

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II



FACOLTÀ DI INGEGNERIA

LAUREA SPECIALISTICA IN
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

Dipartimento di Ingegneria Idraulica, Geotecnica ed Ambientale

**ANALISI ECONOMICO-FINANZIARIA DI PICCOLI
IMPIANTI DI DEPURAZIONE
ANCHE SOGGETTI AD UPGRADING CON M.B.R.**

Relatore:

Candidato:

Ch.mo. Prof. Ing. Massimiliano Fabbricino

Gerardo Sicuro

Ch.mo Ing. Giovanni De Simone (G.O.R.I. S.p.a.)

Matr. 324/265

ANNO ACCADEMICO 2011-2012

Napoli, 18 ottobre 2012

ABSTRACT

INTRODUZIONE

Negli ultimi anni si sta rivolgendo un'attenzione sempre crescente nei confronti degli aspetti gestionali, tecnici ed economici dei piccoli impianti di depurazione, in quanto essi rappresentano la quasi totalità delle strutture depurative presenti sul territorio nazionale, e soprattutto perché i costi sostenuti per una loro efficace ed efficiente direzione spesso non sono per niente trascurabili.

L'analisi economico-finanziaria sviluppata nell'elaborato di tesi definisce dettagliatamente tutti i fattori di costo incidenti nella gestione dei piccoli e medi impianti di depurazione e costituisce il dato di partenza per poter condurre possibili studi di settore, atti a definire le strategie di ottimizzazione dell'organizzazione e dei processi di trattamento.

In particolare gli obiettivi della tesi sono stati:

- Valutare i costi di esercizio e di investimento incidenti nella gestione della depurazione;
- Confrontare i costi sostenuti tra impianti di diversa dimensione e diverso grado di sofisticazione;
- Confrontare le variazioni dei costi di esercizio provocate dagli interventi di upgrading
- Valutare la convenienza tecnica, economica e ambientale di un piccolo impianto di depurazione soggetto ad upgrading con sistema di ultrafiltrazione a membrane a fibre cave (MBR)

CAMPO DI INDAGINE E METODOLOGIE APPLICATE

L'analisi è stata condotta su cinque impianti di depurazione per reflui civili in gestione alla G.O.R.I. S.p.a., azienda che gestisce il Servizio Idrico Integrato per l'ATO 3 della Campania, per un intervallo temporale di quattro anni di esercizio (2008-2011). Gli impianti sono di piccola e media dimensione e sono localizzati sulla penisola sorrentina e sull'isola di Capri. La particolare ubicazione geografica, insieme all'elevata affluenza turistica che si registra nelle stagioni estive, caratterizza in modo univoco le strutture in esame, tutte esposte ad un'elevata variabilità dei carichi in ingresso.

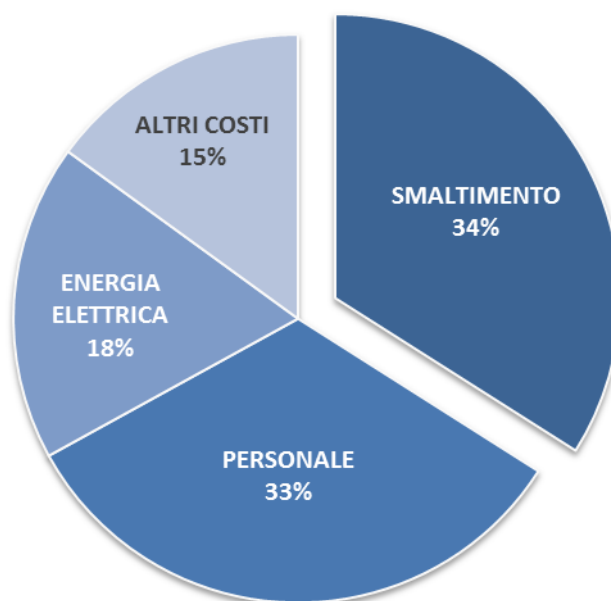
L'analisi economico-finanziaria è stata organizzata per gradi, partendo innanzitutto da uno studio accurato degli impianti e dell'evoluzione delle rispettive configurazioni avvenute nel corso dell'intervallo temporale di riferimento. In secondo luogo si è passati alla raccolta dei dati - più di cinquemila voci di costo - ottenuti da due dipartimenti differenti della G.O.R.I. S.p.a.: l'ufficio dell'Unità di Gestione della Depurazione e l'ufficio di Contabilità Analitica.

La successiva interpretazione ed aggregazione dei dati raccolti e verificati, ha permesso di impostare un modello sintetico di inserimento dati, per un completo e immediato confronto tra i diversi impianti.

Lo studio dei dati tecnici ed economici emersi in fase di confronto dei diversi impianti ha evidenziato una serie di importanti risultati, soprattutto per le strutture che durante il periodo di riferimento hanno subito importanti interventi di adeguamento e potenziamento delle configurazioni impiantistiche, come ad esempio l'introduzione dei sistemi di separazione della biomassa mediante filtrazione a membrana.

RISULTATI CONSEGUITI E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Visto il numero significativo degli impianti in esame e il consistente intervallo temporale di riferimento, si riporta il risultato globale dei costi maggiormente incidenti nella gestione della depurazione sostenuta per i cinque impianti nel periodo di riferimento 2008-2011.



Percentuali di incidenza dei costi per cinque impianti di depurazione in esame – Periodo 2008-2011

I risultati ottenuti non sono completamente sovrapponibili a quelli presenti in letteratura: come è possibile notare dal diagramma, la percentuale maggiore è associata al costo di smaltimento dei rifiuti prodotti dagli impianti (fanghi solidi, sabbie e grigliati), seguita solo successivamente dal costo del personale e dal costo energetico. Inoltre, il confronto delle percentuali sopra riportate con quelle ottenute da altri studi e altre realtà impiantistiche ha confermato, in maniera più meno marcata, il risultato appena descritto.

Per poter operare un confronto dei costi per cinque impianti di diversa dimensione e di diverso grado di sofisticazione, si è rapportato il costo totale sostenuto nell'anno di esercizio con il rispettivo valore di volume depurato. I risultati in tal caso confermano come la gestione dei piccoli impianti di depurazione risulti piuttosto onerosa, specie per i costi fissi di gestione legati principalmente ai costi del personale, mentre i medi impianti soffrono particolarmente dell'incidenza dei costi variabili.

	PICCOLI IMPIANTI (3)		MEDI IMPIANTI (2)	
	V.ASSOLUTI	PERCENTUALE		V.ASSOLUTI
A.EQUIVALENTI	20.290	26%	74%	58.800
VOLUME DEP. (m ³)	4.007.548	28%	72%	10.084.727
COSTI VARIABILI (€)	1.828.929	40%	73%	4.753.361
COSTI FISSI (€)	2.731.132	60%	27%	1.800.945
		100%	100%	
COSTO TOTALE (€)	4.560.061	41%	59%	6.554.306
RAPPORTO €/m³	1,14			0,65

La tabella dimostra come la centralizzazione dei piccoli impianti di depurazione possa risultare uno scenario conveniente, in virtù del fatto che per depurare dieci milioni di metri cubi attraverso due impianti di media dimensione si spendono circa sei milioni e mezzo di euro, mentre per depurare solo quattro milioni di metri cubi attraverso tre piccoli impianti occorrono quasi quattro milioni e mezzo di euro.

Un dato è certo, i piccoli-medi impianti di depurazione hanno un costo per metro cubo depurato particolarmente elevato per il soggetto gestore e conseguentemente per le comunità servite.

Smaltimento, personale ed energia elettrica sono i tre fattori da ottimizzare nella gestione complessiva di un insieme di piccoli impianti di depurazione.

Per quanto riguarda lo smaltimento dei fanghi, l'obiettivo principale è ridurre i quantitativi di fango di supero prodotto. Oltre al potenziamento della linea di trattamento dedicata (linea fanghi), un'altra possibile soluzione offerta, sia dagli studi di settore in merito, sia dalle aziende di progettazione e di impiantistica per la depurazione, è l'adozione del sistema di separazione delle biomasse MBR. Quest'ultimo, grazie ad una gestione efficiente dell'età del fango, ne garantisce una produzione minore. Due degli impianti gestiti dalla G.O.R.I. S.p.a. oggetto dell'analisi sono dotati di tale sistema: l'impianto di Occhio Marino e l'impianto di Nerano. E' doveroso precisare che gli interventi di upgrading non sono stati realizzati con lo scopo di produrre una minore quantità di fango di supero, bensì per adeguare gli impianti per l'abbattimento dei composti azotati e per potenziare la capacità volumetrica depurativa

complessiva, obiettivi facilmente raggiunti grazie alle elevate performance di processo offerte da tale sistema e che attualmente garantiscono un effluente in uscita con concentrazioni degli inquinanti ben al di sotto dei valori limite imposti dalla normativa. Si precisa come la scelta di tale tecnologia sia stata quasi obbligatoria, viste le ridotte superfici disponibili dell'impianto.

A prescindere dalle finalità e dagli obiettivi che si intendevano perseguire è importante evidenziare come lo sviluppo dell'analisi economica abbia fatto emergere due importanti risultati, di cui uno nuovamente contrario alle aspettative. Il sistema MBR a fibre cave in dotazione all'impianto di Occhio Marino ha provocato un notevole incremento dei consumi e dei costi energetici, ma l'aspetto ancora più interessante è rappresentato dall'aumento dei fanghi solidi prodotti e destinati allo smaltimento. Quest'ultimo risultato è ampiamente in contraddizione con quanto affermato sia in letteratura, sia dalle ditte costruttrici di tali tecnologie ed è dovuto alle elevatissime efficienze depurative del sistema ad ultrafiltrazione confrontate con il precedente sistema di ossidazione a biodischi.

Alle problematiche economiche e gestionali emerse per l'intervento di upgrading possono inoltre aggiungersi ulteriori considerazioni di carattere ambientale. L'inquinamento che riduciamo nei confronti dei corpi idrici superficiali a seguito di un trattamento così spinto è davvero così necessario? E soprattutto, siamo sicuri che abbia un effetto positivo sugli stessi corpi recettori? Quali sono gli impatti indiretti che esso produce?

La risposte, ovviamente, non appaiono affatto scontate, in quanto sono innumerevoli gli aspetti, diretti e indiretti, strettamente connessi.

Si è stimato ad esempio che per effetto dell'incremento di consumo energetico causato dal sistema MBR, circa quattrocento megawattora in un anno, siano stati emessi in atmosfera (indirettamente) circa duecento tonnellate di anidride carbonica e duemila e quattrocento chilogrammi di altri inquinanti pericolosi (ossidi di zolfo e di azoto, particolato, etc).

Si ritiene dunque che il soggetto gestore che voglia introdurre il sistema MBR in un piccolo impianto di depurazione in un'area non soggetta a particolari vincoli come l'isola di Capri, debba sviluppare una dettagliata analisi di convenienza economica, dedicando particolare attenzione alle reali variazioni dei costi di esercizio e soprattutto indirizzando le proprie scelte sulla base di esperienze condotte sul campo.