

**UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI**  
**“FEDERICO II”**



**FACOLTÀ DI INGEGNERIA**

Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Geotecnica e Ambientale

Corso di Laurea Specialistica in

Ingegneria per l'Ambiente e il Territorio

**TESI DI LAUREA**

**IN**

**IMPIANTI DI TRATTAMENTO DELLE ACQUE**

**INDAGINI SUL FUNZIONAMENTO DELLA FASE DI  
AVVIAMENTO DEGLI IMPIANTI DI DEPURAZIONE DEI  
COMUNI DI ROCCAROMANA E CASTEL CAMPAGNANO**

***Relatore***

*Ch.mo Prof. Ing.*

*Francesco Pirozzi*

***Candidato***

*Francesco Sorrentino*

*Matr. 324/243*

**ANNO ACCADEMICO 2010/2011**

## **ABSTRACT**

Gli impianti di depurazione per piccole comunità rappresentano in Italia, come in Europa, una realtà numerosa nelle attività di rimozione delle sostanze inquinanti provenienti da scarichi reflui civili. Essi però nel loro insieme contribuiscono poco alla soluzione del problema dell'inquinamento, se la valutazione del fenomeno viene effettuata soltanto in funzione della popolazione totale servita su base nazionale. Infatti, dal "Censimento delle risorse idriche a uso civile" riferito al 31 dicembre 2008 condotto dall'ISTAT sugli impianti di depurazione realizzati sul nostro territorio, risulta che su 16.901 impianti censiti, quasi l'80% presenta una potenzialità inferiore a 5.000 abitanti, ma, allo stesso tempo, la popolazione complessiva servita da detti impianti risulta di poco inferiore al 10% di quella totale. Tuttavia non va sottovalutata l'importanza e la funzione degli impianti di depurazione a servizio delle piccole comunità, in quanto spesso le caratteristiche condizioni geografiche non consentono dal punto di vista tecnico-economico l'impiego alternativo di collettori che raccolgano gli scarichi per aggregarli nel trattamento in impianti di depurazione più consistenti.

Nell'elaborato di tesi si è discusso del ruolo degli impianti di depurazione a servizio delle piccole comunità nella lotta al problema dell'inquinamento. In generale gli impianti di depurazione si dividono in grandi, medi e piccoli, in funzione della grandezza dell'utenza servita. Al variare della grandezza dell'impianto variano anche i limiti normativi di scarico in corpi idrici. La normativa vigente in tale ambito è il Decreto Legislativo 152 del 3 aprile 2006 "Norme in materia ambientale" – Parte III "Norme in materia di difesa del suolo e lotta alla desertificazione, di tutela delle acque dall'inquinamento e di gestione delle risorse idriche" - Allegato 5 "Limiti di emissione degli scarichi idrici". In particolare, per gli impianti di depurazione a servizio di piccole utenze il sistema di depurazione più utilizzato è il processo a fanghi attivi ad aerazione prolungata, processo di tipo biologico che prevede un trattamento dei reflui con produzione di bassi quantitativi di fanghi, che oltretutto presentano elevati gradi di stabilità. Questa tipologia di processo consente il perseguimento degli obiettivi epurativi attraverso una più facile gestione degli elementi e delle operazioni da compiere sull'impianto.

L'attenzione si è dunque focalizzata su un preciso periodo della vita utile di un impianto di depurazione, ossia la fase di start-up (o avviamento) dell'impianto. Questa fase rappresenta un momento particolarmente delicato, in quanto in essa viene richiesto il raggiungimento degli obiettivi necessari a garantire il corretto funzionamento del processo, primo su tutti la formazione di un buon fango biologico in un tempo accettabile. Si sono illustrati dunque i vari metodi preposti al conseguimento delle condizioni stazionarie di funzionamento. Molto variegata è la gamma di problematiche che possono riscontrarsi nei diversi tipi di impianti durante la fase di avviamento, pertanto si è incentrata l'attenzione sulle classi di problemi manifestabili negli impianti di depurazione in generale. La descrizione spazia da problemi di natura biologica, dipendenti dalla struttura e dalla tipologia dei microrganismi instauratisi nel processo, a disfunzioni di carattere impiantistico, legate sostanzialmente a scorretti funzionamenti delle apparecchiature, ed ha riguardato differenti tipologie di impianto (impianti a fanghi attivi di tipo convenzionale ed impianti che prevedono il trattamento della frazione azotata).

Alla trattazione generale dei problemi di avviamento negli impianti di depurazione a servizio delle piccole comunità si è accompagnata l'analisi di tre casi di studio: l'impianto di depurazione del Comune di Castel Campagnano, l'impianto di depurazione del nucleo abitato centrale del Comune di Roccaromana e l'impianto di depurazione a servizio della frazione S. Croce del Comune di Roccaromana. Con l'ausilio della società ENTEI S.p.A., ente gestore dei tre impianti in questione, infatti, si è seguita la fase di avviamento per un periodo di oltre 100 giorni, al fine di individuare le problematiche registratesi sugli impianti e risolverle per raggiungere l'obiettivo di buoni rendimenti epurativi.

Pertanto, nell'ultima parte dell'elaborato si è brevemente proceduto a descrivere i cicli di funzionamento dei tre impianti, indicando le caratteristiche di progetto e esponendo il percorso di trattamento seguito dai liquami civili in arrivo ai tre impianti di cui sopra. A ciò è seguita la descrizione dell'attività di monitoraggio effettuata che ha permesso l'individuazione dei problemi sui tre impianti. Per il solo impianto di Castel Campagnano si è mostrato l'approccio risolutivo adottato al fine di raggiungere

le corrette condizioni operative che garantiscono una buona efficienza di rimozione delle sostanze indesiderate. Il monitoraggio è stato effettuato esaminando una serie di parametri nel liquame in ingresso e in uscita dall'impianto (COD, NH<sub>4</sub>, SST) con analisi in laboratorio, e misurando in situ due parametri indici di funzionamento della fase di aerazione dei tre impianti (concentrazione di ossigeno disciolto e di microrganismi) con apposita strumentazione. Lo studio nel tempo dei parametri di riferimento ha consentito in tempi piuttosto rapidi l'individuazione delle problematiche presenti, in più si è dimostrato un valido supporto nel verificare la bontà degli interventi risolutivi apportati.

Il monitoraggio sull'impianto di Castel Campagnano ha avuto durata di 113 giorni ed è stato costituito da venticinque rilevamenti. Dopo l'individuazione dei problemi in avviamento, legati alle basse concentrazioni di microrganismi e di ossigeno disciolto nella vasca di aerazione, si è proceduto a colmare le carenze processistiche rispettivamente con le seguenti operazioni:

- aggiunta di flocculante (policloruro di alluminio) per favorire la sedimentazione e la permanenza nel ciclo di funzionamento dei microrganismi;
- adeguamento del sistema di aerazione, con iniziale ripristino dell'aeratore sommerso presente sull'impianto ma non funzionante, a supporto del sistema di diffusori; in mancanza di risultati ottenuti, si è poi provveduto alla sostituzione del suddetto aeratore con una macchina della stessa tipologia, ma di potenza impiegata maggiore.

L'insieme degli interventi effettuati ha consentito l'instaurarsi di favorevoli condizioni che hanno permesso di individuare nel tempo un sostanziale incremento delle efficienze epurative dell'impianto in essere.

Sui due impianti di Roccaromana, a servizio rispettivamente del Centro Capoluogo e della frazione S. Croce, il monitoraggio è stato costituito, rispettivamente, da nove e otto rilevamenti, ed ha avuto durata di 23 e 21 giorni. In tale periodo si è proceduto esclusivamente ad individuare i problemi esistenti che, su entrambi gli impianti, vanno

associati alle difficoltà incontrate dal sistema di ricircolo dei fanghi, di tipo naturale, nel garantire un corretto svolgimento del processo. In aggiunta a tale importante problema, sull'impianto a servizio della frazione S. Croce si sono poi riscontrati scarichi anomali di natura stallatica che hanno compromesso ulteriormente il funzionamento dell'impianto, impendendo la fuoriuscita dall'impianto di un refluo correttamente depurato. In ottica futura, si può pensare di dotare il sistema di ricircolo dei due impianti di un'elettrosoffiante che instauri nel processo una movimentazione forzata dei fanghi attivi secondo la tipologia air-lift, la quale garantisce rendimenti migliori di un sistema di ricircolo naturale, con conseguente miglioramento dei requisiti qualitativi dell'effluente. Inoltre, sarebbe opportuno prevedere, per entrambi gli impianti, anche l'inserimento all'interno del ciclo di funzionamento di una fase di disidratazione, al fine di ridurre sia la quantità di fango da allontanare che la frequenza di estrazione del fango liquido, con evidente riduzione dei costi di smaltimento.