



**BILANCIAMENTO IDRAULICO E FILTRAZIONE BIOLOGICA  
BACINO CONTAINERIZZATO**

## 1. Introduzione

Il bacino di bilanciamento idraulico e filtrazione biologica è un componente impiantistico che, inserito in un sistema di depurazione delle acque di scarico, provvede ad equalizzare la portata di alimentazione idraulica operando contestualmente un trattamento biologico a biomassa adesa delle acque. Normalmente viene abbinato a monte con una unità di grigliatura fine e a valle con un letto di fitodepurazione o un depuratore chimico-fisico di tipo avanzato (flocculatore-flottatore monoblocco) che operano un trattamento di finitura dell'acqua biofiltrata.



Bacino di bilanciamento idraulico e filtrazione biologica

## 2. Caratteristiche costruttive

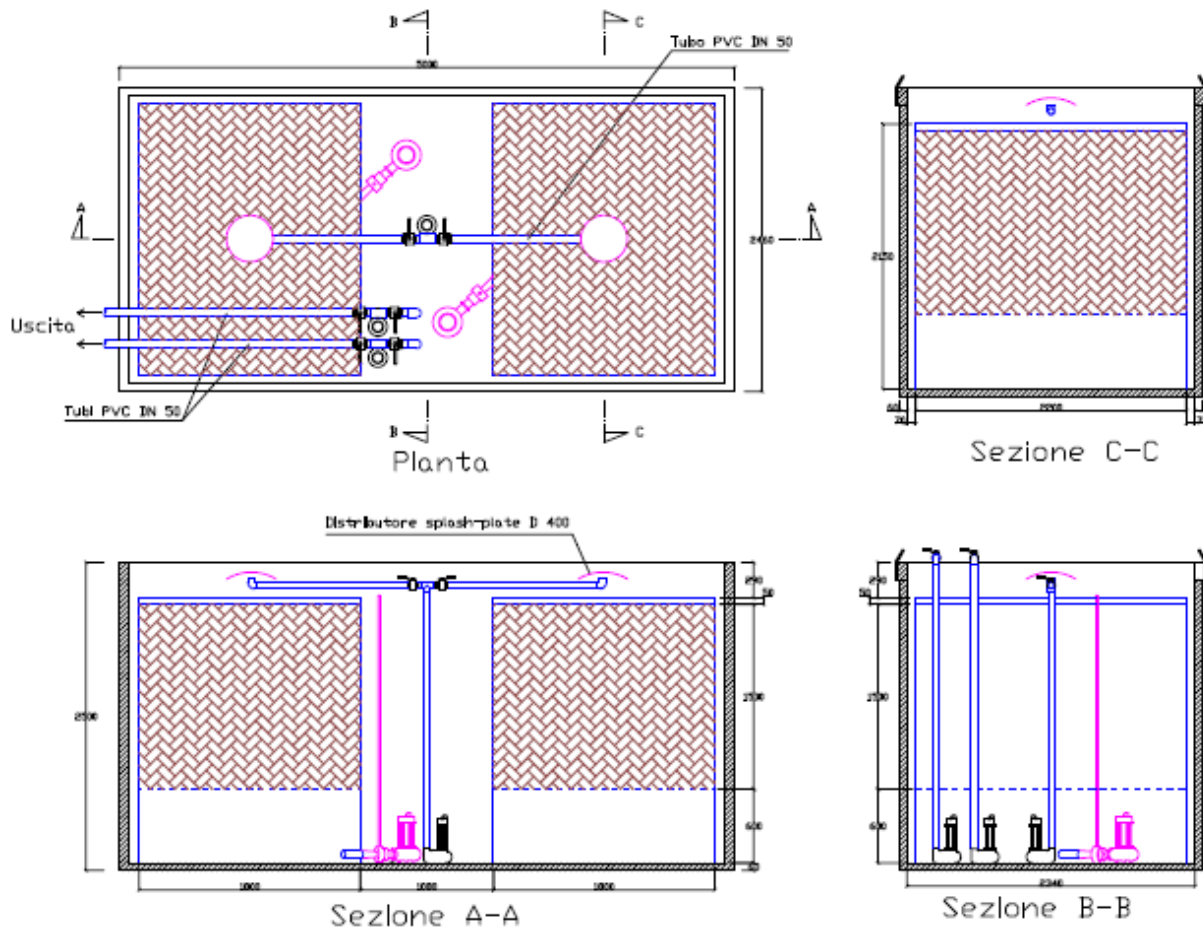
Nella versione più ricorrente, il bacino viene realizzato con l'impiego di un container di dimensioni esterne 2,5 x 5 H 2,5 m. Il container è rivestito internamente con una lamiera di acciaio inossidabile AISI 304 di spessore 3 mm sostenuta da una struttura esterna in tubolari di ferro spessore 4 mm contenente 4 piastre forate per il sollevamento da vuoto. La superficie esterna del container è verniciata previo decapaggio con tre mani di antiruggine epossidica e tre di smalto poliuretano di colore a scelta del committente.



Container 2,5 x 5 H 2,5 m

Poiché le parti a contatto con il liquame sono tutte realizzate in acciaio inossidabile, il container fornisce la massima garanzia di resistenza all'azione corrosiva oltre che di tenuta idraulica.

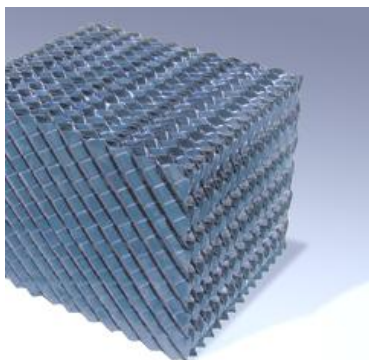
L'allestimento interno del bacino è raffigurato in ogni dettaglio costruttivo nel sottostante disegno.



Disegni di progetto del bacino

Una scala posizionata lateralmente consente di accedere in testa al container dove, oltre alla stazione di grigliatura (griglia statica autopulente) sono sistemate le passerelle necessarie per l'ispezione e la manutenzione dei componenti impiantistici interni.

Una apertura di troppo pieno  $\varnothing 160$  mm, praticata sul bordo superiore di una delle pareti, determina un livello di troppo pieno nel container di 2,2 m per cui, trascurando gli ingombri delle attrezzature ivi installate, la capacità utile di accumulo del bacino ammonta a circa  $25,4 \text{ m}^3$ .



Nel bacino è installato il corpo di riempimento di un filtro biologico realizzato con moduli plastici parallelepipedici a canali esagonali incrociati (pacchi di riempimento) aventi una superficie specifica di  $240 \text{ m}^2/\text{m}^3$  ed una frazione di vuoto del 96 %. I pacchi di riempimento sono ripartiti in due cataste a base rettangolare di dimensioni  $1,8 \times 2,2$  m, altezza 1,5 m, per cui il filtro biologico possiede un volume

Pacco di riempimento complessivo di 11,9 m<sup>3</sup>.

Le due cataste sono disposte alle estremità del container e sono tamponate lungo tre lati dalle pareti del container e nel restante lato con pannelli di plastica non aventi funzione di contrasto in quanto i pacchi sono autosostenenti. Le cataste sono sopraelevate di 60 cm dal fondo sostenute da una struttura di appoggio e di rialzo realizzata con travetti di acciaio inossidabile.

Sul fondo del container sono installati due aeratori di profondità a bolle fini (uno per ogni catasta) che provvedono ad ossigenare i pacchi di riempimento tramite un flusso d'aria ascensionale.

Ciascun aeratore è costituito da una pompa sommersa, del tipo centrifuga con girante a vortice sulla cui mandata orizzontale è montato un tubo Venturi. Quest'ultimo è collegato nella sezione ristretta di massima depressione ad un tubo emerso (aspiratore dell'aria) ed è raccordato nella sezione di sbocco ad un diffusore tronco-conico (iniettore dell'aria).



Aeratore sommerso

Il gruppo pompa-tubo Venturi eroga una portata d'aria che varia con l'escursione del livello dell'acqua nel bacino da un valore massimo a vasca vuota ad un valore minimo a vasca piena. Gli aeratori vengono dimensionati, per ogni applicazione del sistema, di modo che l'intervallo di portate erogate sia sufficiente a fornire la quantità di ossigeno richiesta dalla attività batterica di biodegradazione del carico organico del liquame addotto al filtro biologico.



Pompe di ricircolo e di rilancio dell'acqua percolata

Oltre agli aeratori, sul fondo del container sono installate tre pompe sommerse di cui due (una di servizio e l'altra di emergenza e di riserva) per il rilancio dell'acqua biofiltrata dal bacino all'unità di finitura ed una per il ricircolo nello stesso bacino dell'acqua percolata. Tutte le pompe sono del tipo centrifughe con girante a vortice specifiche per la movimentazione di acque contenenti corpi solidi in sospensione.

Le due pompe di rilancio sono dimensionate in modo che ciascuna sia in grado di erogare la portata media di alimentazione dell'unità di finitura. La pompa di servizio è comandata da un interruttore di livello a galleggiante posizionato a 20 cm dal fondo del container (livello di minima) mentre quella di emergenza e di riserva è comandata da un interruttore posizionato a 2,2 m dal fondo (livello di massima). Ambedue le linee di rilancio sono costituite da un tubo di sollevamento,

con relativo bocchettone di smontaggio e valvola di ritegno, che si raccorda a un tubo di mandata all'unità di finitura ed uno di ricircolo nel bacino muniti di valvola di regolazione della portata.

La pompa di ricircolo è dimensionata in modo da erogare una portata 3 - 4 superiore a quella media di alimentazione dell'unità di finitura ed è priva di interruttore di livello. La linea di ricircolo è costituita da una tubazione di sollevamento, munita di bocchettone di smontaggio, che si raccorda a due tubazioni di mandata in testa alle cataste che compongono il corpo di riempimento del filtro biologico ambedue dotate di valvola di regolazione della portata.

In corrispondenza delle sezioni di sbocco delle due tubazioni di ricircolo sono montati altrettanti distributori di flusso, del tipo "splash-plate", costituiti da piatti metallici sagomati in maniera tale che, investiti inferiormente dal getto d'acqua, distribuiscono il flusso radialmente in modo da irrigare uniformemente le cataste sottostanti.



Distributore di flusso "splash-plate"

Le pompe di servizio e di emergenza, all'uopo regolate tramite le valvole montate sulle tubazioni di mandata e di ricircolo, rilanciano l'acqua biofiltrata all'unità di finitura con una portata uguale a quella media di alimentazione del sistema complessivo di trattamento stabilita in fase di progetto. Ne consegue che la capacità di accumulo del bacino di bilanciamento idraulico e filtrazione biologica, pari a 25,4 m<sup>3</sup>, deve essere sufficiente ad assorbire gli eccessi di scarico nelle 24 ore giornaliere, o anche di più giorni, soprattutto nell'applicazione del sistema a utenze produttive dove gli scarichi sono in genere limitati all'intervallo lavorativo. Ove tale capacità fosse esuberante si può ricorrere a vasche di minori dimensioni (tipicamente 2,5 x 2,5 H 2,5 m) qualora invece non fosse sufficiente bisognerà ricorrere a più bacini operanti in parallelo.

### **3. Modalità di funzionamento**

L'acqua defluente dalla unità di trattamento preliminare viene ripartita equamente fra le due cataste componenti il filtro biologico e percola attraverso i pacchi di riempimento in controcorrente con l'aria insufflata dagli aeratori di profondità. Grazie alla conformazione a canali incrociati dei pacchi, l'acqua percolante si distribuisce su tutta la sezione trasversale del filtro lambendo le superfici esposte del corpo di riempimento. Dal fondo del bacino l'acqua percolata viene in parte

ricircolata in testa alle cataste, da dove si ridistribuisce su tutta la sezione trasversale ad opera dei distributori di flusso “splash plate”, ed in parte rilanciata all’unità di finitura dell’acqua biofiltrata.

La portata di ricircolo è molto superiore a quella di rilancio per cui l’acqua viene mediamente ricircolata innumerevoli volte prima di essere rilanciata. Peraltro, poiché la pompa di ricircolo non è dotata di interruttore di livello, l’acqua percolata viene ricircolata in continua anche quando le pompe di rilancio sono disattivate dai propri interruttori di livello.

In conseguenza della variazione oraria e giornaliera degli scarichi, l’altezza della superficie libera dell’acqua nel bacino può variare da un minimo di 20 cm (livello di stacca della pompa di servizio) ad un massimo di 2,2 m (livello di attacco della pompa di emergenza e di riserva). Stante la sopraelevazione delle cataste dal fondo del container (60 cm) e la loro altezza (1,5 m), con acqua al livello di minima il filtro biologico è completamente emerso e opera come filtro percolatore a ventilazione forzata mentre al livello di massima è completamente immerso e opera come biofiltro sommerso aerato. Nella situazione intermedia più ricorrente, il filtro biologico è in parte emerso e in parte immerso per cui opera contestualmente come filtro percolatore a ventilazione forzata nella parte emersa e come biofiltro sommerso aerato nella parte immersa.

In ambedue i casi, le sostanze inquinanti contenute nell’acqua defluente dall’unità di trattamento primario, per lo più costituite da materie organiche carboniose disciolte e colloidali, vengono biodegradate durante il percolamento attraverso il filtro biologico ad opera di una flora batterica annidata all’interno di una pellicola adesa alle superfici esposte dei pacchi di riempimento (film biologico) a spese dell’ossigeno contenuto nell’aria che attraversa i pacchi in senso ascensionale. I microrganismi catalizzatori delle reazioni di biodegradazione tendono a moltiplicarsi ma parte di essi vengono trascinati dall’acqua soprattutto nella parte emersa del filtro. Ne consegue che il film biologico si stabilizza ad uno spessore per cui la quantità di biomassa generata è uguale a quella trascinata dall’acqua percolante.

#### ***4. Elementi di innovazione***

L’impiego di un bacino di bilanciamento idraulico in un impianto di depurazione biologica è una prassi ormai consolidata soprattutto nel trattamento dei reflui aziendali i cui scarichi sono in genere limitati all’intervallo di lavorazione giornaliera (8 - 10 ore). L’inserimento del filtro biologico direttamente all’interno del bacino di bilanciamento idraulico rende di fatto superflua la realizzazione di una vasca dedicata al solo bilanciamento. Ciò comporta una riduzione degli oneri complessivi di costruzione dell’impianto tutt’altro che trascurabile, soprattutto nelle applicazioni al trattamento degli scarichi di piccole e medie aziende.

Al vantaggio economico si aggiunge quello derivante dalle prevedibili prestazioni del filtro biologico.

Operando contestualmente come filtro percolatore a ventilazione forzata e/o come biofiltro sommerso aerato con le modalità sopra descritte, il filtro biologico installato nel bacino di bilanciamento idraulico presenta i pregi dell'una e dell'altra tecnica senza soffrirne i difetti.

A conforto di quanto sopra valgono le seguenti considerazioni.

- a) Stanti le prevedibili escursioni del livello dell'acqua nel bacino, il filtro risulta prevalentemente almeno in parte sommerso per cui la sua efficienza di rimozione delle materie organiche carboniose ( $BOD_5$ , COD) è comparabile con quella dei biofiltri sommersi aerati che è una delle più elevate fra i depuratori a biomassa adesa.
- b) L'aerazione contro corrente dell'acqua percolante e il suo vigoroso ricircolo nello stesso bacino provocano una azione di strippaggio degli inquinanti di natura volatile fra cui in particolare l'azoto ammoniacale.
- c) Ogni qualvolta il filtro emerge dalla superficie libera, l'acqua percolante esercita una forza di trascinamento in grado di rimuovere la pellicola biologica in eccesso per cui la sua capacità autopulente è comparabile con quella dei filtri percolatori.
- d) Poiché la cinetica delle reazioni microbiologiche che avvengono nella pellicola è quella tipica di tutti i depuratori a biomassa adesa è prevedibile che la produzione specifica del fango biologico di supero sia in ogni caso abbastanza contenuta.

In considerazione delle sue peculiarità costruttive e funzionali, non riscontrabili nei depuratori a biomassa adesa attualmente reperibili sul mercato, il bacino di bilanciamento idraulico e filtrazione biologica così come sopra descritto è stato oggetto di domanda di brevetto per invenzione industriale da parte dello Studio Associato di Ingegneria Ambientale.