |
| 10               | 7,60             | 5,18        | 47,52        | 5,65                  | 6,16        | 2,47        |
| 11               | 7,81             | 5,14        | 57,21        | 5,55                  | 5,69        | 2,47        |
| 12               | 7,53             | 7,18        | 63,56        | 5,20                  | 6,26        | 2,33        |
| 13               | 7,30             | 7,18        | 85,08        | 5,56                  | 5,96        | 2,31        |
| 14               | 7,75             | 5,13        | 53,79        | 6,00                  | 6,00        | 2,47        |
| 15               | 7,59             | 5,34        | 62,85        | 5,88                  | 5,11        | 2,58        |
| 16               | 7,96             | 3,18        | 36,80        | 5,00                  | 6,43        | 2,36        |
| 17               | 8,02             | 3,59        | 39,81        | 5,17                  | 6,48        | 2,14        |
| 18               | 7,90             | 3,36        | 31,39        | 5,79                  | 5,33        | 2,67        |
| 19               | 8,36             | 3,68        | 57,19        | 5,96                  | 6,55        | 2,91        |
| 20               | 7,86             | 4,69        | 49,23        | 5,76                  | 5,82        | 2,70        |
| 21               | 7,76             | 3,58        | 41,53        | 5,80                  | 6,17        | 2,28        |
| 22               | 7,69             | 4,13        | 40,81        | 6,20                  | 6,03        | 2,44        |
| 23               | 7,96             | 2,43        | 26,44        | 6,25                  | 5,77        | 2,71        |
| 24               | 7,85             | 3,54        | 36,29        | 5,00                  | 6,71        | 2,05        |
| 25               | 7,77             | 3,49        | 39,43        | 5,55                  | 6,59        | 2,18        |
| 26               | 7,67             | 4,36        | 43,24        | 6,15                  | 6,44        | 2,60        |
| 27               | 7,92             | 3,39        | 32,03        | 5,57                  | 6,53        | 2,05        |
| 28               | 7,82             | 3,70        | 35,22        | 5,88                  | 6,24        | 2,28        |
| 29               | 7,84             | 3,50        | 37,04        | 5,30                  | 5,83        | 2,57        |
| 30               | 7,85             | 3,42        | 32,64        | 5,00                  | 6,50        | 2,00        |
| 31               | 7,53             | 7,56        | 77,56        | 5,30                  | 5,96        | 2,44        |
| 32               | 7,35             | 2,90        | 26,18        | 5,89                  | 5,42        | 2,53        |
| 33               | 7,55             | 5,38        | 58,79        | 5,50                  | 6,10        | 2,14        |
| 34               | 8,02             | 1,95        | 20,62        | 5,83                  | 4,78        | 2,59        |
| 35               | 7,84             | 1,74        | 21,53        | 6,14                  | 5,42        | 2,50        |
| 36               | 7,98             | 2,93        | 27,30        | 5,91                  | 5,09        | 2,66        |
| 37               | 8,04             | 2,57        | 25,84        | 5,82                  | 6,16        | 2,70        |
| 38               | 7,71             | 4,50        | 45,14        | 6,67                  | 5,61        | 2,22        |
| 39               | 7,69             | 7,21        | 67,63        | 5,65                  | 4,77        | 2,63        |
| 40               | 7,84             | 3,73        | 35,34        | 5,50                  | 5,96        | 2,48        |
| 41               | 7,60             | 3,69        | 41,53        | 5,13                  | 6,38        | 2,14        |
| 42               | 7,42             | 4,43        | 42,64        | 5,44                  | 6,72        | 2,00        |
| 43               | 7,64             | 3,97        | 38,82        | 5,83                  | 5,00        | 2,93        |
| 44               | 7,48             | 5,55        | 60,29        | 5,67                  | 5,57        | 2,85        |
| 45               | 7,53             | 5,52        | 52,22        | 5,74                  | 5,10        | 2,91        |
| 46               | 7,64             | 4,47        | 46,25        | 6,00                  | 5,76        | 2,60        |
| 47               | 7,92             | 3,44        | 39,97        | 5,00                  | 6,63        | 1,88        |
| 48               | 8,05             | 2,98        | 46,77        | 5,00                  | 6,56        | 1,88        |
| 49               | 7,78             | 4,75        | 44,04        | 6,26                  | 6,17        | 2,89        |
| 50               | 7,65             | 3,34        | 35,84        | 6,07                  | 5,41        | 2,33        |
| 51               | 7,63             | 3,97        | 38,11        | 5,77                  | 5,78        | 2,45        |
| 52               | 7,82             | 3,84        | 49,81        | 5,50                  | 6,92        | 2,25        |
| <b>Media</b>     | <b>7,66</b>      | <b>4,21</b> | <b>44,15</b> | <b>5,73</b>           | <b>5,82</b> | <b>2,50</b> |
| ± D.S.           | 0,30             | 1,46        | 15,29        | 0,41                  | 0,63        | 0,31        |

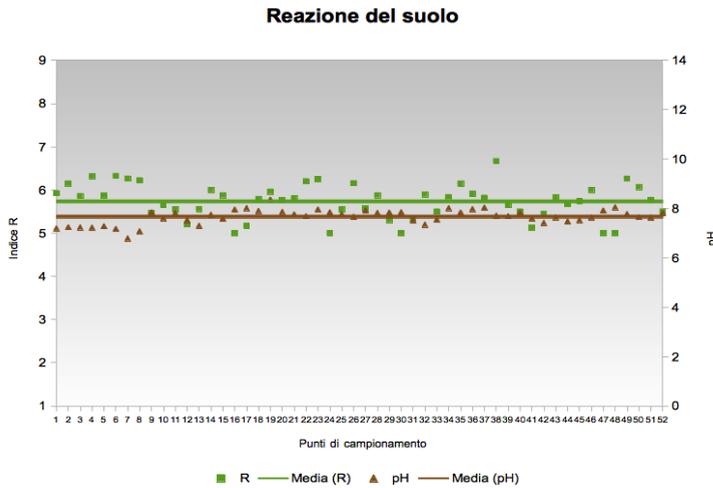
**Tabella 2**  
Risultati delle  
analisi chimiche  
e vegetazionali

### Confronto H - C org

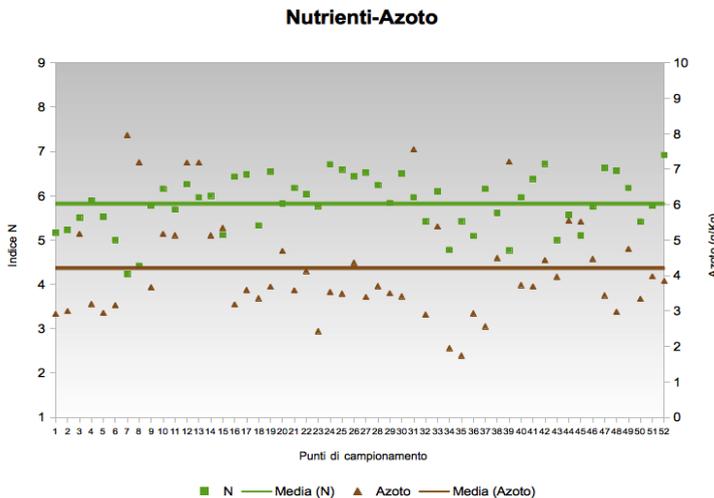
I risultati delle analisi di laboratorio hanno evidenziato buoni quantitativi di carbonio organico nel terreno mentre lo studio ecologico della vegetazione ha espresso scarsità di sostanza organica umificata (Fig. 4).

La concentrazione media di carbonio organico è di 44,15 g/Kg mentre l'indice medio di H risulta essere 2,50.

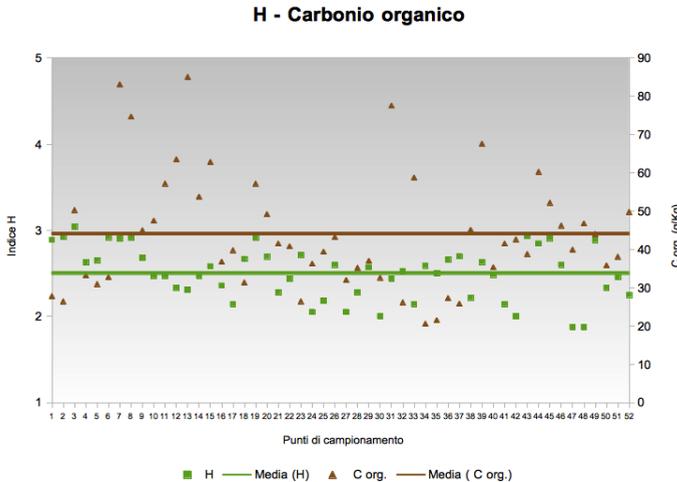
Da ulteriori analisi condotte su alcuni dei campioni di suolo sono emerse basse concentrazioni di acidi umici (HA) e fulvici (FA) (media: 0,9 g/Kg) tali da poter giustificare un possibile blocco dei regolari processi di umificazione della sostanza organica nel terreno. Tale riscontro sarà oggetto di ulteriori indagini ed approfondimenti.



**Figura 2**  
Confronto fra  
indici di R e pH



**Figura3**  
Confronto fra  
indici di N e Azoto  
totale



**Figura 4**  
*Confronto indici di H e Carbonio organico*

## **Conclusioni**

Dalle analisi condotte il suolo di copertura della ex-discarica di Piacenza presenta le seguenti caratteristiche: reazione neutro-basica, buon contenuto in azoto e nutrienti in generale, scarsità di humus (e acidi umici) e media dotazione di carbonio organico.

Le indicazioni sulle caratteristiche del suolo restituite dall'applicazione degli indici ecologici di Pignatti (2005) e Landolt et al. (2010) riferiti alle variabili R, N e H, sono state confermate dai risultati delle analisi chimiche di laboratorio. L'approccio vegetazionale, pur essendo un valido metodo per comprendere quali possano essere i principali caratteri di un suolo, restituisce dati meno precisi di quelli analitici, esso è limitato a poche variabili, applicabile su suoli aventi una copertura vegetale più o meno spontanea e, inoltre, necessita di tempi d'analisi che sono dipendenti dal periodo di fioritura delle varie specie vegetali in quanto i caratteri del fiore sono fondamentali per la loro corretta determinazione. D'altra parte è un metodo meno puntuale che tiene in considerazione le interazioni suolo-pianta-ambiente e che esige, tra le altre cose, minori costi d'applicazione.

Lo studio pedologico congiunto allo studio ecologico della vegetazione è sicuramente una pratica che consente di effettuare una migliore caratterizzazione del suolo di un'area in quanto permette di sfruttare tutte quelle informazioni aggiuntive che possono emergere solamente operando analisi di tipo multidisciplinare e che talvolta si rendono necessarie per avere un quadro integrale della complessità del sistema suolo.

## **Bibliografia**

- BRAUN-BLANQUET J. (1928) Pflanzensoziologie. Grundzuge der Vegetatiokunde. Biologische Studienbucher 7, Berlin.
- BRAUN-BLANQUET J. (1964) Pflanzensoziologie. 3° ed. Springer-Ver., Wien.
- ELLEMBERG H. (1974) Zeigerwerte der Gefässpflanzen Mitteleuropas. Scripta Geobot. 9, Göttingen.
- LANDOLT E. (1977) Okologische zeigerwerte zur Schweizer Flora. Geobotanischen institutes der Eidg. Techn. Hochschulf, Zurich.
- LANDOLT E., URMI E., VUST M., THEURILLAT J. P., HEGG O., KLÖTZLI F., ERHARDT A., RUDMANN-MAYRER K., SCHWEINGRUBER H. F., WOHLGEMUTH T., NOBIS M., BÄUMLER B., LÄMMLER W. (2010) Flora indicativa. Ecological Indicator Values and Biological Attributes of the Flora of Switzerland and the Alps. Haupt, Bern.
- PIGNATTI S. (2005) Valori di bioindicazione delle piante vascolari della flora d'Italia. Braun-Blanquetia 39, Camerino.
- VAN DER MAALER E. (1972) On the transformation of cover-abundance values in phytosociology. Report Bot. Lab., Nijmegen.