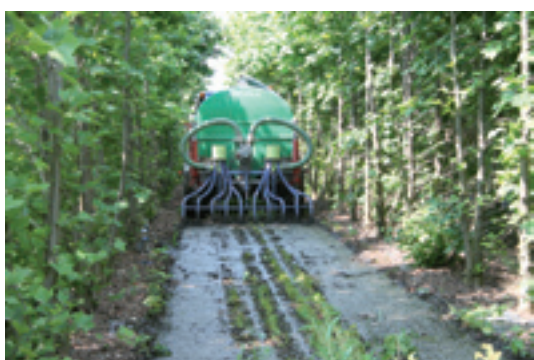
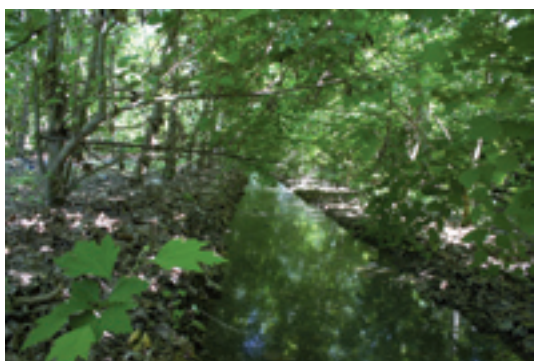


RedAFI

Progetto RedAFI Aree Forestali di Infiltrazione e riduzione di azoto da digestati



OBIETTIVI

Il progetto di durata triennale promuove attività di studio, ricerca e sperimentazione finalizzate all'innovazione ambientale eco-compatibile in agricoltura, in particolare nei confronti del problema della riduzione dell'apporto di nutrienti di origine agricola nel Bacino scolante della Laguna di Venezia. Nello specifico, svolgendosi in un terreno dotato di un sistema AFI (Area Forestale d'Infiltrazione), si è voluto verificare se ai due obiettivi prioritari delle AFI, cioè l'infiltrazione dell'acqua per la ricarica delle falde e la produzione di biomassa legnosa a scopo energetico, si possa aggiungere una terza funzione riguardante l'abbattimento di una quota significativa di N e P contenuto nel digestato liquido bovino, proveniente da impianti di biogas che utilizzano reflui zootecnici, distribuito nelle interfile degli impianti arborei. Grazie alla taratura e validazione di modelli che simulano il comportamento idrologico e le dinamiche dei nutrienti, il progetto ha fornito dei risultati validi non solo per i siti oggetto di sperimentazione ma esportabili ad altri contesti simili.

DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Nel corso del progetto sono state effettuate le seguenti attività:

1. misura delle dinamiche di azoto e fosforo in un sistema AFI maturo (5-7 anni) soggetto a distribuzione di due diversi carichi di azoto proveniente dalla frazione liquida di digestato bovino (170 kg N/ha/anno, limite attuale di legge, e 250 kg N/ha/anno, limite di deroga alla Direttiva Nitrati 91/676/CE);
2. confronto tra capacità fitodepuranti di un sistema AFI maturo con un campo di loiessa-mais coltivato con un piano culturale convenzionale;
3. misura della produzione di biomassa legnosa nelle tesi interessate allo spandimento di digestato rispetto a quelle non soggette a fertilizzazione;
4. misura delle emissioni gassose (gas serra) nei momenti successivi all'effettuazione dello spandimento;
5. misura della capacità di ricarica della falda del sistema AFI .

RISULTATI

Coerentemente con gli obiettivi di progetto sono state testate in parallelo, oltre alla tesi di controllo (A0), le tesi (A1, A2) relative a un sistema di AFI e le tesi M0 e M1 relative a un sistema loiessa-mais (tabella 1).

Tabella 1 – Tesi monitorate nel corso della sperimentazione.

Tipo di coltura	Descrizione	Codice	Carico teorico di digestati applicato (kg N ha ⁻¹ anno ⁻¹)
AFI a <i>Platanus hybrida</i>	Controllo AFI	A0	0
AFI a <i>Platanus hybrida</i>	Tesi coincidente con limiti di legge per distribuzioni. Distribuzione della frazione liquida di digestato bovino.	A1	170
AFI a <i>Platanus hybrida</i>	Tesi coincidente con limiti di legge in applicazione della "deroga". Distribuzione della frazione liquida di digestato bovino.	A2	250
Loiessa-mais	Controllo loiessa -mais	M0	0
Loiessa-mais	Loiessa-mais seguendo piano culturale convenzionale (separato liquido digestato bovino + fertilizzante chimico azotato)	M1	170 (+170 di fertilizzante chimico)

1. DINAMICHE DI N E P IN AFI

Nelle due tesi in AFI la distribuzione del digestato è stata effettuata nella sola interfila (3,5 m).

Le variazioni delle concentrazioni del contenuto di azoto nelle acque dei suoli a diverse profondità, misurati e simulati (Hydrus 1D) in rapporto alle distribuzioni di digestato ed alle precipitazioni evidenziano un andamento simile nella tesi A1 e in A2, mentre i valori assoluti dei picchi sono quasi doppi. Il bilancio di massa per N e P viene invece riportato nella tabella 2.

Si osserva come, nonostante l'impianto abbia raggiunto la maturità, le perdite in falda di N siano significative: 35,9% e 37,5% del distribuito nei due anni agricoli della sperimentazione rispettivamente nelle due tesi A1 e A2.

In entrambe le tesi, risulta esserci una riduzione significativa nelle concentrazioni fra i primi due strati (30 e 60 cm) ed il terzo (90 cm). Questo è indice di una acquisita capacità di trasformazione dell'azoto (assorbimento da parte della vegetazione e denitrificazione) da parte dei processi che si verificano nella rizosfera dell'AFI, il cui effetto però non è tale da limitare in modo completo le perdite in falda a seguito del permanere di dinamiche idrologiche molto rapide.

Rispetto alla fase iniziale (si veda progetto RiduCaReflui) risulta più significativo l'assorbimento (uptake) vegetazionale che al 6° anno di impianto porta ad avere un immagazzinamento di circa 80 kg ha⁻¹ anno⁻¹ di N_{tot} nella biomassa legnosa, contro i circa 20 misurati al 3° anno di impianto. Anche la quota di N contenuta nella biomassa fogliare, che in parte viene asportata tramite le operazioni di manutenzione delle scoline e in parte ritorna in ciclo, con dinamiche però più lente, è significativamente più elevata.

Tabella 2 – Somma cumulativa di N_{tot} lisciviato in falda nel periodo di studio per le tesi M1, A1 e A2 e relativa quantificazione nei due anni agrari monitorati. I dati relativi alla lisciviazione sono stati ottenuti con il modello Hydrus 1D.

Anno*	Tesi	N _{tot} distribuito kg/ha	N _{tot} lisciviato kg/ha	%	P _{tot} distribuito kg/ha	P _{tot} lisciviato kg/ha
2012-2013	M1	382,7	221,9	58,0	66,8	5,3
	A1	177,7	17,6	9,9	27,5	0,7
	A2	260,4	17,6	6,8	40,3	0,6
2013-2014	M1	414,3	119,2	28,8	64,2	3,4
	A1	161,0	104,1	64,7	22	3,8
	A2	237,0	169,0	71,3	32,4	2,0
TOTALE	M1	797,0	341,2	42,8	131	8,7
	A1	338,7	121,8	35,9	49,5	4,5
	A2	497,4	186,7	37,5	72,7	2,6

* 1 ottobre - 30 settembre

I rilievi ed in particolare la caratterizzazione idrogeologica del sistema hanno dimostrato con chiarezza che il sistema delle scoline ed il sistema dei suoli presenti nelle interfile sono nettamente separati. L'assenza di movimenti laterali delle acque, che si muovono nel suolo unicamente con deflusso verticale fa sì che le acque di infiltrazione, che procedono dalle scoline verso la falda e le acque di percolazione dalle zone di distribuzione dei digestati (nelle interfile) si muovano su binari paralleli. Si esclude quindi il rischio di contaminazione delle acque destinate alla ricarica della falda.

Ne consegue che le AFI, nelle zone di interfila possono essere utilizzate per attività colturali che prevedano anche la distribuzione di digestati nei limiti di legge.

Volendo esaminare il sistema AFI nel suo complesso si osserva che un ettaro di AFI è in grado di infiltrare poco meno di 800.000 m³ ha⁻¹ anno⁻¹ di acqua con concentrazioni prossime a 1 mg L⁻¹ di

N_{tot} verso la falda. Dalle zone di interfila oggetto di distribuzione dei digestati, nel caso peggiore, percolano circa 5.000 m³ ha⁻¹ anno⁻¹ di acqua con concentrazioni medie di 25-30 mg L⁻¹ di N_{tot}. La falda presenta valori medi, in termini di concentrazione di N, pari a 6 mg L⁻¹ (dati ARPAV). È del tutto evidente che il sistema AFI nel suo complesso, tende quindi a diluire le concentrazioni di N in falda, apportando significativi benefici all'acquifero non solo in termini di recupero quantitativo, ma anche in termini di recupero qualitativo.

Per quanto concerne il fosforo va osservato che i suoli del sito sperimentale sono molto dotati di fosforo assimilabile (84 mg kg⁻¹); questo dato viene confermato anche dai valori medi delle acque nei suoli registrati nelle due tesi di controllo (0,2 mg L⁻¹ in M0 e 0,39 mg L⁻¹ in A0) e ancor più dai picchi che raggiungono valori prossimi a 2 mg L⁻¹. In termine di bilancio si osserva un leggero eccesso fra le distribuzioni (oscillanti fra i 20-40 kg ha⁻¹ anno⁻¹) e le asportazioni (oscillanti fra i 15-25 kg ha⁻¹ anno⁻¹) che giustificano la presenza di fenomeni di lisciviazione di P, risultati comunque inferiori ai 5 kg ha⁻¹ anno⁻¹.

2. CONFRONTO FRA AFI E MAIS-LOIESSA

Parallelamente al confronto fra diverse tesi in AFI è stato effettuato un confronto anche con una coltura tradizionale quale il mais con loiessa in copertura invernale.

Considerando la lisciviazione (leaching) di azoto, in termini di bilancio di massa, le differenze sono risultate molto significative con perdite annuali (come media) di circa 170 kg ha⁻¹ N_{tot} in mais-loiessa e di 61 e 94 kg ha⁻¹ N_{tot} nelle tesi A1 e A2 (deroga) rispettivamente (tabella 2). Tali differenze si riducono sensibilmente, ma restano comunque significative, considerando invece le perdite via *leaching* in percentuale rispetto al distribuito.

Si osserva che in terreni estremamente poco protettivi, come quello in questione, le perdite di N in falda rimangono strettamente dipendenti dalle quantità distribuite, indipendentemente dal tipo di colture e lavorazioni in atto; in mais-loiessa, nonostante una buona capacità di utilizzazione dell'azoto da parte delle colture (circa 300 kg ha⁻¹ anno⁻¹ di N_{tot}), per ottenere una produttività sostenibile è necessaria una fertilizzazione chimica aggiuntiva rispetto a quella con i soli reflui zootecnici; al contrario, le colture arboree non hanno una resa produttiva strettamente collegata alla disponibilità di azoto, per cui è ampiamente sufficiente la distribuzione di azoto solo di origine zootecnica; in termini di contenimento del *leaching* questo è il fattore chiave che avvantaggia l'AFI rispetto al mais-loiessa.

3. BIOMASSE LEGNOSE

Considerando la resa produttiva, si può evidenziare come la Paulownia sia risultata la specie nettamente più produttiva con 30 t/ha/anno di s.f., pur considerando il più basso contenuto idrico del cippato ottenuto (47%). La minor produzione è stata registrata dal Frassino ossifillo con 7,5 t/ha/anno di s.f., praticamente la metà rispetto al platano (15 t/ha/anno s.f.) ed un quarto rispetto alla Paulownia. Il salice ha registrato una produzione di 13 t/ha/anno s.f. Si potrebbe ipotizzare che, oltre ad una caratteristica genetica intrinseca, anche la minor produttività delle specie autoctone impiegate sia imputabile al fatto che esse prediligono terreni ad elevata disponibilità idrica. In questo caso infatti, durante la stagione estiva l'acqua non è stata immessa nelle scoline per riserVARLA all'irrigazione delle superfici agricole, e questi terreni alluvionali, caratterizzati da abbondante scheletro, sono rimasti asciutti. Relativamente all'area sperimentale a platano, nonostante il valore medio di biomassa risulti superiori nella tesi A2 (94 kg rispetto ai 83,5 e 83 kg p.f. di A1 e A0 rispettivamente), le differenze non sono da considerarsi significative (tabella 3).

Tabella 3 – Caratteristiche e rese della biomassa ottenuta dalle diverse specie.

Specie	Tesi	Età soprassuolo (anni)	Diametro medio (cm) a petto d'uomo	Peso biomassa prodotta s.f. (t)	Peso biomassa prodotta s.f. (t/ha)	Peso biomassa prodotta s.f. (t/ha/anno)	Contenuto idrico medio (rif. peso fresco) ²
Paulownia		5	15,93	45,04	151,33	30,27	47%
Frassino ossifillo		7	-	15,91	53,03	7,58	>55%
Salice		7	-	27,15	90,50	12,93	>55%
Platano	A1 fila 1	7	10,70	1,95	-	-	>55%
	A1 fila 2		10,30	1,85	-	-	>55%
	A2 fila 1		11,20	2,51	-	-	>55%
	A2 fila 2		10,68	2,13	-	-	>55%
	A0 fila 1		9,82	1,66	-	-	>55%
	A0 fila 2		10,50	1,89	-	-	>55%
Platano non sperim. (5 filari)		7	-	10,01			
Totale platano				22,00	104,76	14,96	

Nota²: il misuratore non è in grado di rilevare con precisione il valore del contenuto idrico qualora esso sia superiore al 55%. In queste condizioni il valore registrato risulta indistintamente > 55%.

4. EMISSIONI GASSOSE

Sono state studiate le emissioni gassose legate allo spandimento di digestato bovino in tutte le tesi. La metodologia di rilievo adottata nell'ambito del presente progetto, basata sull'utilizzo di camere chiuse (figura 1) a ricircolo dell'aria (Enclosures, Dynamic Chamber) ha posto come obiettivo principale la determinazione delle emissioni di NH₃ ed N₂O, ma è stata utilizzata anche per la determinazione dei gas serra (GHG), quali anidride carbonica (CO₂), protossido d'azoto (N₂O) e metano (CH₄).



Figura 1 – Camere posizionate nella tesi RedAFI - A2, subito dopo la distribuzione di digestato.

Mais-loiessa

Le emissioni totali di N sono risultate comprese tra lo 0,8 e l'8,2% dell'azoto distribuito, con una notevole differenza tra gli interventi di distribuzione seguiti da lavorazioni di interrimento e distribuzione senza lavorazione, la quale ha evidenziato le emissioni più elevate pur con una dose distribuita inferiore di azoto. L'emissione cumulata annualmente di N è risultata pari a 9,73 e 2,93 kg ha⁻¹ (tabella 4).

Tabella 4 – Emissioni annuali di azoto dalla tesi M1.

	N-NH ₃ (kg ha ⁻¹)	N-N ₂ O (kg ha ⁻¹)	N totale (kg ha ⁻¹)	N em./N dis. % (valore medio)
Anno I	8,72	1,01	9,73	4,97
Anno II	2,32	0,61	2,93	0,96

Le emissioni di GHG (gas serra) hanno evidenziato una tendenza opposta rispetto a quella delle emissioni di N, essendo stato rilevato l'aumento delle emissioni a carico degli interventi di distribuzione seguiti da lavorazioni di interrimento del digestato, rispetto

al primo intervento di distribuzione solo superficiale. Nei due anni di sperimentazione è risultato un valore medio di emissione corrispondente a un GWP (Global Warming Potential, potenziale di riscaldamento globale) di 757,9 kg CO₂ eq. ha⁻¹ (tabella 5).

Tabella 5 – Emissioni medie di GHG dalla tesi M1 e calcolo del GWP. I valori rappresentano l'emissione totale cumulata fino a 24 ore dalla distribuzione.

	CO ₂ (kg CO ₂ eq. ha ⁻¹)	CH ₄ (kg CO ₂ eq. ha ⁻¹)	N ₂ O (kg CO ₂ eq. ha ⁻¹)	GWP totale (kg CO ₂ eq. ha ⁻¹)
Anno I	443,2	34,7	236,8	714,6
Anno II	619,7	39,6	142,1	801,4
Media 2 anni	531,4	37,1	189,4	757,9

AFI

Le emissioni di NH₃ hanno rappresentato la quasi totalità delle emissioni azotate (tabella 6) e, nei diversi interventi di distribuzione effettuati, sono risultate variabili da 2,3 a 16,8 kg N ha⁻¹. Le tesi A2 hanno sempre evidenziato emissioni più elevate rispetto alle tesi A1, con differenze tra le tesi che sono risultate più elevate in condizioni estive caratterizzate da temperature ambientali elevate. Le emissioni di NH₃ conseguenti all'ultimo intervento di distribuzione (05/06/2014) sono risultate più elevate rispetto agli altri interventi di distribuzione (14,1 e 1648 kg N ha⁻¹, rispettivamente per le tesi A1 e A2), in conseguenza della più elevata dose di distribuzione.

Le emissioni di N, infatti, hanno evidenziato un andamento crescente in relazione alle dosi di distribuzione, ma con un tasso di aumento che progressivamente si è ridotto all'aumentare della dose applicata.

Tabella 6 – Emissioni cumulative annuali di azoto dal sistema colturale Platano su AFI.

	Tesi	N- NH ₃ (kg ha ⁻¹)	N-N ₂ O (kg ha ⁻¹)	N totale (kg ha ⁻¹)	N em./N dis. % (valore medio)
Anno I	A1	9,4	0,39	9,8	6,0
	A2	14,6	0,80	15,4	6,4
Anno II	A1	14,1	0,02	14,1	8,8
	A2	16,8	0,03	16,8	7,1

Le emissioni di GHG sono risultate variabili da 200,1 a 492,5 kg CO₂ eq. ha⁻¹ 24h⁻¹ per la tesi A1 e da 274,1 a 690,4 kg CO₂ eq. ha⁻¹ 24h⁻¹ per la tesi A2. I valori di emissione più elevati sono stati rilevati in seguito all'intervento di distribuzione estiva, per entrambe le tesi (29/07/2013) ed a questi ha contribuito in modo relativamente importante N₂O, che ha raggiunto valori più elevati rispetto a quelli misurati negli altri interventi di distribuzione.

Tabella 7 – Emissioni annuali di GHG e calcolo del GWP nelle tesi RedAFI. I valori rappresentano le emissioni totali cumulate fino a 24 ore dalla distribuzione del digestato.

	Tesi	CO ₂ (kg CO ₂ eq. ha ⁻¹)	CH ₄ (kg CO ₂ eq. ha ⁻¹)	N ₂ O (kg CO ₂ eq. ha ⁻¹)	GWP totale (kg CO ₂ eq. ha ⁻¹)
Anno I (*)	A1	228,0	24,1	60,2	312,3
	A2	307,5	39,2	124,8	471,5
Anno II (**)	A1	260,2	135,6	9,6	405,4
	A2	311,4	244,2	15,6	571,2

(*) Anno I: dose annua di digestato distribuita con 3 interventi. (**) Anno II: dose annua di digestato distribuita con un unico intervento.

Su base annua, con la distribuzione della dose di digestato in 3 interventi è stato calcolato un valore di GWP medio pari a 312,3 e 471,5 kg CO₂ eq. ha⁻¹, rispettivamente per le tesi A1 e A2, inferiore rispetto a quello calcolato con la distribuzione della dose annua in un unico intervento, pari a 405,4 – 571,2 kg CO₂ eq. ha⁻¹, rispettivamente per le tesi A1 e A2 (tabella 7).

Conclusioni

Le emissioni di NH₃ sono state influenzate dalla tecnica di distribuzione del digestato, ancor più che dal sistema colturale, dalla dose distribuita o dall'epoca di distribuzione. Infatti l'interramento con dissodamento del terreno entro 1 ora dalla distribuzione (tesi M1, sito RedAFI) ha evidenziato fattori di emissione inferiori o uguali al 2,0%. La tecnica di distribuzione superficiale sul sistema AFI ha evidenziato, invece, fattori di emissione più elevati, mediamente variabili da 11,6 a 17,6%, con i valori più bassi quando la dose annua di N è stata distribuita in 3 interventi annuali, rispetto ad un'unica distribuzione annuale. In queste situazioni, la lenta infiltrazione del digestato nel suolo si è dimostrato fattore critico per le emissioni gassose.

5. CAPACITÀ DI INFILTRAZIONE

I tassi d'infiltrazione in falda dell'AFI sono stati calcolati attraverso il bilancio di massa secondo la seguente equazione:

$$I = D + P - EVT - E_w$$

dove l'infiltrazione netta (I) comprende la somma dei seguenti termini: derivazioni (D) dalla Roggia Remondina (fiume Brenta), precipitazioni (P), evapotraspirazione (EVT) e evaporazione (E_w). La discrepanza tra il deflusso cumulativo D e gli altri componenti è evidente, poiché D è maggiore per più 80 volte rispetto a tutti gli altri flussi cumulativi (figura 2 e tabella 8). Infatti, il D cumulativo alla fine dei tre anni di monitoraggio ammonta a 2.330.265

m³/ha, mentre le P cumulative sono pari a 65.504 m³/ha, dando un'alimentazione complessiva del sistema di 2.395.768 m³/ha; mentre l'uscita cumulativa è risultata pari a 37.403 m³/ha di cui solo 4.391 m³/ha causati dall'E_w dalle canalette e 33.012 m³/ha causati dall'EVT dalla zona boschiva; infine, nessun flusso è mai stato misurato in uscita del sistema di ricarica artificiale dell'acquifero durante i tre anni di monitoraggio.

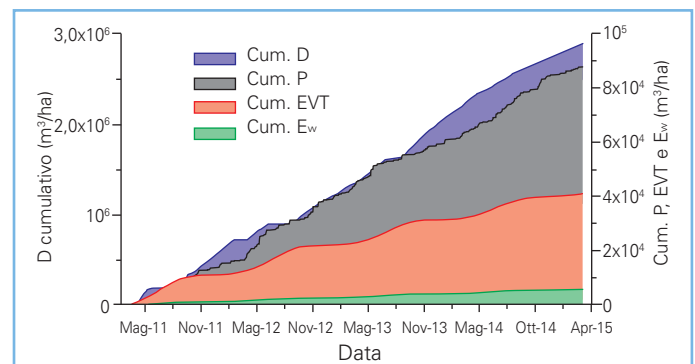


Figura 2 – Flussi cumulativi delle diverse componenti del bilancio idrico. Nota la differenza di scala dell'asse y.

Tabella 8 – Componenti del bilancio idrologico (m³/ha) per il sistema di ricarica artificiale dell'acquifero nei tre anni di monitoraggio: derivazione (D), precipitazioni (P), evapotraspirazione (EVT), evaporazione (E_w) ed infiltrazione (I).

Anno di monitoraggio*	D	P	EVT	E _w	I
Anno I	745.636	20.049	12.940	1.520	751.225
Anno II	660.719	26.546	10.536	1.186	675.543
Anno III	923.910	18.909	9.537	1.685	931.597
Valore medio	776.755	21.835	11.004	1.464	786.122

* Da aprile a marzo

La presente scheda è la sintesi divulgativa delle attività e dei risultati del "REDAFI – Aree Forestali di Infiltrazione e riduzione di Azoto da digestati"

Coordinamento generale – Veneto Agricoltura, Settore Bioenergie e Cambiamento Climatico Federico Correale Santacroce, Fabiano Dalla Venezia, Roberta Zanin e Loris Agostinetto

Responsabile dei progetti Federico Correale Santacroce

Coordinamento scientifico Bruna Gumiero e Bruno Boz

Emissioni gassose: Università di Udine, Dipartimento di Scienze agroalimentari, ambientali e animali

Francesco Da Borso, Francesco Candoni e Alessandro Chiumenti

Aspetti idrologici: Consorzio Futuro in Ricerca, Ferrara

Micol Mastrocicco, Nicolò Colombani

Distribuzioni sperimentali: Università di Padova, Dipartimento Territorio e Sistemi Agroforestali Franco Gasparini

Analisi chimico fisiche: Servizio Laboratorio Provinciale di Venezia sede operativa di Treviso Marina Raris, Valentina Catto, Raffaella Scaggiante,

Valentino Guzzo, Clara Buora e Michela Salvadori

Dati meteorologici: ARPAV – Centro Meteorologico di Teolo. Ufficio Reti di monitoraggio Paolo Canella

Gestione idraulica: Consorzio di Bonifica Brenta Samuele Pia

Azienda sede delle attività sperimentali:

Società agricola Agrifloor di Paolo Cerantola

Per un approfondimento sul Progetto si veda la pubblicazione "Progetti REDAFI e FLOROBASCO: Valorizzare i nutrienti, produrre biomassa da energia" che è disponibile on-line sul sito www.venetoagricoltura.org (sezione Formazione, convegnistica, editoria / catalogo editoriale / agricoltura sostenibile) e sul sito <http://riducareflui.venetoagricoltura.org/>

Autori: Sintesi a cura di Loris Agostinetto e Fabiano Dalla Venezia

Impostazione grafica: Federica Mazzuccato

Foto e grafici: Veneto Agricoltura - Settore Bioenergie e Cambiamento Climatico, Bruno Boz, Bruna Gumiero, Francesco Da Borso, Nicolò Colombani

Pubblicazione edita da

Veneto Agricoltura - Azienda Regionale per i Settori Agricolo, Forestale ed Agroalimentare - Viale dell'Università, 14 - 35020 Legnaro (PD)

Tel. 049 8293711 - Fax 049 8293815

e-mail: info@venetoagricoltura.org - www.venetoagricoltura.org

Coordinamento editoriale

Stefano Barbieri, Silvia Ceroni - Settore Divulgazione Tecnica, Formazione

Professionale ed Educazione Naturalistica

Dirigente responsabile: Franco Norido (3482407408)

Via Roma, 34 - 35020 Legnaro (PD) - Tel. 049 8293920 - Fax 049 8293909

e-mail: divulgazione.formazione@venetoagricoltura.org

È consentita la riproduzione di testi, foto, ecc. previa autorizzazione

da parte di Veneto Agricoltura, citando gli estremi della pubblicazione.

Finito di stampare in aprile 2016 presso Adle Edizioni sas - Padova

