

LA GESTIONE DEI PICCOLI IMPIANTI DI DEPURAZIONE

MANUALE DI GESTIONE



Gruppo di lavoro “Gestione impianti di depurazione”

Facoltà di Ingegneria – Università degli Studi di Brescia

Coordinatore: Carlo Collivignarelli

*Professore Ordinario di Ingegneria Sanitaria Ambientale
Università degli Studi di Brescia*



A cura di:

Francesco Avezzù

*Professore Associato di Processi e Impianti chimici
Università Ca' Foscari, Venezia*

Luigi Falletti

*Dottore di ricerca in Ingegneria Chimica, Università di Padova
Università degli Studi di Padova*

Vincenzo Riganti

*Docente di Normazione e Certificazione, già Professore Ordinario
Università degli Studi di Pavia*

Con la collaborazione di:



MANUALE DI INGEGNERIA AMBIENTALE

© by CIPA s.r.l. 2010 – Volume 8 – ISBN 978-88-95591-07-0

Tutti i diritti sono riservati.

È rigorosamente vietata a chiunque, privati o Enti, la riproduzione anche parziale ottenibile con qualsiasi mezzo nonché la riproduzione su disco o nastro magnetico senza previa autorizzazione dell'Editore.

La citazione di tipi e nomi commerciali di apparecchiature non significa che queste siano raccomandate o consigliate dagli autori

Editore

CIPA s.r.l.

Via Andrea Palladio, 26

20135, Milano

Tel. 02.58301501-58301528

Fax 02.58301550

Stampa

Abbiati

Via Padova, 5

20127, Milano

Tel./Fax 02.2847518

Finito di stampare nel mese di maggio 2010

INDICE

□	PREMESSA.....	XIII
1.	PICCOLI IMPIANTI DI DEPURAZIONE – NORMATIVA.....	17
□	Introduzione.....	17
1.1	Normativa nazionale.....	18
1.2	Dalla Normativa nazionale ai P.R.R.A. e P.T.A.	24
1.3	La normativa regionale	26
1.3.1	<i>Emilia-Romagna</i>	27
1.3.2	<i>Friuli Venezia Giulia</i>	28
1.3.3	<i>Lazio</i>	31
1.3.4	<i>Liguria</i>	33
1.3.5	<i>Lombardia</i>	34
1.3.6	<i>Marche</i>	35
1.3.7	<i>Piemonte</i>	36
1.3.8	<i>Puglia</i>	36
1.3.9	<i>Toscana</i>	38
1.3.10	<i>Trentino-Alto Adige (Provincia Autonoma di Bolzano)</i>	39
1.3.11	<i>Trentino-Alto Adige (Provincia Autonoma di Trento)</i>	39
1.3.12	<i>Umbria</i>	42
1.3.13	<i>Valle d'Aosta</i>	43
1.3.14	<i>Veneto</i>	44
□	Bibliografia.....	48
2.	PICCOLI IMPIANTI DI DEPURAZIONE: QUANTI E DOVE	52
□	Introduzione.....	52
2.1	Dati Nazionali ISTAT 1999.....	52
2.2	Dati Regionali ISTAT 1999	57
2.3	Dati Nazionali ISTAT 2005.....	58
2.4	Dati Nazionali ed indagine interagenziale APAT/ARPA/APPA 2005	58
2.5	Indagine interagenziale ARPA 2005: Dati Regionali	62
2.5.1	<i>Provincia Autonoma di Bolzano</i>	62
2.5.2	<i>Regione Veneto</i>	63
2.5.3	<i>Regione Friuli Venezia Giulia</i>	63
2.5.4	<i>Regione Lombardia</i>	64
2.5.5	<i>Regione Emilia-Romagna</i>	65
2.5.6	<i>Regione Liguria</i>	65
2.5.7	<i>Regione Toscana</i>	66
2.5.8	<i>Regione Lazio</i>	67

2.5.9	<i>Regione Umbria</i>	67
2.5.10	<i>Regione Marche</i>	68
2.5.11	<i>Regione Abruzzo</i>	68
2.5.12	<i>Regione Molise</i>	69
2.5.13	<i>Regione Campania</i>	69
2.5.14	<i>Regione Basilicata</i>	70
2.5.15	<i>Regione Puglia</i>	70
2.5.16	<i>Regione Sicilia</i>	71
□	Bibliografia	71
3.	PANORAMICA SULLE TECNOLOGIE TRADIZIONALI E ESEMPI DI TECNOLOGIE ALTERNATIVE	72
3.1	Processi di trattamento "classici"	72
3.1.1	<i>Sistemi fisici</i>	72
3.1.2	<i>Sistemi biologici</i>	73
3.1.3	<i>Fitodepurazione</i>	75
3.1.4	<i>Disinfezione</i>	76
3.2	I reattori discontinui sequenziali SBR	77
3.2.1	<i>Introduzione</i>	77
3.2.2	<i>Generalità</i>	78
3.2.2.1	Descrizione e modalità operative di un reattore SBR	78
3.2.2.2	I vantaggi del sistema SBR	80
3.2.3	<i>Parametri di progetto</i>	82
3.2.4	<i>Modellizzazione: equazioni fondamentali</i>	85
3.2.5	<i>Procedure di progettazione</i>	87
3.2.5.1	Convenzionale	89
3.2.5.2	Model assisted	89
3.2.6	<i>Caratteristiche realizzative</i>	89
3.2.6.1	Sistemi di aerazione	89
3.2.6.2	Dispositivi di scarico dell'effluente	90
3.2.6.3	Controllo di processo	91
3.2.7	<i>Disamina dei principali problemi gestionali</i>	91
3.3	Reattori a letto mobile	95
3.3.1	<i>Descrizione del processo</i>	95
3.3.2	<i>Criteri di dimensionamento</i>	97
3.3.3	<i>Qualità dell'effluente</i>	98
3.3.4	<i>Applicabilità</i>	99
3.3.5	<i>Costi di investimento</i>	100
3.4	Impianti ad ossigeno puro	101

3.4.1	<i>Caratteristiche degli impianti ad ossigeno puro</i>	101
3.4.2	<i>Criteri di dimensionamento</i>	103
3.4.3	<i>Possibili applicazioni degli impianti ad ossigeno pu- ro negli impianti civili</i>	104
3.5	Reattori biologici a membrane (MBR).....	104
3.5.1	<i>Premessa</i>	104
3.5.2	<i>Caratteristiche dei reattori a membrane</i>	105
3.6	Progettazione dei piccoli impianti di depurazione.....	107
□	Bibliografia	107
4.	ESPERIENZE E SCELTE GESTIONALI PER I PICCOLI IMPIANTI	109
4.1	Esperienze di gestione dei piccoli impianti in Italia setten- trionale	109
4.1.1	<i>Situazione generale</i>	109
4.1.2	<i>Gestione operativa, impiego di personale e controlli</i>	111
4.1.3	<i>Rese di rimozione degli inquinanti</i>	112
4.1.3.1	Fosse Imhoff.....	112
4.1.3.2	Impianti a fanghi attivi	112
4.1.3.3	Letti percolatori.....	115
4.1.3.4	Biodischi.....	115
4.1.3.5	Sequencing-batch reactors (SBR).....	115
4.1.3.6	Impianti a membrana (MBR).....	115
4.1.3.7	Fitodepurazione	115
4.1.3.8	Riassunto dei risultati	116
4.1.4	<i>Il trattamento dei fanghi</i>	116
4.1.5	<i>I costi di esercizio</i>	118
4.2	I piccoli impianti al servizio dei rifugi alpini.....	121
4.2.1	<i>Introduzione</i>	121
4.2.2	<i>Caratterizzazione dei reflui</i>	122
4.2.3	<i>Regolamentazione degli scarichi</i>	123
4.2.4	<i>Analisi critica degli schemi impiantistici usuali</i>	123
4.2.4.1	La grigliatura fine e la disoleatura sono trat- tamenti raccomandabili in tutti i casi	123
4.2.4.2	Impianti a fanghi attivi in continuo	124
4.2.4.3	Impianti a fanghi attivi in batch (SBR)	124
4.2.4.4	Impianti chimico-fisici	125
4.2.4.5	Impianti a biofilm.....	125
4.2.5	<i>Collaudo degli impianti e gestione</i>	128
4.3	Scelte gestionali per i piccoli impianti di depurazione: un esempio	129
4.3.1	<i>Stato attuale</i>	129

4.3.1.1	L'energia elettrica	129
4.3.1.2	I fanghi di supero	130
4.3.1.3	Il personale e la manutenzione ordinaria ..	130
4.3.2	<i>Stato di studio</i>	130
4.3.2.1	Costi di gestione	131
4.3.2.2	Costi di investimento	131
4.3.3	<i>Conclusioni</i>	131
4.4	Influenza dello stato della rete fognaria sui piccoli impianti.	132
4.4.1	<i>Il caso di AEM Cremona</i>	132
4.4.1.1	Acque bianche parassite	133
4.4.1.2	Scarichi incompatibili	135
4.4.1.3	Considerazioni finali	137
4.4.2	<i>Il caso di Garda Uno</i>	138
4.5	Sintesi dei risultati e conclusioni	140
□	Bibliografia	142
5.	MONITORAGGIO E CONTROLLO DEI PICCOLI IMPIANTI: ESPERIENZE E PROSPETTIVE	143
5.1	Il monitoraggio dei piccoli impianti di depurazione	143
5.1.1	<i>Significato e funzione del monitoraggio</i>	143
5.1.2	<i>Le principali tecniche di monitoraggio disponibili</i>	143
5.1.3	<i>Efficienza ed economicità: i vincoli per il monito- raggio di un piccolo impianto</i>	145
5.1.4	<i>Un caso esemplificativo: l'ipotesi "monitoraggio mi- nimo"</i>	149
5.1.5	<i>La situazione reale: attività di monitoraggio svolte su piccoli impianti dell'Italia Settentrionale</i>	149
5.1.6	<i>Aspetti rilevanti nella gestione dei piccoli impianti dell'Italia Settentrionale e Centrale</i>	151
5.2	Telecontrollo e automazione nei piccoli impianti di depu- razione	154
5.2.1	<i>Introduzione</i>	154
5.2.2	<i>I disturbi nei processi</i>	155
5.2.2a	Disturbi esterni	155
5.2.2b	Disturbi interni	155
5.2.3	<i>Sistemi di controllo degli impianti e loro struttura</i> ..	157
5.2.4	<i>Schemi e tipologie dei principali sistemi di controllo</i> .	158
5.2.5	<i>L'automazione del processo di controllo</i>	160
5.2.6	<i>Glossario</i>	162
5.3	Aspetti amministrativi: il controllo e la gestione dei picco- li impianti	164

5.3.1	<i>Il servizio idrico integrato e gli Enti di gestione</i>	164
5.3.2	<i>Enti di controllo</i>	165
5.3.3	<i>Vigilanza e controlli</i>	166
5.3.4	<i>Sistemi di autocontrollo e delega</i>	168
□	Bibliografia	170
6.	UPGRADING DEI PICCOLI IMPIANTI	172
6.1	Upgrading di piccoli impianti di depurazione con reattori a letto mobile (puro e ibrido)	172
6.2	Upgrading con ossigeno puro	175
6.3	Upgrading di un impianto da 4000 AE con bioreattori a membrana.....	179
6.3.1	<i>Premessa</i>	179
6.3.2	<i>Dal primo impianto di depurazione alla configurazione attuale</i>	179
6.3.3	<i>Overview sull'up-grade dell'impianto di depurazione</i>	184
6.3.3.1	Carichi idraulici ed inquinanti.....	185
6.3.3.2	Descrizione degli interventi nelle sezioni di impianto della linea acque	189
6.3.3.3	Ulteriori vantaggi derivanti dalla nuova configurazione.....	193
6.4	Upgrading di un impianto da 1500 AE con bioreattori a membrana.....	195
6.4.1	<i>Stato attuale</i>	195
6.4.2	<i>Stato futuro</i>	196
□	Bibliografia	197
7.	CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI	198
□	APPENDICE – LINEE GUIDA PER LA PROGETTAZIONE DEI PICCOLI IMPIANTI DI DEPURAZIONE.....	203
A.1	Linee-guida dell'Unione Europea	203
A.2	Linee-guida dell'ANPA/APAT.....	206
A.3	Linee-guida della Regione Lombardia	208
A.4	Linee-guida della Regione Emilia-Romagna	214
□	Bibliografia	216

PREMESSA

L'Autore di questo volume è il gruppo di lavoro "Gestione impianti di depurazione", sorto nel maggio 1998 presso la Facoltà di Ingegneria della Università di Brescia, potendo contare sul coinvolgimento di ricercatori universitari e di tecnici gestori di impianti pubblici e privati, che si sono posti l'obiettivo di approfondire lo studio delle tematiche più importanti inerenti la gestione degli impianti di depurazione.

In precedenti pubblicazioni ("La gestione degli impianti di depurazione delle acque di scarico" e "La gestione delle acque di scarico industriali", pubblicati da Il Sole 24 Ore rispettivamente nel 2000 e nel 2003; "Ottimizzazione del trattamento e smaltimento dei fanghi da depurazione delle acque reflue urbane" del 2004, "La gestione degli impianti di trattamento di rifiuti liquidi" e "Acque ad uso umano: dalle acque di rete a quelle confezionate" del 2005, "La Gestione delle acque meteoriche di dilavamento" del 2006, "Riutilizzo delle acque reflue con destinazione d'uso industriale" del 2007, "Riutilizzo delle acque reflue industriali per uso interno" del 2009, tutti pubblicati da CIPA Editore; "Ecogestione nel servizio idrico integrato: elementi per l'applicazione della norma ISO 14001:04" e "Influenza dei sistemi di distribuzione sulla qualità dell'acqua potabile" pubblicati nel 2007 da Aracne editore) il Gruppo di Lavoro ha affrontato numerose problematiche riguardanti la gestione degli impianti di trattamento delle acque (di approvvigionamento e di scarico) e dei rifiuti liquidi.

La presente monografia prende in esame una tematica di attualità già oggetto di una Giornata di Studio svoltasi a Piacenza nel 2008 e di un'altra, programmata per la primavera 2010, a Verona: la gestione dei piccoli impianti di depurazione, ossia degli impianti di depurazione di acque reflue civili con potenzialità inferiore a 10.000 abitanti equivalenti.

Il volume è organizzato in sette capitoli. Il primo prende in esame l'evoluzione normativa nazionale e regionale in materia di piccoli impianti partendo dalla Legge 319/1976 e dai PRRA, poi sostituiti a livello nazionale dal D.Lgs 152/1999 e dal D.Lgs 152/2006 e a livello locale dai PTA.

Il secondo capitolo vuole fare il punto su numero e distribuzione dei piccoli impianti nel territorio, a partire dai dati riportati in diverse fonti (ISTAT, tavoli tecnici APAT/ARPA/APPA), con una suddivisione per Regioni, classi di potenzialità e tipi di trattamenti.

Il terzo capitolo fa una breve panoramica sulle tecnologie depurative "classiche" e quindi prende in esame alcuni sistemi innovativi quali i reattori a letto mobile, i reattori a fasi sequenziali, i reattori ad ossigeno puro, i reattori biologici a membrana. Scopo di questa sezione non è certo sostituirsi all'ottima letteratura techni-

XIV.

ca già esistente in materia, quanto piuttosto riassumere gli aspetti più significativi di ogni tecnologia, i parametri-chiave, i vantaggi e gli svantaggi.

Il quarto capitolo è il risultato di un approfondito lavoro svolto in collaborazione con alcuni gestori e fa il punto su aspetti importanti della conduzione dei piccoli impianti: rese ottenute sul campo, impiego di personale, trattamento del fango, costi di esercizio, scelte gestionali (dismissione o upgrading?), influenza dello stato della rete fognaria. È compresa anche una parte riguardante il caso particolare degli impianti al servizio dei rifugi di montagna.

Il quinto capitolo riguarda il monitoraggio, il controllo e l'automazione nei piccoli impianti; parte importante è costituita dai risultati dell'indagine svolta con la collaborazione di alcuni gestori, in cui si evidenziano per ogni classe di potenzialità le frequenze dei campionamenti, i parametri controllati e gli eventuali telecontrolli. Non manca una sezione dedicata ai controlli pubblici.

Il sesto illustra alcuni casi reali di upgrading di piccoli impianti con tecnologie quali la biomassa adesa, l'ossigeno puro, le membrane.

Il settimo e ultimo capitolo vuole trarre le conclusioni del lavoro dando alcuni spunti importanti per rispondere alla domanda: centralizzazione o decentralizzazione, perché e come?

In appendice sono riassunte le linee guida europee, nazionali e regionali sui piccoli impianti.

Questa breve introduzione non può concludersi se non ringraziando tutti coloro che hanno contribuito a questa iniziativa: gli estensori dei diversi capitoli, le Aziende e gli Enti che hanno fornito i dati relativi ai casi descritti, i numerosi colleghi (gestori e ricercatori) che hanno dato un importante contributo al gruppo di lavoro e i numerosi partecipanti alle citate giornate di studio che, con le loro apprezzate osservazioni, hanno arricchito il nostro lavoro.

Si ricorda che l'attività del Gruppo di Lavoro "Gestione impianti di depurazione" continua e che essa è aperta alla collaborazione di tutti coloro che ne fossero interessati.

Brescia, marzo 2010

Il Coordinatore del
Gruppo di Lavoro "Gestione impianti di depurazione"

Prof. Ing. Carlo Collivignarelli