



DEPURAZIONE DEGLI SCARICHI DI AUTOLAVAGGIO - IMPIANTO MBBR

1. Generalità

I biofiltri aerati a riempimento mobile prefabbricati compresi nella serie di seguito descritta sono stati progettati dallo Studio Associato di Ingegneria Ambientale specificatamente per la depurazione delle acque di scarico degli autolavaggi ma sono utilizzabili, previo opportuni adattamenti, anche per il trattamento delle acque reflue domestiche o di scarichi industriali biodegradabili provenienti da altre tipologie di aziende quali piccole lavanderie, jeanserie, tintorie, aziende tessili, ecc.

1.1 Sistema di depurazione

La depurazione biologica a letto mobile dei liquami inquinati è stata ideata dal professore Hallvard Odegard nel 1987 ed è stata brevettata dalla società norvegese Kaldnes Miljøteknologi A/S (KMT). Attualmente questi depuratori sono conosciuti con l'acronimo anglosassone MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor). Recentemente Lo Studio Associato di Ingegneria Ambientale ha ideato e progettato un dispositivo per la separazione dei solidi biologici dall'acqua chiarificata da applicare specificatamente a tali impianti. Il separatore è un flottatore ad aria dispersa che necessita di un volume molto minore di quello richiesto dalle tecniche separative tradizionali (tipicamente la sedimentazione) per cui può essere alloggiato nello stesso bacino di contenimento del depuratore biologico evitando, in tal modo, l'impiego di una seconda vasca da destinare alla separazione dei solidi con evidenti vantaggi riguardo alla compattezza e al costo di costruzione dell'impianto.

1.2 Configurazione degli impianti

La serie comprende tre modelli di impianto tutti realizzati con l'impiego delle vasche monoblocco prefabbricate in cemento armato vibrato a pianta circolare descritte nell'annesso A del presente sito. Nella versione standard, ciascun modello è composto da due vasche di cui la prima è attrezzata per il dissabbiamento e la disoleazione delle acque di scarico mentre la seconda provvede alla degradazione delle sostanze organiche presenti nelle acque di scarico ad opera di una biomassa adesa a delle particelle flottanti (letto mobile) tenute in sospensione da un aeratore di profondità. Nella tabella sottostante sono riportate le caratteristiche tecniche dei tre modelli compresi nella serie.

Modello	Dimensioni 1° e 2° vasca (m)		Peso 1° vasca (qli)	Peso 2° vasca (qli)	Peso coperture (qli)		Lavaggi (veicoli/giorno)
	diametro	altezza			soletta carrabile sp = 20 cm	soletta pedonale sp = 10 cm	
MBBR/30	1,7	2,1	34	30	10	5	< 30
MBBR/60	2,2	2,2	52	46	16	8	30 - 60
MBBR/100	2,5	2,5	68	59	22	11	60 - 100

2. Caratteristiche costruttive

Nelle servizio fotografico e negli elaborati grafici sottostanti è raffigurato a titolo di esempio un depuratore MBBR/100 che è stato installato presso una stazione self service con capacità di lavaggio fino a 100 autovetture al giorno. Nel seguito del paragrafo sono descritte le caratteristiche costruttive dello sfangatore-disoleatore e del depuratore a letto mobile che compongono gli impianti della serie.



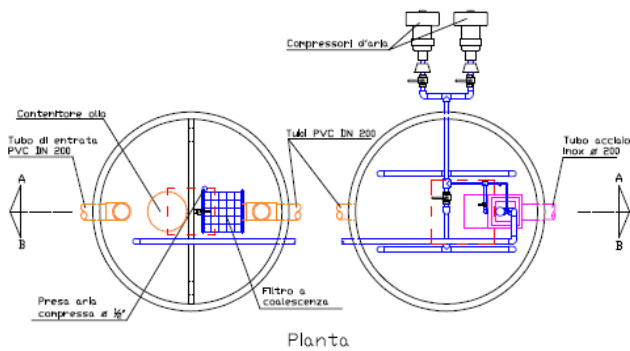
Vasche di contenimento



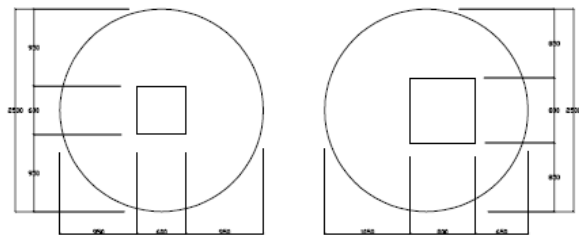
Attrezzatura dello sfangatore-disoleatore



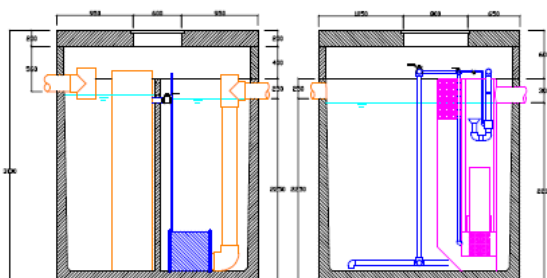
Attrezzatura del biofiltro



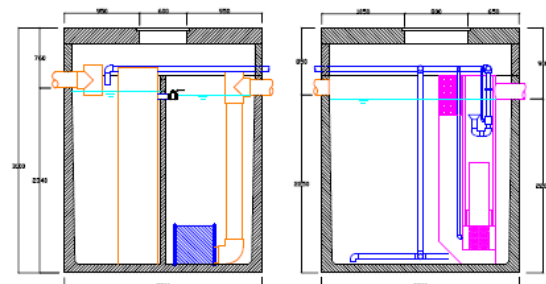
Planta



Coperture



Sezione A-A



Sezione B-B

Disegno del modello MBBR/100

2.1 Unità di pretrattamento

L'unità di pretrattamento delle acque di scarico, realizzata nella prima delle due vasche che compongono gli impianti, consiste in un separatore di classe I (separatore coalescente secondo la definizione della tabella 1 della norma UNI EN 858-1) la cui dimensione nominale NS è specificata nel prospetto a lato.

Modello	NS
MBBR/30	3
MBBR/60	6
MBBR/100	10

L'unità è composta da un comparto di sfangamento (*sedimentatore*) ed uno di disoleazione (*separator*) ricavati nella prima vasca tramite un setto divisorio diametrico. Nella vasca è installato un contenitore di accumulo dell'olio galleggiante munito di rubinetto di travaso ad apertura manuale ed un filtro a coalescenza con relativo circuito di controlavaggio ad aria compressa.

2.2 Unità di depurazione biologica

L'unità di depurazione è costituita da un filtro biologico aerato a riempimento mobile equipaggiato con un separatore dei solidi biologici a flottazione forzata.

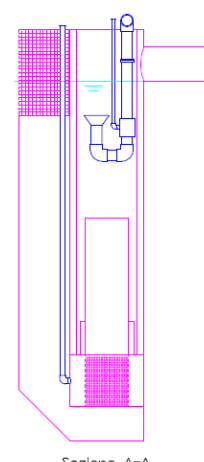
Il filtro biologico è ricavato nella seconda vasca dove delle particelle libere di muoversi nel liquame ivi defluente sono tenute in sospensione da un aeratore di profondità. Quest'ultimo è composto da due diffusori d'aria a bolle medie realizzati con tubi forati non intasabili alimentati da due soffianti d'aria (di cui una di riserva) del tipo bistadio a canale laterale a basso consumo energetico.



Particelle prodotte su licenza Kaldnes

Le particelle che compongono il riempimento mobile sono costituite da cilindretti di polietilene di densità prossima all'acqua che sono caratterizzati da una superficie attiva specifica di $800 \text{ m}^2/\text{m}^3$ e una superficie interna protetta (dove si instaura il film biologico) di $500 \text{ m}^2/\text{m}^3$. Le particelle occupano 50 % del volume utile della vasca per cui realizzano una superficie attiva specifica totale di $250 \text{ m}^2/\text{m}^3$.

Il separatore dei solidi biologici a flottazione forzata consiste in un dispositivo realizzato in acciaio inossidabile composto da tre canali preposti alla risalita della miscela, alla separazione dei solidi e alla risalita dell'acqua chiarificata. Il canale esterno porta superiormente una rete di accesso della miscela di magliatura inferiore alla dimensione minima dei cilindretti e quindi tale da impedirne l'accesso. Il canale interno è alimentato tramite una rete fine dall'aria derivata dalla tubazione di mandata della soffiante a servizio del biofiltro. Nella condotta di separazione dei solidi è montato un estrattore del fango flottato costituito da un air lift a funzionamento intermittente la cui bocca di presa è ribassata rispetto al livello dell'acqua nella vasca.



Sezione A-A
Separatore dei solidi

3. Ciclo depurativo

Tutti gli impianti della serie trattano le acque di scarico mediante lo stesso ciclo depurativo descritto in quanto segue per ogni fase del trattamento.

3.1 Sfangamento e disoleazione

Attraverso la condotta di scarico, le acque reflue dell'autolavaggio si immettono nel sedimentatore dove i solidi sedimentabili (fango, limo, sabbia, ecc.) si depositano sul fondo mentre l'acqua decantata e le sospensioni oleose (oli, idrocarburi, ecc.) defluiscono nel separatore attraverso l'apertura di comunicazione. Quando lo strato di fango depositato nel sedimentatore diventa eccessivo provocando il trascinarsi dei solidi nel separatore, è necessario provvedere alla sua estrazione allontanamento tramite autospurgo.

Nel separatore, le sospensioni oleose risalgono in superficie mentre la sottostante acqua chiarificata attraversa il filtro a coalescenza e si immette nella condotta di adduzione all'unità di depurazione biologica. Nell'attraversamento del filtro, le microparticelle oleose sfuggite al galleggiamento e trascinate dall'acqua coalescono formando sospensioni più consistenti che si separano risalendo in superficie. Quando lo strato di olio galleggiante supera il limite di norma (pari a 10 NS, così come disposto dal punto 6.5.2 della norma UNI EN 858-1) è necessario provvedere al travaso dello strato di olio galleggiante nello specifico contenitore di accumulo aprendo manualmente l'apposito rubinetto di travaso. Allorché il contenitore è pieno si deve provvedere alla estrazione e allontanamento dell'olio ivi contenuto tramite autospurgo. Periodicamente è necessario effettuare il controlavaggio del filtro a coalescenza in modo da evitare che l'eccessivo intasamento del mezzo filtrante provochi un innalzamento del livello dell'acqua nel separatore.

La compatibilità della portata di scarico della specifica stazione di autolavaggio con la dimensione nominale dell'unità di pretrattamento deve essere valutata in fase di progetto mediante la relazione (1) e con l'ausilio dei prospetti 2 e 3 nonché sulla base dei punti 4.3.4.2 e 4.3.4.3 della norma UNI EN 858-2. In ogni caso, operando con una portata compatibile con la sua dimensione nominale, l'unità di pretrattamento è in grado di rimuovere la fanghiglia presente nelle acque di scarico e di ridurre il contenuto d'olio residuo nell'acqua pretrattata entro il limite di 5 mg/l.

3.2 Depurazione biologica

L'acqua proveniente dall'unità di pretrattamento defluisce nella vasca di contenimento del filtro biologico dove le sostanze inquinanti presenti nell'acqua vengono degradate ad opera della flora batterica (film biologico) adesa alle superfici attive delle particelle di riempimento mobile a spese dell'ossigeno contenuto nell'aria insufflata dall'aeratore che al contempo mantiene in sospensione le particelle.



Particelle attivate

I microrganismi catalizzatori delle reazioni di biodegradazione tendono a moltiplicarsi ma parte di essi viene trascinata dall'acqua. Pertanto il film biologico si stabilizza ad uno spessore per cui la quantità di biomassa generata è uguale a quella trascinata.

L'acqua viene depurata ma contiene i solidi biologici trascinati che devono essere rimossi prima dello scarico nel corpo recettore. A tal fine, la miscela di acqua e solidi biologici si immette nel separatore dei solidi a flottazione forzata attraverso la rete superiore. La miscela quindi si immette nel rispettivo canale di risalita e sfocia nel canale di separazione dove i solidi, alleggeriti dalle microbolle d'aria iniettate dalla soffiante attraverso la rete fine, tendono a risalire a galla mentre l'acqua chiarificata inverte il moto discendendo nella intercapedine fra le due condotte da cui, attraverso le apposite aperture di comunicazione, defluisce nella condotta di risalita e si immette nella tubazione di uscita (a riguardo occorre rimarcare che l'inversione del moto del chiarificato è fondamentale per il corretto svolgimento del processo di flottazione). Periodicamente, azionato dall'aria con una prefissata intermittenza, l'air lift installato nella condotta di separazione aspira il sovrastante strato di fango flottato e lo estrae dalla vasca di contenimento del filtro biologico conferendolo al comparto di sedimentazione dell'unità di pretrattamento.

Alla massima portata giornaliera di progetto, il filtro biologico opera in condizioni di bassissimo carico. Ciò, unitamente alla elevata capacità rimotiva del separatore dei solidi a flottazione forzata, comporta una considerevole efficienza di abbattimento (80 - 90 %) dei principali parametri di inquinamento delle acque di scarico (BOD₅, COD, solidi sospesi, tensioattivi) con un minimo residuo di fango peraltro già sufficientemente stabilizzato. Pertanto si può affermare che, operato ad una portata giornaliera non superiore a quella massima di progetto, il filtro biologico è in grado di depurare le acque reflue entro i limiti di emissione previsti dalla tabella 3 dell'allegato 5 alla parte terza del D.Lgs. n. 152/2006 (scarico delle acque reflue industriali in fognatura o in acque superficiali). Previa installazione di una stazione di filtrazione a sabbia e a carboni attivi, il filtro biologico è in grado di produrre un effluente conforme ai limiti della tabella 4 dell'allegato 5 alla parte terza del D.Lgs. n. 152/2006 (scarico delle acque reflue industriali sul suolo) ovvero riutilizzabile nel ciclo di lavaggio. Il fango di risulta dal ciclo depurativo risulta sufficientemente stabilizzato e quindi conferibile a un centro di trattamento (disidratazione) per lo smaltimento finale.