



## EFFETTI DELLA COPERTURA FORESTALE SULLE CARATTERISTICHE IDROLOGICHE DEL SUOLO

G. Baiamonte<sup>1</sup>, C. Agnese<sup>1</sup>, V. Bagarello<sup>1</sup>

(1) Dipartimento di Ingegneria e Tecnologie Agro-Forestali, Sezione Idraulica, Università degli Studi di Palermo

### SOMMARIO

*Sebbene sia ampiamente riconosciuto il ruolo della copertura forestale sui meccanismi di attuazione dei processi idrologici, meno noti sono gli effetti che il bosco determina sulle caratteristiche idrologiche del suolo e le indagini sperimentali forniscono talvolta risultati controversi. Il lavoro si propone di studiare l'effetto della copertura forestale sulle caratteristiche idrologiche del suolo, ponendo a confronto un'area boscata e un'area testimone incolta, adiacente al bosco, per cinque diverse specie forestali che ricadono in un bacino idrografico siciliano. Nella quasi generalità dei casi, nell'area boscata sono stati misurati valori della densità apparente più bassi e della conducibilità idraulica più elevati di quelli ottenuti nell'area incolta. Tuttavia, le differenze sono risultate significative soltanto in tre dei cinque casi considerati, essendo modesta e praticamente trascurabile nei suoli a tessitura più fine. Un campionamento effettuato in una Sughereta a differenti profondità suggerirebbe che il solo contenuto di sostanza organica può essere utilizzato localmente per la stima della conducibilità idraulica del suolo saturo.*

*Parole chiave: densità apparente, conducibilità idraulica, bosco.*

### 1 INTRODUZIONE

E' noto che la presenza della foresta nel territorio induce effetti significativi in molteplici contesti. Oltre a fornire l'habitat naturale di un gran numero di specie animali e vegetali, contribuendo in maniera significativa alla tutela della biodiversità, la foresta funziona come serbatoio di assorbimento del carbonio mitigando gli effetti dei cambiamenti climatici. Inoltre, la presenza della copertura forestale favorisce la regimazione delle piene e contrasta il fenomeno dell'erosione idrica (Calder & Newson, 1980; Painter et al., 1974). Non ultime, infine, sono le funzioni di sviluppo socio-economico della foresta che si esprimono sia in termini di produzione di prodotti legnosi, sia in termini più generali come produzione di servizi (turismo, ecc.).

La determinazione delle proprietà fisiche ed idrauliche dei suoli boscati ed il confronto delle suddette proprietà con quelle corrispondenti ad altre forme di uso del suolo rivestono notevole interesse, favorendo l'interpretazione dei meccanismi di attuazione dei processi idrologici, contribuendo ad un approfondimento del concetto di qualità fisica del suolo (Reynolds et al., 2002) ed orientando la scelta della forma di

utilizzazione del territorio.

Un aspetto di particolare rilievo è l'effetto indotto dal bosco sulla densità apparente del suolo secco,  $\rho_b$ , e sulla conducibilità idraulica del suolo saturo,  $K_{fs}$ . L'elevato contenuto di sostanza organica dei suoli boscati dovrebbe infatti determinare una buona aggregazione del mezzo poroso e quindi valori ridotti di  $\rho_b$ , ed elevati di  $K_{fs}$  (Nemes *et al.*, 2005; Rawls *et al.*, 2005). Un altro fattore che nel bosco dovrebbe contribuire a mantenere in superficie una conducibilità elevata è l'azione di protezione del suolo dell'impatto diretto della precipitazione, a cui sono legati i fenomeni del *sealing* e del *crusting*. D'altra parte, alcune indagini di campo hanno dimostrato che anche nei suoli boscati la conducibilità idraulica può assumere valori contenuti, a causa di fenomeni di idrorepellenza, di una composizione granulometrica sfavorevole e di una macroporosità modesta (Wahl *et al.*, 2005). Pertanto le indicazioni reperibili in letteratura non sono univoche. Questa circostanza ostacola la formulazione di previsioni di validità generale e segnala l'esigenza di specifici approfondimenti sperimentali.

L'obiettivo del presente lavoro è quello di determinare gli effetti della copertura forestale sulla densità apparente del suolo secco e sulla conducibilità idraulica del suolo saturo. L'indagine ha riguardato cinque specie forestali (Frassineto, Lecceta, Pineta, Roverella, Sughereta) presenti nel bacino idrografico siciliano dell'Eleuterio a Lupo, in territorio di Corleone.

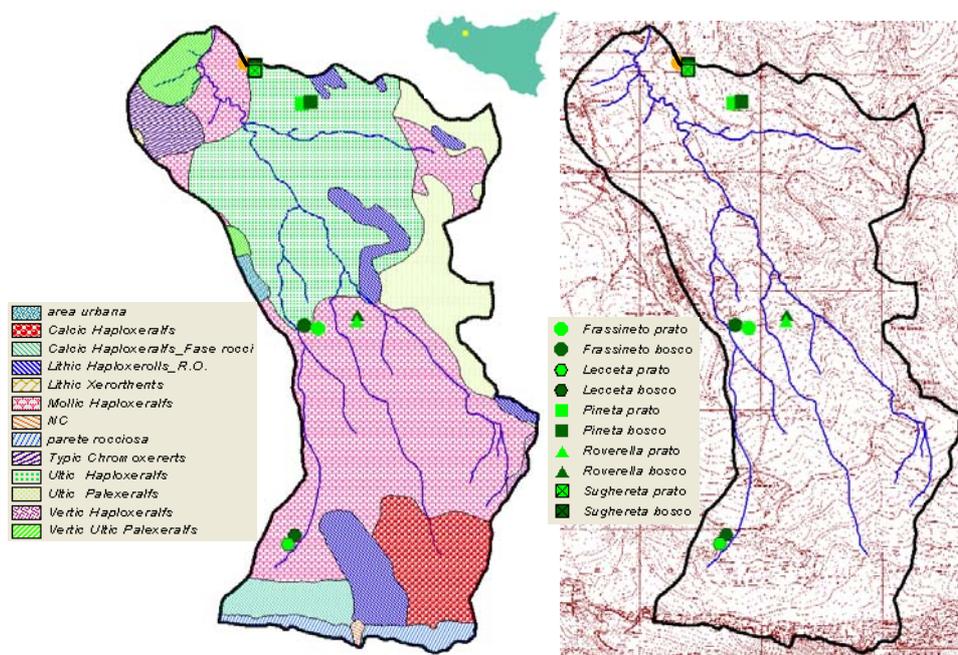
## 2 MATERIALE E METODO

L'indagine è stata condotta nel bacino idrografico dell'Eleuterio a Lupo, esteso 9.4 km<sup>2</sup>, ubicato in prossimità del bosco della Ficuzza, in territorio di Corleone. L'area in esame fa parte del bosco della Ficuzza, che è la più grande Riserva Naturale Orientata della Sicilia (Dazzi *et al.*, 1983; Gianguzzi, 2004; Liguori, 1983).

In Figura 1 è riportato il bacino, su una riduzione della C.T.R. a scala 1:10.000, e la corrispondente carta pedologica (Dazzi *et al.*, 1983). Nel bacino sono state individuate cinque aree, ciascuna impegnata da una sola specie forestale (Frassineto, Lecceta, Pineta, Roverella, Sughereta) e caratterizzata dalla presenza, nelle immediate vicinanze, di un'area *testimone* incolta, omogenea in termini di tessitura del terreno, ma priva di vegetazione o con una rada copertura spontanea. A titolo d'esempio, nella Figura 2a è riportata un'immagine dell'area di saggio della Sughereta e nella Figura 2b la corrispondente area *testimone* limitrofa.

Nel complesso dunque sono stati campionati 10 siti. In ciascun sito sono state effettuate misure della densità apparente del suolo secco,  $\rho_b$ , e della conducibilità idraulica del suolo saturo,  $K_{fs}$ . Inoltre, sono stati prelevati campioni rimaneggiati di suolo per i quali è stata ricavata la curva granulometrica ed è stato misurato il contenuto di sostanza organica.

La distribuzione dimensionale delle particelle di suolo è stata determinata con il metodo dell'idrometro per le particelle di diametro,  $d < 74 \mu\text{m}$ , per un totale di otto frazioni, e per stacciatura per valori di  $d$  compresi tra 74 e 2000  $\mu\text{m}$ , per ulteriori sei frazioni granulometriche. La curva granulometrica è stata utilizzata per dedurre il contenuto di argilla ( $A$ ), limo ( $L$ ) e sabbia ( $S$ ) di ciascun campione secondo la classificazione USDA. Il contenuto di sostanza organica è stato stimato moltiplicando il contenuto di carbonio organico, determinato con il metodo di Walkley-Black, per un fattore di conversione pari a 1.724. La densità apparente del suolo secco è stata



**Figura 1** Bacino idrografico dell’Eleuterio a Lupo, su una riduzione della C.T.R. 1:10.000, e carta pedologica (Dazzi *et al.*, 1983), con ubicazione delle 5 specie forestali individuate (Frassineto, Lecceta, Pineta, Roverella, Sughereta)

determinata su campioni non rimaneggiati di diametro ed altezza pari a 5 cm. Le misure della conducibilità idraulica alla saturazione di campo,  $K_{fs}$  ( $LT^{-1}$ ), sono state effettuate mediante l’applicazione della tecnica semplificata a carico variabile SFH (*Simplified Falling Head*) (Bagarello *et al.*, 2004). Con questa tecnica, la determinazione di  $K_{fs}$  avviene sulla base dell’informazione acquisita nella fase iniziale di un processo di infiltrazione. La tecnica consiste nell’applicare rapidamente un piccolo volume d’acqua,



**Figura 2** Immagini delle aree di saggio “Sughereta bosco” (Figura 2a) e “Sughereta incolto” (Figura 2b).

$V$  ( $L^3$ ), sulla superficie di suolo confinata da un anello infisso per una prestabilita profondità nel suolo,  $d$  (L), e nel misurare il tempo,  $t_a$  (T), che intercorre tra l'applicazione dell'acqua e l'istante in cui la superficie del suolo,  $A$  ( $L^2$ ), non è più coperta dall'acqua. Per il calcolo di  $K_{fs}$  si applica la seguente relazione, dedotta con riferimento ad un processo di infiltrazione monodimensionale a carico variabile (Philip, 1992; Bagarello et al., 2004):

$$K_{fs} = \frac{\Delta\theta}{t_a(1-\Delta\theta)} \left[ \frac{D}{\Delta\theta} - \frac{\left(D + \frac{1}{\alpha^*}\right)}{1-\Delta\theta} \ln \left( 1 + \frac{D(1-\Delta\theta)}{\Delta\theta \left(D + \frac{1}{\alpha^*}\right)} \right) \right] \quad (1)$$

in cui  $\Delta\theta$  ( $L^3L^{-3}$ ) è la differenza tra il contenuto idrico volumetrico del suolo saturo,  $\theta_s$  ( $L^3L^{-3}$ ), e quello iniziale,  $\theta_i$  ( $L^3L^{-3}$ ),  $D = V/A$  (L) è l'altezza d'acqua corrispondente al volume d'acqua utilizzato e  $\alpha^*$  ( $L^{-1}$ ) è un parametro che può essere stimato sulla base del semplice riconoscimento delle peculiarità granulometriche e strutturali del sito di misura (Elrick & Reynolds, 1992). Nella (1),  $\theta_s$  può essere stimato usando la misura della densità apparente del suolo secco,  $\rho_b$  ( $M L^{-3}$ ) (Bagarello et al., 2004; Wu et al., 1999). L'eq.(1), poiché tiene conto dell'effetto della gravità, presenta l'unica limitazione temporale alla sua utilizzazione nell'eventuale attivazione di processi di moto tridimensionale, che possono verificarsi quando il fronte di bagnamento oltrepassa il bordo inferiore dell'anello. Per tale motivo, è necessario utilizzare un volume d'acqua pari, al più, al volume degli spazi vuoti contenuti nella porzione di suolo confinato. Per la valutazione di  $V$ , è necessario misurare  $\rho_b$  e  $\theta_i$ . Il volume d'acqua da usare per la prova si determina con la relazione:

$$V = V_s \Delta\theta \quad (2)$$

in cui  $V_s$  ( $L^3$ ) è il volume di suolo apparente confinato dall'anello.

Nelle aree a Frassineto, Lecceta, Pineta e Roverella, le misure sono state effettuate nello strato superficiale di suolo (0 – 10 cm). Nella Sughereta, i rilievi sono stati effettuati fino a una profondità di 40 cm in modo da ricostruire il profilo verticale sia di  $\rho_b$  che di  $K_{fs}$ .

Per sintetizzare in maniera appropriata le misure di  $\rho_b$  e  $K_{fs}$ , si è preliminarmente ricercata la distribuzione di probabilità teorica che meglio si adatta alla distribuzione di frequenza empirica. A tal fine è stato utilizzato il test di normalità *Probability Plot Correlation Coefficient* (Helsel & Hirsch, 1992), considerando la distribuzione normale e quella log-normale (Lee et al., 1985; Warrick, 1998) ( $P = 0.05$ ). La suddetta analisi è stata condotta per tutti i set di dati acquisiti nello strato superficiale di suolo, cioè con l'esclusione soltanto delle misure effettuate nella Sughereta alle maggiori profondità, in quanto in questo caso la numerosità campionaria è risultata modesta.

Il confronto tra i valori di  $\rho_b$  e  $K_{fs}$  ottenuti in aree sottoposte a forme di utilizzazione del suolo differenti (bosco, incolto) è stato effettuato mediante l'applicazione di un test  $t$  a due code, fissando un livello di probabilità,  $P = 0.05$ .

### 3 RISULTATI

Per ciascuna specie forestale e per la corrispondente area *testimone* incolta, le Tabb.

1 e 2 riportano il contenuto in argilla  $A$  (%), limo  $L$  (%) e sabbia  $S$  (%), la corrispondente classe tessiturale secondo l'USDA e il contenuto in sostanza organica  $SO$  (%).

Dalle suddette tabelle si rileva che, per fissata specie forestale, il sito boscato e quello *testimone* presentano differenze modeste nelle caratteristiche di tessitura, nonché la medesima classe tessiturale.

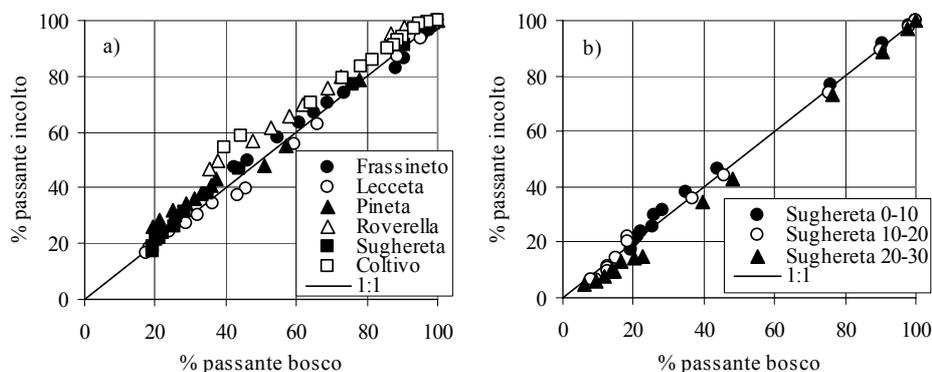
Per estendere il confronto a un più esteso numero di frazioni diametrali, per prescelti valori delle stesse frazioni, in Figura 3a per le misure condotte esclusivamente in superficie e, in Figura 3b per la Sughereta alle diverse profondità, sono riportate, in ascissa, le percentuali di passante per i suoli interessati da copertura vegetale e, in ordinata, le percentuali corrispondenti alle aree *testimoni*. In tutti i casi i punti si dispongono in prossimità della retta a 45° che stabilisce il perfetto accordo, il che sta a indicare una stretta affinità tessiturale tra i campioni appartenenti alle aree boscate e quelli prelevati nelle aree incolte limitrofe. Tale circostanza è certamente importante per l'obiettivo prefissato in questo studio perché consente di escludere che gli effetti sulle caratteristiche idrologiche, che si vogliono imputare alla copertura vegetale, possano ascrivere anche a una differente granulometria del suolo.

Sito	Specie Forestale	Area	$A$ (%)	$L$ (%)	$S$ (%)	classe tessiturale	$SO$ (%)
1	Frassineto	bosco	49.7	33.4	16.9	argilloso	10.00
2		incolto	53.1	27.1	19.8		7.12
3	Lecceta	bosco	20.6	32.9	46.5	franco	7.61
4		incolto	20.9	27.1	52.1		7.50
5	Pineta	bosco	22.8	21.5	55.6	franco-sabbioso-argilloso	4.87
6		incolto	29.9	16.3	53.8		3.66
7	Roverella	bosco	41.8	39.1	19.1	argilloso	9.58
8		incolto	52.5	34.6	12.9		4.28

**Tabella 1.** Valori del contenuto di argilla,  $A$ , limo,  $L$ , e sabbia,  $S$ , classe tessiturale e contenuto di sostanza organica,  $SO$ , per le aree campionate con riferimento allo strato superficiale di suolo (0-10 cm)

Sito	Specie Forestale	Area	profondità (cm)	$A$ (%)	$L$ (%)	$S$ (%)	classe tessiturale	$SO$ (%)
9	Sughereta	bosco	0-10	19.7	12.7	67.6	franco-sabbioso	5.79
			10-20	11.0	16.4	72.6		1.65
			20-30	10.6	21.5	67.9		1.32
			30-40	10.6	21.4	68.0		0.87
10	incolto		0-10	20.0	14.9	65.1		1.91
			10-20	7.9	21.5	70.5		0.04
			20-30	6.5	18.1	75.4		0.29

**Tabella 2.** Valori del contenuto di argilla,  $A$ , limo,  $L$ , e sabbia,  $S$ , classe tessiturale e contenuto di sostanza organica,  $SO$ , per la Sughereta a differenti profondità



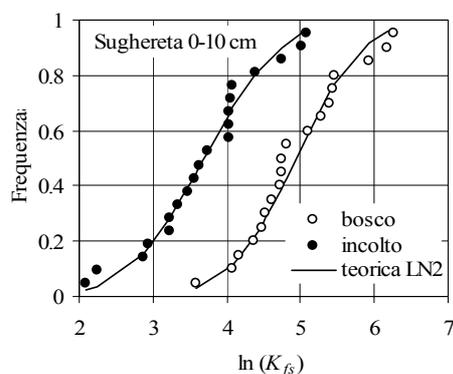
**Figura 3** Confronto tra le percentuali di passante dedotte dalle curve granulometriche, per prescelti valori delle frazioni diametrali, per i suoli delle aree boscate e quelli delle aree incolte

Conformemente alle attese, invece, nel suolo boscato è presente un quantitativo di sostanza organica generalmente più elevato di quella rilevato nella corrispondente area incolta.

Le misure di  $\rho_b$  sono risultate interpretabili sia con una distribuzione normale che con quella lognormale, con una sola eccezione (Sughereta, incolto) in cui nessuna delle due distribuzioni testate ha fornito risultati soddisfacenti. Tenuto conto di questi risultati, ciascun set di dati è stato sintetizzato calcolando, come è usuale, la media aritmetica e il corrispondente coefficiente di variazione. Per  $K_{fs}$ , i dati sono risultati interpretabili soltanto con una distribuzione log-normale, con due sole eccezioni in cui sono risultate utilizzabili entrambe le distribuzioni (Frassineto, incolto) o soltanto quella normale (Lecceta, bosco). Conseguentemente, i rilievi sono stati sintetizzati calcolando la media geometrica e il corrispondente coefficiente di variazione (Lee *et al.*, 1985). A titolo d'esempio, per le misure di  $K_{fs}$  condotte in superficie nella Sughereta e per l'area incolta limitrofa, la Figura 4 riporta l'adattamento della distribuzione teorica LN2 a quella empirica. La figura, oltre ad evidenziare il buon accordo tra le distribuzioni teoriche e le frequenze empiriche, mostra un considerevole scostamento della distribuzione corrispondente al bosco rispetto a quella dell'incolto.

Nella Tab. 3 per i siti campionati solo in superficie (Frassineto, Lecceta, Pineta, Roverella) e in Tab. 4 per la Sughereta alle diverse profondità, è riportato il numero  $N$  delle ripetizioni delle misure di  $\rho_b$  e di  $K_{fs}$ , nonché il valore medio,  $M$ , e il coefficiente di variazione,  $CV$ , delle stesse grandezze.

Con riferimento alle misure condotte in superficie (0-10 cm), l'esame delle suddette tabelle mostra che la conducibilità idraulica alla saturazione misurata nelle aree boscate è risultata sistematicamente più elevata di quella corrispondente alle aree incolte limitrofe. Tuttavia, il rapporto tra la conducibilità idraulica alla saturazione media del bosco e quella della corrispondente area incolta ha assunto valori compresi in un range piuttosto ampio, pari a  $2.0 \div 11.5$ . Soltanto per valori del suddetto rapporto  $\geq 3.4$ , le differenze tra la conducibilità dell'area boscata e quella dell'area incolta sono risultate statisticamente significative (Lecceta, Pineta e Sughereta). Pertanto, l'indagine ha evidenziato una diversa efficacia della specie forestali testate nel determinare un incremento di  $K_{fs}$  in confronto alla condizione di suolo incolto. La suddetta efficienza è



**Figura 4.** Adattamento della distribuzione teorica LN2 alle misure di conducibilità idraulica,  $K_{fs}$  ( $\text{mm h}^{-1}$ ), ottenute in superficie (0-10 cm) nella Sughereta e nella limitrofa area incolta

risultata massima per la Lecceta e minima, nonché praticamente trascurabile, per il Frassineto e la Roverella. Entrambe queste specie crescono su un suolo a tessitura più fine di quella rilevata negli altri siti. Questa circostanza suggerisce un effetto più contenuto del bosco sulle caratteristiche di conducibilità idraulica dei suoli argillosi, ma necessita di ulteriori approfondimenti e verifiche in considerazione della eterogeneità delle specie forestali presenti nelle diverse tipologie di suolo.

Le misure di  $\rho_b$  ottenute nelle aree incolte sono risultate, con una sola eccezione (Pineta), più elevate di quelle ricavate nelle aree boscate e la significatività delle differenze tra le aree poste a confronto è stata riconosciuta per tre delle aree considerate (Frassineto, Roverella, Sughereta, Tab. 3 e 4). In genere (cioè, con l'eccezione della Pineta) i risultati ottenuti sono apparsi numericamente convincenti dato che, per fissata specie, il rilievo di un valore relativamente minore di  $K_{fs}$  è stato effettuato in un suolo caratterizzato da una maggiore densità apparente.

Sito	Specie Forestale	Area	$\rho_b$ ( $\text{g cm}^{-3}$ )			$K_{fs}$ ( $\text{mm h}^{-1}$ )		
			<i>N</i>	<i>M</i>	<i>CV</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>CV</i>
1	Frassineto	bosco	10	1.040a	0.12	14	836.3a	1.95
2		incolto	10	1.216b	0.16	14	402.5a	1.11
3	Lecceta	bosco	10	1.164a	0.15	20	896.0a	0.97
4		incolto	6	1.196a	0.10	19	78.1b	1.14
5	Pineta	bosco	6	1.610a	0.16	18	130.7a	2.57
6		incolto	6	1.458a	0.11	20	38.9b	1.04
7	Roverella	bosco	10	1.106a	0.13	18	639.4a	1.61
8		incolto	10	1.310b	0.08	9	315.6a	4.21

**Tabella 3.** Dimensione campionaria, *N*, media, *M*, e coefficiente di variazione, *CV*, della densità apparente del suolo secco,  $\rho_b$ , e della conducibilità idraulica del suolo saturo,  $K_{fs}$ , misurati nello strato superficiale (0-10 cm) di differenti aree boscate e in aree incolte limitrofe. Per fissate specie forestale e variabile, i valori seguiti dalla stessa lettera non sono significativamente differenti secondo un test t a due code ( $P = 0.05$ )

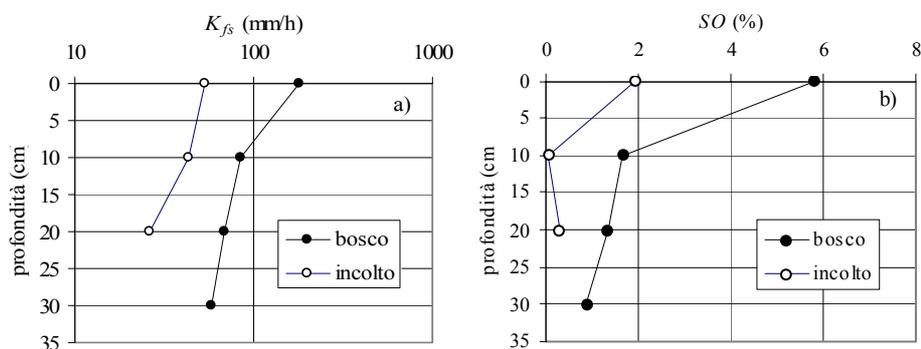
Sito	Specie Forestale	Area	profondità (cm)	$\rho_b$ (g cm <sup>-3</sup> )			$K_{fs}$ (mm h <sup>-1</sup> )		
				<i>N</i>	<i>M</i>	<i>CV</i>	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>CV</i>
9	Sughereta	bosco	0-10	6	1.238a	0.13	19	139.9a	0.82
			10-20	4	1.369	0.03	5	70.4	0.84
			20-30	4	1.442	0.07	5	57.9	0.75
			30-40	4	1.510	0.04	5	55.0	0.37
10	Sughereta	incolto	0-10	6	1.666b	0.07	20	40.1b	0.96
			10-20	6	1.531	0.06	5	33.0	1.02
			20-30	6	1.574	0.04	5	24.1	0.46

**Tabella 4.** Dimensione campionaria, *N*, media, *M*, e coefficiente di variazione, *CV*, della densità apparente del suolo secco,  $\rho_b$ , e della conducibilità idraulica del suolo saturo,  $K_{fs}$ , misurati a diverse profondità in un'area a Sughereta e in un'area incolta limitrofa. Per fissate variabile e profondità, i valori seguiti dalla stessa lettera non sono significativamente differenti secondo un test t a due code ( $P = 0.05$ ).

Tuttavia l'analisi statistica non ha consentito di stabilire una chiara corrispondenza tra i due set di misure dato che, in diversi casi, il rilievo di differenze significative tra le due aree, bosco e incolto, per una variabile è risultato associato al riconoscimento di differenze non significative per l'altra variabile. Una possibile causa delle discordanza evidenziata è la diversa dimensione del volume di suolo per l'esecuzione di una singola misura. In altri termini la misura di  $\rho_b$  potrebbe riferirsi a un campione che non riproduce adeguatamente la macroporosità che influenza invece le misure di  $K_{fs}$ .

Per la sughereta, in entrambi i casi (bosco, incolto), si sono ottenuti valori medi di  $K_{fs}$  che diminuiscono con la profondità (Tab.4). Nel bosco, la densità apparente ha assunto valori crescenti con la profondità mentre nell'area incolta, il valore più elevato di  $\rho_b$  è stato misurato in superficie. Tuttavia la ridotta dimensione campionaria sia di  $\rho_b$  che di  $K_{fs}$  ( $N = 4 - 6$ ) ha impedito l'analisi statistica delle misure tenuto conto che, soprattutto per quanto riguarda  $K_{fs}$ , l'elevata variabilità dei singoli rilievi (Warrick, 1988) impone la disponibilità di data-set maggiormente rappresentativi.

In Figura 5 sono rappresentati i profili della conducibilità idraulica alla saturazione  $K_{fs}$  (Figura 5a) e del contenuto di sostanza organica *SO* (Figura 5b).



**Figura 5.** Profili della conducibilità idraulica a saturazione  $K_{fs}$  (Figura 5a) e della sostanza organica *SO* (Figura 5b) ottenuti per la sughereta e per l'incolto limitrofo.

L'esame della figura, oltre ad evidenziare un incremento sia  $K_{fs}$  sia di  $SO$  nel suolo forestale rispetto all'area non boscata limitrofa, a tutte le profondità campionate, induce a riconoscere l'esistenza di un legame forte tra  $K_{fs}$  e  $SO$ . Questa circostanza trova conferma nel grafico di Figura 6 dal quale si rileva che, localmente, la variazione del contenuto di sostanza organica spiega una percentuale significativa della variabilità complessiva di  $K_{fs}$  osservata.

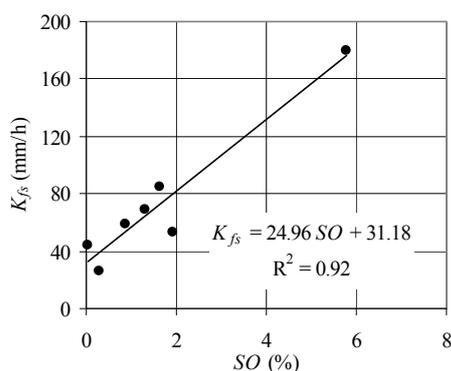


Figura 6. Relazione tra la conducibilità idraulica del suolo saturo  $K_{fs}$  e il contenuto di sostanza organica  $SO$  ottenuta per le misure condotte nella Sughereta e nell'incolto limitrofo.

#### 4 CONCLUSIONI

L'effetto indotto dal bosco sulle proprietà fisiche ed idrauliche del suolo non è stato ancora inequivocabilmente accertato nonostante sia riconosciuto un ruolo significativo della copertura forestale sui meccanismi di attuazione dei processi idrologici.

L'obiettivo della presente indagine è stato quello di confrontare la densità apparente del suolo secco,  $\rho_b$ , e la conducibilità idraulica alla saturazione,  $K_{fs}$ , di un'area boscata e di un'area testimone incolta, adiacente al bosco. L'indagine è stata effettuata nel bacino idrografico siciliano dell'Eleuterio a Lupo, considerando cinque diverse specie forestali (Frassineto, Lecceta, Pineta, Roverella, Sughereta) e campionando complessivamente, quindi, 10 aree.

Nella quasi generalità dei casi, nell'area boscata sono stati misurati valori di  $\rho_b$  più bassi e valori di  $K_{fs}$  più elevati di quelli ottenuti nell'area incolta. Tuttavia le differenze sono risultate significative soltanto in tre dei cinque casi considerati, sia per quanto riguarda  $\rho_b$  che con riferimento a  $K_{fs}$ . Pertanto, l'effetto atteso del bosco, e cioè una riduzione di  $\rho_b$  e un aumento di  $K_{fs}$ , non costituisce un risultato sistematico.

Per quanto riguarda  $K_{fs}$ , le differenze più rilevanti tra l'area boscata e quella incolta sono state rilevate nella Lecceta, che cresce su un suolo franco. Differenze modeste e statisticamente non significative sono state osservate invece nei suoli argillosi, indipendentemente dalla specie vegetale presente (Frassineto, Roverella).

Infine, il campionamento effettuato nella Sughereta a differenti profondità ha consentito di riconoscere che il solo contenuto di sostanza organica può essere utilizzato localmente per la stima della conducibilità idraulica del suolo saturo.

**Ringraziamenti.** Gli autori desiderano ringraziare i dott.ri M. Panno e G. Mandracchia, e il Sig. S. Cartella per il contributo fornito nella esecuzione delle misure.

#### BIBLIOGRAFIA

- Bagarello V., Iovino M. & Elrick D. (2004). A simplified falling head technique for rapid determination of field-saturated hydraulic conductivity. *Soil Science Society of America Journal*, 68:66-73.
- Calder I.R. & Newson M.D. 1980. The effect of afforestation on water resources in Scotland. P.51-62 in Land Assessment in Scotland, Proc. Symp. Roy. Geogr. Soc. Edinburgh.
- Dazzi, C., Raimondo, S. & Cirrito, V. (1983) – Modello di studio integrato del territorio (Ficuzza-Palermo) nota n. 5- I suoli- *Quaderni di Agronomia* n. 10 – Palermo.
- Elrick D.E. & Reynolds W.D. (1992). Methods for analyzing constant-head well per-meameter data. *Soil Science Society of America Journal*, 56:320-323.
- Gianguzzi, L. (2004) Il paesaggio vegetale della Riserva Naturale Orientata "Bosco della Ficuzza, Rocca Busambra, Bosco del Cappelliere, Gorgo del Drago"; *Collana Sicilia Foreste* 22, Azienda Foreste Demaniali della Regione Siciliana, pp. 159. Palermo.
- Helsel D.R. & Hirsch R.M. (1992). Statistical methods in water resources. Elsevier, Amsterdam.
- Lee D.M., Reynolds W.D., Elrick D.E., Clothier B.E. (1985). A comparison of three field methods for measuring saturated hydraulic conductivity. *Canadian Journal of Soil Science*, 65:563-573.
- Liguori, V. (1983) – Modello di studio integrato del territorio (Ficuzza-Palermo) nota n. 3- geologia tecnica e geomorfologia- *Quaderni di Agronomia* n. 10 – Palermo.
- Nemes A., Rawls W.J. & Pachepsky Y.A. 2005. Influence of organic matter on the estimation of saturated hydraulic conductivity. *Soil Science Society of America Journal*, 69:1330-1337.
- Painter R.B., Blyth K., Mosedale J.C. & Kelly M. 1974. The effect of afforestation on erosion processes and sediment yield. P.62-67 in Proc. Symp. Effects of Man on the Interface of the Physical Environment, IAHL Publ. 113, Paris.
- Philip J.R. (1992). Falling head ponded infiltration. *Water Resources Research*, 28(8):2147-2148.
- Rawls W.J., Nemes A. & Pachepsky Y.A. 2005. Effect of soil organic matter on soil hydraulic properties. P.95-114 in Y.A.Pachepsky & W.R.Rawls (eds.). Development of pedotransfer functions in soil hydrology. Elsevier, Amsterdam-New York.
- Reynolds, W.D., Bowman, B.T., Drury, C.F., Tan, C.S. & Lu, X. Indicators of good soil physical quality: density and storage parameters, *Geoderma*, 2002, 110, 131-146.
- Wahl N.A., Wöllecke B., Bens O. & Hüttl R.F. 2005. Can forest transformation help reducing floods in forested watersheds? Certain aspects on soil hydraulics and organic matter properties. *Physics and Chemistry of the Earth*, 30:611-62.
- Wu L., Pan L., Mitchell J. & Sanden B. (1999). Measuring saturated hydraulic conductivity using a generalized solution for single-ring infiltrometers. *Soil Science Society of America Journal*, 63:788-792.
- Warrick A.W. (1998). Appendix 1: Spatial variability. p.655-675. In D.Hillel, Environmental Soil Physics, Academic Press, San Diego.