



REGIONE DEL VENETO

VENETO
AGRICOLTURA 
Azienda Regionale per i settori Agricolo, Forestale e Agro-Alimentare

Nitrati da problema a risorsa

Stato dell'arte e opportunità
dalle esperienze di progetto

Riduzione del Carico inquinante generato dai Reflui zootecnici
nell'area del bacino scolante della laguna veneta

Riduzione Reflui

PROGETTO



REGIONE DEL VENETO

VENETO
AGRICOLTURA 
Azienda Regionale per i settori Agricolo, Forestale e Agro-Alimentare

PROGETTO

RiduCaReflui

Nitrati da problema a risorsa

Stato dell'arte e opportunità
dalle esperienze di progetto

**Riduzione del Carico inquinante generato dai Reflui zootecnici
nell'area del bacino scolante della laguna veneta**

Pubblicazione finanziata nell'ambito del Progetto "Riduzione del carico inquinante generato dai reflui zootecnici nell'area del bacino scolante della laguna veneta - RiduCaReflui" finanziato dalla Regione Veneto con D.G.R. 4031 del 30/12/2008

GRUPPO DI COORDINAMENTO

Referente del Progetto: Riccardo De Gobbi – Dirigente Direzione Agroambiente, Regione del Veneto

Responsabile del Progetto: Giustino Mezzalira – Direttore Sezione Ricerca e Gestioni Agroforestali, Veneto Agricoltura

Coordinatore del Progetto: Federico Correale Santacroce – Dirigente Settore Bioenergie e Cambiamento Climatico, Veneto Agricoltura

Responsabile Gruppo di Coordinamento: Giulia Ruol – Consulente esterno, Veneto Agricoltura

L'elenco completo delle Unità Operative coinvolte nel Progetto è riportato a pagina 6.

AUTORI DELLA PRESENTE PUBBLICAZIONE

Rielaborazione e supervisione foto e testi a cura del Gruppo di Lavoro del Progetto RiduCaReflui:

per Veneto Agricoltura: Giustino Mezzalira, Federico Correale Santacroce, Giulia Ruol, Stefano Barbieri, Alessandro Cecchin, Gioia Garavini e Raffaello Zonin

per Regione del Veneto: Riccardo De Gobbi, Barbara Lazzaro, Fernando De Rosa, Lorenzo De Sabbata e Francesco Lamo

Per quanto riguarda la stesura dei singoli capitoli, essa si deve:

Introduzione: *Stefano Barbieri*

Capitolo 1: *Silvia Majer, Luciano Fantinato e Annarita Romanelli*

Capitolo 2: *Vasco Boatto, Alberto Brighenti e Raffaello Zonin; Marino Berton e Francesco Berno (par. 2.1.5); Davide Pettenella, Mattia Cai e Diego Gallo (par. 2.1.6)*

Capitolo 3: *Luigi Sartori, Marco Bietresato e Franco Gasparini*

Capitolo 4: *Roberto Chiumenti, Alessandro Chiumenti; Stefano Guercini, Clelia Rumor; Franco Cecchi, Paolo Pavan, Paolo Battistoni, David Bolzonella, Francesco Fatone e Cristina Cavinato; Paolo Giandon e Stefano Zennaro (par. 4.3.2); Maurizio Borin e Marco Politeo (par. 4.5.1); Bruna Gumiero, Diego Albanese e Bruno Boz (par. 4.5.2 e 4.5.3); Davide Pettenella, Mattia Cai e Diego Gallo (par. 4.6)*

Capitolo 5: *Davide Pettenella, Mattia Cai e Diego Gallo*

Capitolo 6: *Stefano Barbieri*

Coordinamento per la stesura dei testi: Federico Correale Santacroce e Giulia Ruol

Pubblicazione edita da

Veneto Agricoltura

Azienda Regionale per i Settori Agricolo, Forestale e Agroalimentare

Viale dell'Università, 14 - Agripolis - 35020 Legnaro (Pd)

Tel. 049.8293711 - Fax 049.8293815

e-mail: info@venetoagricoltura.org

www.venetoagricoltura.org

Realizzazione editoriale

Veneto Agricoltura

Azienda Regionale per i Settori Agricolo, Forestale e Agroalimentare

Coordinamento editoriale e realizzazione grafica

Margherita Monastero, Silvia Ceroni, Federica Mazzuccato

Settore Divulgazione Tecnica, Formazione Professionale ed Educazione Naturalistica

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, disegni etc previa autorizzazione da parte di Veneto Agricoltura, citando gli estremi della pubblicazione.

Prefazioni



Fare del problema nitrati una risorsa di fertilità e di energia per l'agricoltura: è questo l'impegnativo obiettivo che la Regione del Veneto si è posta dando vita al Progetto RiduCaReflui. Progetto che vede origine dalla Direttiva Europea Nitrati che per il Veneto individua oltre il 60% del territorio come Zona Vulnerabile ai Nitrati di origine agricola, con forti limitazioni nell'utilizzo degli effluenti azotati. È stato, quindi, impegno della Regione definire un contesto normativo, tecnico e gestionale nel quale, rispettando le risorse naturali quali acqua e suolo, si potesse mantenere la redditività delle aziende zootecniche venete, comparto leader in Italia, già messo in difficoltà dalla complessa congiuntura economica.

La recente approvazione da parte della Commissione Europea delle, pur stringenti, condizioni con le quali gli agricoltori possono chiedere di operare in deroga alla Direttiva Nitrati, è un ulteriore risultato frutto dell'impegno della Regione del Veneto, cui anche il Progetto RiduCaReflui ha dato un significativo contributo.

Ora, grazie ai risultati di questo Progetto, la Regione del Veneto dispone di un pacchetto di analisi su procedure, processi, tecnologie e know-how innovativi per la gestione dei reflui zootecnici, utili ad orientare le scelte dell'Amministrazione affinché l'allevatore del Veneto sia posto nelle condizioni di rispettare non solo la Direttiva Nitrati, ma l'ambiente nel suo insieme e favorire la vitalità dell'agricoltura veneta.

Franco Manzato

Assessore all'Agricoltura
della Regione Veneto



La sfida posta dal Progetto RiduCaReflui è stata tra le più impegnative di questi ultimi anni. Per questo Veneto Agricoltura ha individuato e coordinato un pool di esperti, coinvolto Centri di ricerca ed esperti tra i più qualificati del settore e operato direttamente con proprie professionalità e aziende dimostrative. Un impegno significativo che giunge ora a compimento.

Non è questo un punto di arrivo, perché sui temi che hanno caratterizzato RiduCaReflui, ovvero la tutela e l'uso razionale della risorsa acqua, la produzione di biogas, la gestione razionale e la concimazione del suolo secondo tecniche di agricoltura sostenibile, continua l'impegno di Veneto Agricoltura.

Continua non solo con l'attività svolta presso i nostri Centri sperimentali e Aziende dimostrative, ma anche attivando risorse europee come i Progetti LIFE "AQUA", per l'ottimizzazione dell'uso dell'azoto nell'azienda zootecnica, e "AQUOR" sulla gestione delle falde idriche, o ancora il Progetto "PURE" del 7° Programma quadro della ricerca, relativo alla agricoltura sostenibile, ed altri ancora.

Le esigenze dell'agricoltura e del territorio veneto sono tante e sempre più impegnative. Se vogliamo mantenere ed accrescere il nostro ruolo in Europa non possiamo e non dobbiamo fermarci.

Paolo Pizzolato

Amministratore Unico
di Veneto Agricoltura

Introduzione

Il Progetto “Riduzione del carico inquinante generato dai reflui zootecnici nell’area del bacino scolante della laguna veneta – RiduCaReflui” nasce dalla necessità di ricercare le migliori soluzioni gestionali e tecniche in grado di ridurre l’impatto sulle acque di falda degli effluenti di allevamento distribuiti sui terreni agricoli, offrendo nel contempo all’Amministrazione regionale un contesto nel quale adottare coerenti atti normativi. Il raggiungimento di tali obiettivi deve garantire la redditività delle imprese agricole e agrozootecniche, già messe in difficoltà dalla difficile congiuntura economica.

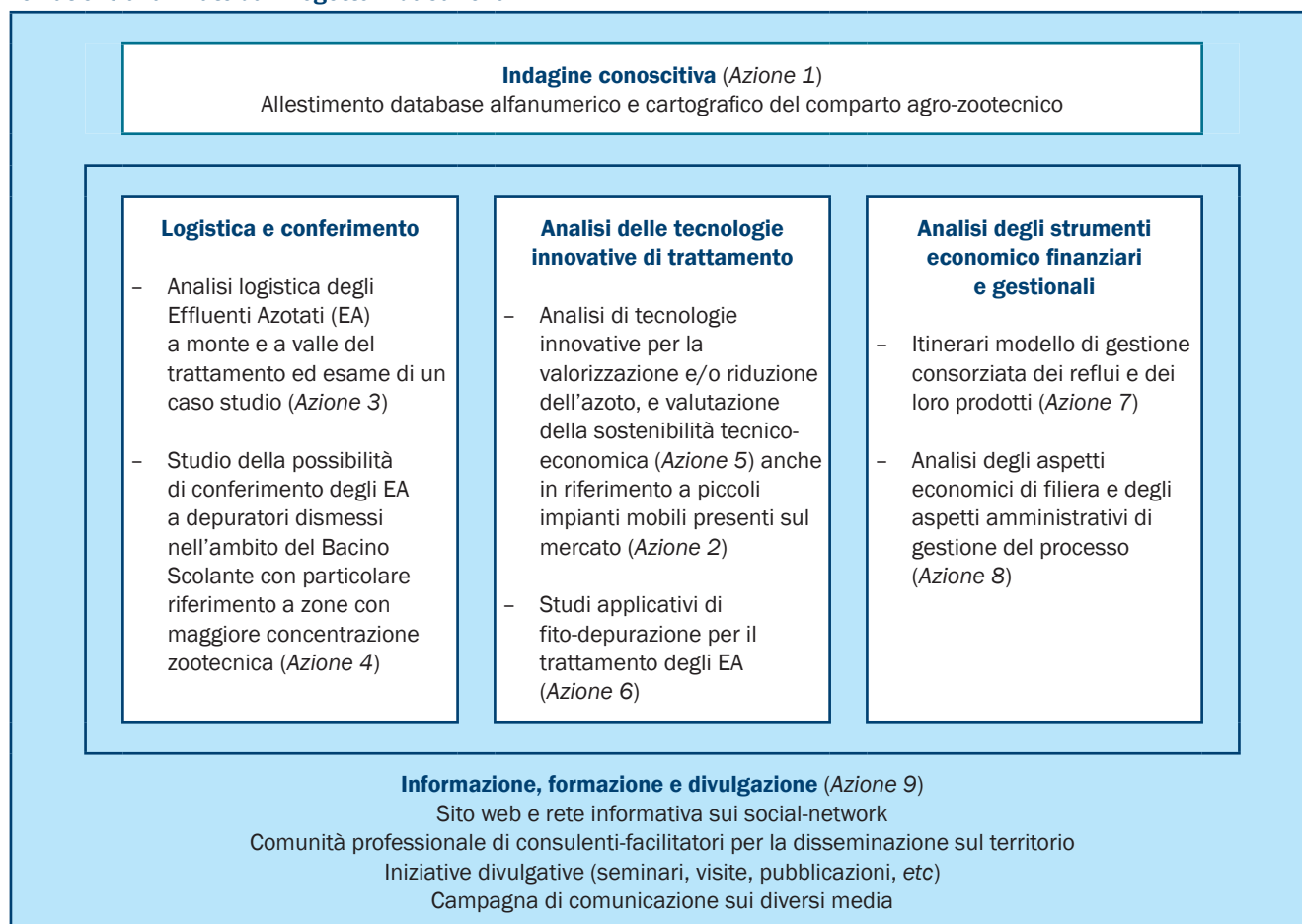
Il Progetto è stato realizzato con il coordinamento e la diretta partecipazione dell’Azienda regionale Veneto Agricoltura che si è avvalsa della collaborazione di Centri di ricerca e professionisti tra i più qualificati del settore (dettagliatamente elencati a pagina 6) che hanno valutato una serie di percorsi tecnologici finalizzati alla valorizzazione agronomica ed energetica degli effluenti di allevamento e dei prodotti ottenuti dalla loro trasformazione. Le analisi tecniche, condotte presso una rete di impianti sia sperimentali che reali, sono state inoltre supportate da studi statistico-economici e giuridici, necessario presupposto alla valutazione di percorsi “tipo” per il trattamento degli effluenti di allevamento e la loro validazione tecnico-normativa. Lo sviluppo del Progetto, realizzatosi operativamente tra il 2010 e il 2011, è stato costantemente accompagnato dal confronto con gli stakeholders del settore (in primis i produttori agricoli e le loro associazioni di rappresentanza) attraverso un intenso programma divulgativo.

L’obiettivo del Progetto è stato quindi quello di offrire alle imprese agro-zootecniche soluzioni tecniche, gestionali e un quadro normativo che permettesse non solo la produzione nel rispetto della Direttiva Nitrati e dell’insieme delle norme correlate (Condizionalità, Autorizzazioni Integrate Ambientale, etc) ma anche la miglior utilizzazione del refluo attraverso la valorizzazione energetica (produzione di biogas a monte del trattamento) e la valorizzazione agronomica degli effluenti con la produzione di fertilizzanti organici ottenuti da trattamenti conservativi dell’azoto. Sono stati quindi tracciati ed analizzati tutti i possibili percorsi: dal conferimento degli effluenti di allevamento a centri aziendali o consortili di trattamento, ad impianti di depurazione in via di dismissione, ad impianti di digestione anaerobica con trattamento a valle del digestato mediante diverse tecnologie di abbattimento o valorizzazione dell’azoto. L’analisi si è concretizzata anche attraverso il monitoraggio di una serie di siti presenti nel territorio veneto e fuori da esso.

Un Progetto quindi complesso, articolato nelle seguenti azioni, sintetizzate nella figura sottostante, i cui risultati vengono presentati in questa pubblicazione.

- *Indagine conoscitiva* sull'effettiva produzione di nutrienti, ed in particolare di azoto, da parte degli allevamenti, con la predisposizione di strumenti metodologici ed informativi in grado di supportare sia le attività di ricerca che i processi decisionali.
- *Logistica e conferimento* degli effluenti di allevamento a monte, tramite analisi delle possibilità di movimentazione verso centri di conferimento, e a valle degli impianti di trattamento, con relativo studio dei possibili utilizzi dei reflui digerati o trattati.
- *Analisi di tecnologie innovative di trattamento* atte a ridurre e valorizzare l'apporto di nutrienti, con particolare riferimento all'azoto, e conseguente *valutazione della sostenibilità tecnico economica*.
- *Analisi degli strumenti economico-finanziari e gestionali* per l'individuazione dei processi di trattamento degli effluenti con studio di modelli di gestione consorziata o comprensoriale in un'ottica di filiera integrata.
- *Informazione, formazione e divulgazione* finalizzate non solo a far conoscere i risultati del Progetto ma, nel contempo, ad acquisire una profonda consapevolezza nell'approcciare il problema e nell'adottare comportamenti imprenditoriali coerenti.

Tematiche analizzate dal Progetto RiduCaReflui



REFERENTE DEL PROGETTO

Riccardo De Gobbi – Dirigente Direzione Agroambiente, Regione del Veneto

COORDINAMENTO ATTUATIVO

Responsabile del Progetto: Giustino Mezzalira – Direttore Sezione Ricerca e Gestioni Agroforestali, Veneto Agricoltura

Coordinatore del Progetto: Federico Correale Santacroce – Dirigente Settore Bioenergie e Cambiamento Climatico, Veneto Agricoltura

Responsabile Gruppo di Coordinamento: Giulia Ruol – Consulente esterno, Veneto Agricoltura

Un particolare ringraziamento a Giovanni Chillemi, Mariano Chiarion e Paolo Antoniazzi per il lavoro svolto nelle fasi di avvio del Progetto

AZIONE 1 – Indagine conoscitiva e geo-referenziazione delle aziende zootecniche, presenti nell'area del Bacino Scolante della Laguna di Venezia, in relazione alla vulnerabilità dei suoli (sui quali vengono distribuiti gli EA), agli impianti di trattamento reflui (privati e pubblici) e alla loro capacità di abbattimento dei nutrienti (in particolare dell'azoto) mirante alla realizzazione di carte tematiche e derivate concernenti gli EA

Referente scientifico: Silvia Majer, U.C. Sistema Informativo Settore Primario e Controllo, Regione del Veneto. **Gruppo di Lavoro:** Luciano Fantinato, Annarita Romanelli, Carlo Giaggio, Alberto Dal Piai, Cristina Vivian, Fernando De Rosa, Lorenzo De Sabbata, Engineering Ingegneria Informatica Spa – Centro di Competenza Business Intelligence

AZIONE 2 – Valutazione tecnico-economica di impianti mobili esistenti e presenti sul mercato

Responsabile scientifico: Stefano Guercini, Università degli Studi di Padova – Dipartimento Territorio e Sistemi Agro Forestali. **Gruppo di Lavoro:** Clelia Rumor

AZIONE 3 – Logistica degli EA a monte e a valle degli impianti di trattamento e studio di un esempio pilota nell'ambito del sistema logistico legato al conferimento

Responsabile scientifico: Luigi Sartori, Università degli Studi di Padova – Dipartimento Territorio e Sistemi Agro Forestali

Sottoazione 3.1 – Studio degli aspetti di logistica di sistema

Responsabile scientifico sottoazione: Luigi Sartori, Università degli Studi di Padova – Dipartimento Territorio e Sistemi Agro Forestali.

Gruppo di Lavoro: Marco Bietresato e Franco Gasparini

Sottoazione 3.2 – Analisi di caso studio nel camposampierese (PD), cittadellese (PD) e pedemontana orientale vicentina. Valutazione di modelli di organizzazione di conferimento degli EA agli impianti di trattamento e valorizzazione energetica in fase di definizione da parte di Etra

Referente scientifico sottoazione: Marino Berton, AIEL – Associazione italiana energie agroforestali. **Gruppo di Lavoro:** Francesco Berno

AZIONE 4 – Conferimento di parte degli EA a depuratori dismessi nell'ambito del Bacino Scolante in Laguna di Venezia

Referente scientifico: Paolo Giandon, ARPAV – Servizio Suoli. **Gruppo di Lavoro:** Diego Guidolin, Antonio Pegoraro, Stefano Zennaro, Anna Conte, Valentina Guzzo, Alfredo Mussato, Michela Sadocco

AZIONE 5 – Analisi di tecnologie innovative atte a valorizzare e/o ridurre l'apporto di nutrienti, con particolare riferimento all'azoto e valutazione della sostenibilità tecnico-economica

Sottoazione 5.1 – Scelta aziende zootecniche e tecnologie innovative per l'ottimizzazione dei prodotti della digestione quali il digestato ed il biogas. Monitoraggio delle tecnologie di trattamento.

Responsabile scientifico Unità Operativa 5.1.1: Roberto Chiumenti, Università di Udine - Dipartimento di Scienze Agrarie ed Ambientali. **Gruppo di Lavoro:** Alessandro Chiumenti, Francesco Da Borso

Responsabile scientifico Unità Operativa 5.1.2: Stefano Guercini, Università degli Studi di Padova – Dipartimento Territorio e Sistemi Agro Forestali. **Gruppo di Lavoro:** Giuseppe Concheri, Clelia Rumor, Andrea Squartini

Responsabili scientifici Unità Operativa 5.1.3: Franco Cecchi, Paolo Pavan, Paolo Battistoni, Consorzio Interuniversitario Nazionale "la Chimica per l'Ambiente" (INCA). **Gruppo di Lavoro:** David Bolzonella, Cristina Cavinato, Annalaura Eusebi, Francesco Fatone

Sottoazione 5.2 – Validazione economica delle tecnologie

Responsabile scientifico: Davide Pettenella, Università degli Studi di Padova – Dipartimento Territorio e Sistemi Agro Forestali. **Gruppo di Lavoro:** Mattia Cai, Diego Gallo

AZIONE 6 – Studi applicativi di fito-bio-depurazione inerenti lo smaltimento controllato, su superfici forestate, del digestato proveniente da impianti per la produzione di biogas e biometano; la fitodepurazione produttiva per il trattamento degli EA e del digestato; l'analisi di innovative proposte tecniche e tecnologiche

Responsabile coordinamento: Federico Correale Santacroce, Settore Bioenergie e Cambiamento Climatico – Veneto Agricoltura.

Sottoazione 6.1 – Studio applicativo di fito-bio-depurazione inerente lo smaltimento controllato, su superfici forestate, del digestato proveniente da impianti per la produzione di biogas e biometano: uso di aree forestali di infiltrazione in contesti di alta pianura

Sottoazione 6.2 – Studio applicativo di fito-bio-depurazione inerente lo smaltimento controllato, su superfici forestate, del digestato proveniente da impianti per la produzione di biogas e biometano: uso di aree filtro forestali di infiltrazione in contesti di pianura

Responsabile scientifico: Bruna Gumiero. **Gruppo di Lavoro:** Diego Albanese, Bruno Boz, Nicolò Colombani, Francesco Da Borso, Micol Mastrociccio, Enzo Salemi

Sottoazione 6.3 – Trattamento di liquami zootecnici tramite fitodepurazione per l'abbattimento del carico azotato

Responsabile scientifico: Maurizio Borin, Università degli Studi di Padova – Dipartimento di Agronomia Animali Alimenti Risorse Naturali e Ambiente. **Gruppo di Lavoro:** Simone Breschigliaro, Marco Politeo, Michela Salvato, Davide Tocchetto

AZIONE 7 – Predisposizione di modelli di gestione consorziata o comprensoriale degli EA con stesura di protocolli di gestione e monitoraggio delle realtà di gestione integrata di filiera

Responsabile scientifico: Vasco Boatto, Università degli Studi di Padova – Dipartimento Territorio e Sistemi Agro Forestali. **Gruppo di Lavoro:** Samer Arkilo, Giuliano Bertoni, Cristian Bolzonella, Alberto Brighenti, Gabriele Giambruno, Jacopo Marchini, Renato Murer, Guendalina Samassa, Maurizio Trevisan, Raffaello Zonin

AZIONE 8 – Analisi dei percorsi amministrativi e degli strumenti economico-finanziari disponibili per la realizzazione di processi per il trattamento degli EA

Responsabile scientifico: Davide Pettenella, Università degli Studi di Padova – Dipartimento Territorio e Sistemi Agro Forestali. **Gruppo di Lavoro:** Mattia Cai, Diego Gallo, Daria Maso

AZIONE 9 – Informazione, formazione e divulgazione

Responsabile coordinamento: Stefano Barbieri, Settore Divulgazione tecnica, Formazione professionale ed Educazione Naturalistica – Veneto Agricoltura. **Gruppo di Lavoro:** Mimmo Vita, Gianomar Bison, Marco Cavestro, Silvia Ceroni, Azzurra Elia, Marco Franzoso, Gioia Garavini, Federica Mazzuccato, Margherita Monastero

AZIONE 10 – Coordinamento Generale

Responsabile coordinamento progettuale: Federico Correale Santacroce, Settore Bioenergie e Cambiamento Climatico, Veneto Agricoltura. **Gruppo di Lavoro:** Giustino Mezzalira, Giulia Ruol, Cristina Patron, Catia Faggian

Indice

1	Sistemi e risultati per un'analisi territoriale della produzione di nitrati da effluente di allevamento	pag.	9
■ 1.1	Introduzione	»	11
■ 1.2	Analisi territoriale.....	»	11
1.2.1	Consistenza del patrimonio zootecnico	»	11
1.2.2	Produzione di effluenti di allevamento nella forma palabile e non palabile.....	»	13
1.2.3	Produzione di azoto da effluenti di allevamento	»	14
1.2.4	Superfici utilizzate per lo spandimento degli EA	»	16
■ 1.3	Sistema di <i>Business Intelligence</i> per il monitoraggio dell'utilizzo agronomico degli effluenti di origine zootecnica.....	»	17
■ 1.4	Considerazioni conclusive	»	21
2	Concentrazione territoriale e modelli di filiera integrata per il trattamento degli effluenti di allevamento	»	23
■ 2.1	Modelli di gestione degli EA.....	»	25
2.1.1	Una visione territoriale	»	25
2.1.2	Principali linee tecnologiche	»	26
2.1.3	Forme organizzative attualmente presenti.....	»	26
2.1.4	I modelli organizzativi prefigurati.....	»	31
2.1.5	Un caso di trattamento aziendale degli EA di tipo associativo	»	33
2.1.6	Validazione economica delle tecnologie di trattamento degli effluenti di allevamento	»	35
■ 2.2	Protocolli per una gestione amministrativa di impianti associativi.....	»	37
2.2.1	Forme giuridiche alternative	»	37
2.2.2	Forme aggregative consortili di primo e secondo livello	»	37
■ 2.3	Linee guida alla realizzazione di forme innovative e integrate di gestione degli EA.....	»	38
2.3.1	La regolamentazione giuridica di flussi e trattamenti degli EA.....	»	38
2.3.2	Decisioni autorizzative per gli impianti di trattamento degli EA e processi partecipativi	»	41
2.3.3	Considerazioni conclusive.....	»	43
3	La logistica degli effluenti di allevamento: conferimento e distribuzione	»	47
■ 3.1	Il trasporto extra-aziendale.....	»	49
3.1.1	Trasporto extra-aziendale su ruote	»	49
3.1.2	La geolocalizzazione di un centro di riferimento.....	»	50
3.1.3	Trasporto extra-aziendale su tubazioni.....	»	50
3.1.4	Un confronto fra trasporto a ruote e rete di tubazioni.....	»	51
■ 3.2	Trasporto e distribuzione intra-aziendale	»	52
3.2.1	Le emissioni di ammoniaca in fase di distribuzione	»	53
3.2.2	Il compattamento del terreno nella distribuzione	»	53
3.2.3	Proposte progettuali per attrezzature di distribuzione di reflui su colture in atto	»	54
■ 3.3	Aspetti funzionali ed economici di trasporto e distribuzione degli EA	»	55
3.3.1	Il caso dei palabili	»	55
3.3.2	Il caso degli EA liquidi	»	56
■ 3.4	La tracciabilità nella movimentazione degli effluenti.....	»	59
■ 3.5	Considerazioni conclusive	»	63

4	Tecnologie e linee tecnologiche per l'abbattimento e la valorizzazione dell'azoto contenuto negli effluenti di allevamento	pag. 65
■ 4.1	Trattamenti Conservativi.....	» 70
4.1.1	Attrezzature di separazione Liquido/Solido	» 70
4.1.2	Trattamenti di ultrafiltrazione e osmosi inversa	» 71
4.1.3	Trattamenti di concentrazione sotto vuoto.....	» 74
4.1.4	Trattamenti di essiccazione del digestato e di complessazione con acido solforico	» 77
4.1.5	Trattamento di stripping a caldo della frazione liquida del digestato..	» 78
4.1.6	Trattamento di filtrazione e stripping della frazione liquida del digestato con recupero di ammonio solfato	» 80
4.1.7	Trattamenti finalizzati alla valorizzazione commerciale delle deiezioni avicole.....	» 81
4.1.7.1	Stoccaggio controllato.....	» 81
4.1.7.2	Trattamento di essiccazione previa estrusione.....	» 82
4.1.8	Trattamento di digestione anaerobica	» 83
■ 4.2	Trattamenti Riduttivi.....	» 84
4.2.1	Trattamenti biologici di nitro-denitrificazione	» 84
4.2.2	Gli impianti pilota di rimozione biologica	» 87
4.2.3	Test di deammonificazione.....	» 89
4.2.4	Trasformazione degli effluenti di allevamento e del digestato in materiale palabile con riduzione dell'azoto	» 90
4.2.4.1	Trattamento di essiccazione del digestato a valle.....	» 93
4.2.5	Gestione della lettiera di un allevamento di polli da carne attraverso la combustione in impianto di termovalorizzazione	» 94
■ 4.3	Altre forme di gestione integrata degli effluenti di allevamento	» 95
4.3.1	Valutazione tecnico-economica di impianti mobili esistenti	» 95
4.3.2	Utilizzo impianti di depurazione dismessi.....	» 99
■ 4.4	La Valorizzazione Energetica	» 101
4.4.1	La co-digestione anaerobica degli effluenti di allevamento ed altri substrati come mezzo di massimizzazione delle rese energetiche per il controllo dell'azoto nel digestato	» 101
4.4.2	Considerazioni generali sui risultati della sperimentazione a scala pilota inerente la digestione anaerobica di reflui zootecnici, energy crops e residui agroindustriali	» 104
■ 4.5	Tecniche di Fitodepurazione	» 105
4.5.1	Le <i>constructed wetlands</i>	» 105
4.5.2	Le Aree Forestali di Infiltrazione (AFI)	» 107
4.5.3	Aree Filtro Forestali (AFF)	» 110
■ 4.6	Valutazioni economiche	» 113
4.6.1	Analisi economica multicriterio.....	» 113
4.6.2	Analisi di reattività delle variabili sensibili	» 126
5	Uno strumento per l'analisi economica delle filiere integrate per la gestione degli effluenti di allevamento	» 129
■ 5.1	Approccio metodologico.....	» 131
5.1.1	Le tecnologie	» 131
5.1.2	Le filiere integrate	» 132
5.1.3	Criteri di valutazione dei progetti di investimento.....	» 132
■ 5.2	Il modello ValEA	» 133
5.2.1	Dati input: le caratteristiche dell'azienda	» 133
5.2.2	Output del modello	» 134
5.2.3	Parametri tecnico-economici delle filiere integrate di gestione degli EA.....	» 139
5.2.4	Filiere integrate	» 143
■ 5.3	Considerazioni conclusive	» 145
6	RiduCaReflui: divulgazione dal campo al web	» 147