



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II
SCUOLA POLITECNICA E DELLE SCIENZE DI BASE

CORSO DI LAUREA IN
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

Abstract

*TECNOLOGIE IMPIANTISTICHE ADOTTATE PRESSO L'IMPIANTO
STABULUM,
SISTEMA INTEGRATO DI TRATTAMENTO DI REFLUI BUFALINI, VOLTO
AL RECUPERO IDRICO ED AL RISPARMIO ENERGETICO*

RELATORE

Ch.mo Prof. Francesco Pirozzi

CORRELATORE

Ing. Vincenzo Luongo

CANDIDATA

Rosetta Lamboglia

Matricola 518/495

ANNO ACCADEMICO 2013/2014

Abstract

Si definiscono “reflue” tutte quelle acque la cui qualità risulta pregiudicata dall’azione antropica successivamente al loro utilizzo diretto in attività domestiche, industriali e agricole. Queste acque sono contaminate, quindi, da varie tipologie di sostanze organiche e inorganiche, pericolose per l’ambiente e per la salute. La rimozione di tali inquinanti avviene grazie alla combinazione di uno o di più processi (fisici, chimici, biologici) che, uniti, sono in grado di produrre un vero e proprio effluente chiarificato, con caratteristiche qualitative tali da poter essere rilasciato nell’ambiente iniziale. A prescindere dalla necessità dei processi depurativi dal punto di vista dell’impatto ambientale, una corretta gestione del ciclo dell’acqua prevede l’applicazione delle conoscenze tecnologiche esistenti per il conseguimento di obiettivi socialmente ed economicamente utili, quali la tutela dei corpi idrici superficiali e sotterranei e la corretta gestione della risorsa acqua. Il riutilizzo delle acque reflue depurate può essere considerato un espediente innovativo ed alternativo nell’ambito di un uso più razionale della risorsa idrica. Il vantaggio economico del riutilizzo risiede nel fornire un approvvigionamento idrico, almeno per alcuni usi per i quali non si richieda acqua di elevata qualità, a costi più bassi, poiché il riciclo costa meno dello smaltimento.

È in questo contesto che si colloca il progetto STABULUM, oggetto di questo elaborato di tesi che, nello specifico, ha riguardato le criticità connesse allo smaltimento dei reflui bufalini e individuato i processi e le tecnologie idonee al risparmio ed al riutilizzo idrico nello stesso ambito. Il Progetto Sistema integrato di TrattAmento di reflui BUfalini, voLto al recUpero idrico ed al risparMio energetico – STABULUM, è stato finanziato, nel Dicembre 2010, dall’Assessorato all’Agricoltura della Regione Campania all’Associazione Temporanea di Scopo (ATS) costituita da: Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Geotecnica ed Ambientale (DIGA) dell’Università degli Studi di Napoli Federico II; Azienda Colangelo Davide; Cooperativa ElettroMeccanica Sud – CEMS. A partire dal 1 Gennaio 2013, il DIGA è confluito nel DICEA - Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale. In particolare, il finanziamento è stato concesso nell’ambito del Programma di Sviluppo Rurale Campania (PSR) 2007-2013 - Misura 124, dal titolo "Cooperazione per lo sviluppo di nuovi prodotti, processi e tecnologie nei settori agricolo e alimentare e settore forestale", attivato allo scopo di promuovere iniziative finalizzate a sviluppare la competitività del settore agricolo nonché a migliorare gli standard qualitativi dei prodotti, le performance ambientali e la sicurezza sul lavoro delle imprese agricole, e finalizzato, allo stesso tempo, a consolidare iniziative di cooperazione tra il mondo produttivo (agricolo, forestale e della

trasformazione/commercializzazione) e quello della ricerca, attraverso l'attuazione di azioni pilota che favoriscano il ricorso a innovazioni di processo e di prodotto. Il Piano di Sviluppo Rurale (PSR) è un documento di programmazione redatto dalle Regioni e rappresenta il principale strumento di finanziamento per gli interventi regionali nel settore agricolo, forestale e dello sviluppo rurale. Tale piano si inserisce nell'ambito del quadro di riferimento europeo dell'"Agenda 2000" secondo cui il futuro della Politica Agricola Comunitaria (PAC) non può prescindere da elementi base quali la sicurezza alimentare, il rapporto agricoltura/ambiente e lo sviluppo integrato delle campagne. Il PSR è disciplinato dal Regolamento 1698/2005/CE ed è finanziato con fondi europei del FEASR (Fondo Europeo Agricolo per lo Sviluppo Rurale).

Il Progetto STABULUM fu ideato allo scopo di fornire un contributo significativo alla risoluzione delle maggiori criticità che interessano la gestione delle aziende bufaline e che riguardano principalmente il soddisfacimento del fabbisogno idrico e lo smaltimento dei reflui, questo perché le attività di allevamento e quelle connesse alle produzioni casearie si annoverano tra le attività economiche più redditizie e affermate dell'intera Regione Campania, tanto da essere considerate un'eccellenza nel settore sia su scala nazionale che europea. Si contano nella sola regione Campania circa 1450 aziende, concentrate principalmente nella Piana del Sele e nella Piana Campana, in cui sono allevati capi bufalini, di cui 808 si occupano esclusivamente dell'allevamento della specie bufalina e le restanti sono di tipo misto con bovini; complessivamente vengono allevati oltre 280000 capi. È possibile stimare che il fabbisogno idrico complessivo annuo destinato alle aziende bufaline presenti nella sola Regione Campania ammonti a circa 11 milioni di m³, a fronte di un consumo medio per capo dell'ordine di 190 l/giorno. Le risorse idriche all'interno delle aziende bufaline sono principalmente impiegate per l'abbeveraggio dei capi, l'asportazione delle deiezioni, il lavaggio dei locali e dell'impianto di mungitura. Per quel che riguarda, invece, la produzione dei reflui bufalini nella Regione Campania, essa è pari a circa 5 milioni di m³/anno, smaltiti utilizzando la pratica dello spandimento nella maggior parte dei casi. La risoluzione delle problematiche che interessano le aziende bufaline e, più in generale, le aziende zootecniche deve essere indirizzata verso la depurazione e la distribuzione delle acque reflue al fine del loro recupero e riutilizzo nella stessa azienda. Per il riutilizzo dell'acqua si deve comunque raggiungere un certo grado di qualità, soprattutto igienico-sanitario, garantendo altresì il rispetto dei limiti normativi sempre più stringenti emanati in Italia, negli ultimi anni, in tema di depurazione di reflui. Il recepimento della cosiddetta Direttiva Nitrati (91/676) nel nostro Paese con il Decreto Legislativo n.152 (Norme in Materia Ambientale) del 3 aprile 2006, ha

giocato un ruolo fondamentale rispetto all'individuazione e diffusione di nuove tecnologie in grado di trattare e smaltire i reflui prodotti destinandoli a riutilizzo in relazione alle limitazioni da essa apportate rispetto alle precedenti pratiche di spandimento del refluo sul terreno. Dunque risulta necessaria l'adozione di impianti di trattamento dei reflui zootecnici, i cui trattamenti saranno finalizzati all'ottenimento di un elevato grado di qualità dell'acqua, attraverso l'abbattimento della carica microbica e delle concentrazioni di azoto e fosforo. Tra le diverse soluzioni proponibili per il trattamento dei reflui bufalini, il Progetto STABULUM costituisce un ciclo di trattamento innovativo realizzando, presso l'azienda Colangelo Davide, un impianto integrato di depurazione di reflui bufalini che prevede una prima fase di digestione anaerobica dei reflui prodotti presso l'azienda, ed una seconda parte di trattamento della frazione liquida del digestato mediante processi biologici combinati aerobici/anossici che, operando il ciclo di pre-denitrificazione, concorrono alla rimozione dell'azoto presente nel refluo. Il ciclo appena descritto, oltre a produrre un effluente chiarificato in grado di essere riutilizzato e rispettoso dei limiti normativi fissati dal vigente Decreto Ministeriale sul riutilizzo delle acque reflue (DM 185/2003), riesce, in seguito alla processo di digestione anaerobica, a produrre biogas, un effluente gassoso ad elevato potere calorifico, che opportunamente convogliato all'impianto di co-generazione è in grado di produrre energia termica e elettrica, in parte riutilizzata nella stessa azienda per ottimizzare lo svolgimento dello stesso processo depurativo e per far fronte alle richieste energetiche della stessa, in parte ceduta dietro corrispettivo al gestore di energia elettrica. Dunque la valorizzazione energetica della sostanza organica contenuta nel refluo stesso risulta essere l'ulteriore punto di forza dell'impianto STABULUM, che attraverso le tecnologie adottate si afferma come sistema integrato capace di produrre energia rinnovabile e alternativa contestualmente all'ottenimento di un effluente idoneo al riutilizzo in ambito aziendale.

L'impianto STABULUM tratta le deiezioni di 70 capi bufalini in stabulazione libera, per una portata giornaliera pari a circa 4 m³. Il suo intero schema viene nel seguito così riassunto. Le deiezioni provenienti dagli allevamenti bufalini vengono temporaneamente stoccate in una vasca di equalizzazione. Mediante un idoneo impianto di sollevamento i reflui sono inviati a digestore anaerobico, nel quale avviene la degradazione della sostanza organica finalizzata soprattutto alla rimozione della frazione carboniosa. Il processo produce biogas, il quale viene inviato ad un gasometro a tetto mobile che funge da accumulatore e alimenta il motore di co-generazione con la conseguente produzione di energia elettrica e termica. Il refluo digerito dal digestore, detto digestato, viene inviato ad una centrifuga che separa la frazione solida da quella liquida. La frazione solida risulta essere un ammendante palabile, riutilizzabile nella

stessa azienda. La frazione liquida viene sottoposta ad un trattamento di depurazione biologica che produce un effluente depurato rispettoso dei requisiti di qualità fissati dal DM 185/2003. L'elaborato approfondisce le due tecnologie che costituiscono il cuore dello schema di funzionamento dell'impianto, la digestione anaerobica e il trattamento della frazione liquida del digestato. Il digestore anaerobico rappresenta il fulcro dell'impianto, al suo interno avviene la degradazione della sostanza organica da parte di specie microbiche specializzate nello svolgimento di 5 fasi: disintegrazione, idrolisi, acidogenesi, acetogenesi e metanogenesi. Via via che si passa dalla prima all'ultima fase, la sostanza organica assume dimensioni sempre più minute ed una struttura molecolare sempre meno complessa, fino ad arrivare al prodotto ultimo della trasformazione, un effluente gassoso composto prevalentemente da anidride carbonica e metano. Quest'ultimo, caratterizzato da un elevato potere calorifico, consente la produzione di biogas e la valorizzazione energetica del refluo.

Il trattamento della frazione liquida del digestato posta a valle del digestore consente il raggiungimento degli obiettivi legati al recupero idrico; il trattamento, infatti, rivolto alla rimozione dei composti carboniosi ed azotati, attua un processo biologico supportato da tecnologia MBR (Membrane Biological Reactor), articolato secondo il ciclo di pre-denitrificazione. Tale ciclo avviene in due vasche: nella prima sono mantenute condizioni anossiche, allo scopo di assicurare la possibilità di operare la trasformazione biologica dei nitrati (NO_3) in prodotti gassosi quali N_2 e N_2O , mentre la seconda viene aerata artificialmente, allo scopo di consentire, in condizioni di elevato tenore di ossigeno disciolto, l'ossidazione biologica dei composti carboniosi e dell'ammoniaca (NH_3). La separazione dalla corrente idrica della biomassa utilizzata per la depurazione viene attuata avvalendosi di membrane sommerse, contenute in una ulteriore unità. L'effluente depurato presenta requisiti di qualità in linea con i limiti fissati dal già citato Decreto Ministeriale 185/2003.

Il funzionamento dell'impianto e l'efficienza del ciclo di trattamento adottato sono stati verificati monitorando e analizzando tutti i dati raccolti durante le attività di campo a tal uopo previste. Le analisi dei campioni prelevati sono state condotte presso il Laboratorio di Analisi e Ricerche Ambientali (L.A.R.A.) dell'Università degli Studi di Napoli Federico II. Le attività di laboratorio sono state finalizzate al controllo continuo dei principali parametri ingegneristici-gestionali che regolano il funzionamento del processo, inizialmente rivolte all'ottimizzazione dello stesso durante la messa a regime dell'impianto e successivamente, raggiunta la condizione di regime, indirizzate al monitoraggio in continuo dei processi e dei parametri coinvolti.

In definitiva il monitoraggio della produzione del processo di DA in termini di biogas ne attesta una produzione finale, in condizioni di regime, pari a 100 Nm³/d, in linea con la finalità del progetto del recupero energetico dagli effluenti di attività produttive.

Riguardo, invece, alle caratteristiche dell'effluente dalla linea di depurazione della frazione liquida del digestato, è possibile attestare l'elevatissima efficacia del processo attuato, in linea con i limiti fissati dalla normativa, in termini di rimozione di azoto ammoniacale la cui concentrazione media in ingresso è pari a 1090 mgN-NH₄/l.

In conclusione, i risultati evidenziano i vantaggi ottenuti dalle soluzioni impiantistiche e tecnologiche adottate attraverso il sistema STABULUM, dal punto di vista sia energetico che ambientale, attestandone l'efficacia rispetto alla risoluzione delle maggiori criticità congiunte alla gestione dei reflui bufalini per le quali l'intero progetto è stato concepito e realizzato.