

- - > DIMENSIONAMENTO: Letto percolatore

sabato 1 maggio 2021 20:18

DIMENSIONAMENTO

Carico Volumetrico

$$C_v = \frac{\text{carico organico giornaliero}}{\text{volume del letto percolatore}} = \frac{\text{kg}_{\text{BOD}}}{\text{d} \cdot \text{m}^3}$$

Carico Idraulico Superficiale

$$C_{is} = \frac{\text{Portata influente}}{\text{Superficie del letto percolatore}} = \frac{\text{m}^3}{\text{m}^2 \cdot \text{h}}$$

Filtri a Basso Carico

$$\begin{cases} C_v = 0.10-0.40 \text{ kgBOD}/\text{m}^3 \cdot \text{d} \\ C_{is} = 0.05 - 0.25 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ h}) \end{cases} \approx [v, s] \uparrow \uparrow$$

Filtri ad Alto Carico:

$$\begin{cases} C_v = 0.40-1.10 \text{ kgBOD}/\text{m}^3 \cdot \text{d} \\ C_{is} = 0.6 - 1.6 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ h}) \end{cases}$$

DIMENSIONAMENTO  $\leftrightarrow$  ALTO CARICO

Efficienza di rimozione del BOD

$\eta_b$  = efficienza di rimozione senza ricircolo

$$\eta_b = 0,93 - k \cdot C_v \text{ Formula di Schreiber}$$

$k = 0,17$  in estate;  $0,25-0,33$  in inverno.

Esempio:  $C_v = 0,8 \text{ kgBOD}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ ,  $k = 0,3$   $\rightarrow \eta_b = 69\%$  E' poco, vogliamo fare di più

**Dobbiamo ricircolare i liquami**  $\rightarrow \eta_{tot} = 1 - (1 - \eta_b)^{R^*}$  **ESPEDIENTE!!**

$R^*$  numero di passaggi efficace

$$R^* = \frac{1+r}{(1+0,12 \cdot r)^2} \quad r = q_r/q_d \text{ Rapporto tra portata ricircolata } (q_r) \text{ e la portata di alimentazione } (q_d)$$

Esempio:  $C_v = 0,8 \text{ kgBOD}/\text{m}^3 \cdot \text{d}$ ,  $k = 0,3$

$r=0$	$R^* = 1$	$\eta_{tot} = 69\%$
$r=1$	$R^* = 1,59$	$\eta_{tot} = 85\%$

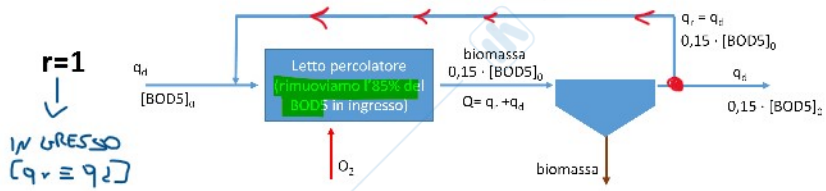
RICIRCOLO DEL LIQUAME

Filtri ad Alto Carico:  $C_v = 0.40-1.10 \text{ kg BOD}_5/(\text{d} \cdot \text{m}^3)$ ,  $C_{is} = 0.6 - 1.6 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \text{ h})$

Per assicurare un valore molto elevato di  $C_{is}$  è necessario assicurare un **RICIRCOLO** continuo dell'effluente.

Il valore della portata ricircolata può essere pari a 2-3 volte la portata media in arrivo.

RAPPORTO DI RICIRCOLO  $r = q_r/q_d = 2-3$



Design characteristics	Low or standard rate	Intermediate rate	High rate	High rate	Roughing
Type of packing	Rock	Rock	Rock	Plastic	Rock/plastic
Hydraulic loading, $m^3/m^2 \cdot d$	1-4	4-10	10-40	10-75	40-200
Organic loading, $kg\ BOD/m^2 \cdot d$	0.07-0.22	0.24-0.48	0.4-2.4	0.6-3.2	>1.5
Recirculation ratio	0	0-1	1-2	1-2	0-2
Filter flies	Many	Varies	Few	Few	Few
Sloughing	Intermittent	Intermittent	Continuous	Continuous	Continuous
Depth, m	1.8-2.4	1.8-2.4	1.8-2.4	3.0-12.2	0.9-6
BOD removal efficiency, %	80-90	50-80	50-90	60-90	40-70
Effluent quality	Well nitrified	Some nitrification	No nitrification	No nitrification	No nitrification
Power, $kW/10^3\ m^3$	2-4	2-8	6-10	6-10	10-20

\*Adapted from Metcalf & Eddy, Inc. (1979) and WEF (2000)  
 Note:  $m^3/m^2 \cdot d \times 24.5424 = gal/ft^2 \cdot d$   
 $kg/m^2 \cdot d \times 62.4280 = lb/10^2\ ft^2 \cdot d$   
 $kW/10^3\ m^3 \times 5.0763 = hp/10^3\ gal$

➤ **Esempio reale:**

**1) LETTO PERCOLATORE A [BASSO CARICO]**

**PROBLEMA:**  
 Quantificare la quantità di nitrificante a minimizzare i costi  
 a d m<sup>3</sup> UTTO PISCINA.

**DATI:**  
 - 2 PISCINE UTTO  
 - Comune: PISA  
 - Popolazione: 30.000  
 - Nitrosine: 0,248 m<sup>3</sup>/ggab  
 - Coeff. affluente: 0,87  
 -  $Q_{min} = \frac{N_{ab} \cdot d \cdot \varphi}{24\ h}$

**DESIGNING:**  
 - Carica volumetrica:  $[C_V] = 0,23 \frac{kg\ BOD}{m^3 \cdot d}$   
 - Carica I.S.:  $[C_{IS}] = 0,13 \frac{m^3}{m^2 \cdot h}$   
 - Superficie (letto percolatore):  $S = \frac{Q}{C_{IS}} [m^2]$   
 - Volume (comparto aerobico):

➤ almeno 2 o 4 letti percolatori  
 ➤ Per ogni letto percolatore a 50000 litri UTTO  
 (piante circolari) => S >> (imp. ancora maggiore !!)

Quanto BOD dobbiamo rimuovere? CALCOLO & FORMULAZIONI

→ ASIRAZIONE SQUADRIATA:  $60 \text{ g BOD} / 0,6 \text{ gg}$   
 →  $N_{0,6} \cdot 60 \text{ g} / 0,6 \text{ gg} = [ \text{g} / \text{gg} ] \xrightarrow{\cdot 1000} [ \text{kg} / \text{gg} ]$

→ Concentrazione BOD de entro nell'impianto:  
 →  $[ \text{BOD} ]_0 = P_{\text{BOD}} / Q_{\text{in}} \quad [ \text{m}^3 / \text{gg} ]$

→  $[ \text{BOD} ]_{\text{in BOD}} \approx 75\%$ , grazie a sedimentazione  
 ↓  
 $[ \text{BOD} ]_{\text{eff}} \approx 25 \text{ mg BOD} / \text{L}$  da TAB 1:  $152 / 2006$

→  $[ \text{BOD} ]_{\text{rem}}$  da abbattere:  $\{ ([ \text{BOD} ]_{\text{in BOD}} - [ \text{BOD} ]_{\text{eff}}) \cdot Q_{\text{in}} \}$   
 $\times 1000$

→ Volume:  $V = [ \text{BOD} ]_{\text{rem}} [ \text{kg BOD} / \text{gg} ] / C_V$

→ Profondità:  $h = \frac{V}{S}$

⇒ DIR. LITTO PON. A BASSO CARICO

2) LETTO PERCOLATORE AD [ALTO CARICO]

1) LITTO PON. AD ALTO CARICO:

~ scavi maggiori: Cambiame a natura valori  $\{ C_V, C_S \}$

~  $[ C_V ] = 0,8 \text{ kg BOD} / \text{m}^3 \text{ gg}$ ;  $[ C_S ] = 1,2 \text{ mc} / \text{mq h}$

↳ Met. necessariamente passivo se valori troppo elevati  
 ↳ Profondità molto più elevate

◇ CONSIDERA 2 DIFFERENZE: Alto carico e basso carico

a) BASSO CARICO:  $S \uparrow \uparrow$  e  $V \uparrow \uparrow$

b) ALTO CARICO:  $V \downarrow \downarrow$  e  $S \downarrow \downarrow$  → Letto necessitante migliore (?)

① Qual è SVANTAGGIO 1400 CASH ?

~ Non abbiamo considerato le STRATEGIE  $\leftrightarrow \Delta T^*$

~ Efficienza termica  $\eta_{b}$  :  $\{ \eta_{b} = 0,33 - 15\% \}$  FORMULA SCHEMATA

~ In inverno si offre molto di più  $\rightarrow$  STRATEGIA / INVERNO

~  $\left\{ \begin{array}{l} \eta_{b} \text{ BASSO CASH (INV)} \\ \eta_{b} \text{ ALTO CASH (INV)} \end{array} \right\}$

~  $\eta_{b} \text{ (CASH)} = 100 - (25 / [BOD]_{in BOD}) \cdot 100$

~ Letto precedente 1400 CASH in inverno per non essere nei limiti imposti da 100WS  $\rightarrow$  TROVARE STRATEGIE

- **ESPEDIENTE: [RICIRCOLO DELLA PORTATA DI LIQUAMI]**

SSPS 24/7 : RICIRCOLO DELLA PORTATA [Q]

~ Ricircolo / 14000 mercolare in serie

~ Andiamo fare RICIRCOLO : PORTATA

~ Ma non bene mettere il ricircolo  
 $\rightarrow$  No! Senza ricircolo anche  
BLOCCATI ( Problemi ottiene ugelli )

~ Mercolare liquame già trattato  $Q_{in}$  con  $Q_{out}$

~  $\eta_{min} \leftrightarrow \eta_{eff} = \frac{Q_{out}}{Q_{in}}$

~ Se aumenta  $r \rightarrow \eta_{eff} \approx 86\%$

14000 PENCOLATA

20000 PENCOLATA

30000 PENCOLATA

VASA 55000 2° via

$Q_v = Q$

$2Q$

$Q$

$r = \frac{Q_v}{Q} = 1$

$Q_v =$

$\rightarrow$  24/7 sempre attiva che allunga  
 $Q_v$  di acqua [€ 44]

➤ **Considerazioni finali:**

COMPONDI ② DIFFERENZIALE: Alto carico e basso carico  
 a) BASSO carico: S ↑↑ e V ↑↑  
 b) ALTO carico: V ↓↓ e S ↓↓ → Letto percolatore migliore (?)  
 ① Qual è SVANTAGGIO ALTO CARICO?  
 ~ Non bisogna considerare la STAGIONE → ΔT°  
 ~ Efficienza minore BOD:  $\{ \eta_b = 0,93 - 16 \}$  FORMULA SCHUBERTZ  
 ~ In inverno si offre molto di meno → STARS / INVERNO  
 ~  $\eta_b$  BASSO carico (CIV) >>  $\eta_b$  ALTO carico (CIV)

letto percolatore a BASSO carico deve necessitare un  
 PORTATA MINORILE  
 → Quale scegliere? { DIRETTO }  
 ~ Superficie disponibile  
 ~ no turbolenze da gelatina  
 ~ no lacune superficiali  
 ↳ Dir. ALTO PORTATA ② MINORILE ↳

- Ulteriore impiego letto percolatore: [RIMOZIONE AZOTO]

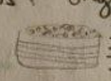
**5.4.5. NITRATO** → **ULTRACOMBINAZIONE**

**QUESTO NITRATO AFFLUISCE**

**AZOTO [N]**: ~ nella forma **AZOTO AMMONIACALE** [ $NH_3$ ]  
 ~ frammenti **RESIDUARI** residui se **PRESENTE** [ $CO_2$ ]  
 ~ **L.P. BASSO AZOTO** → Buona microbiana

→ AS, AV, niente ricicchi

→ **BIOSSA**: organismo **PRODOTTO**, consumo

300 ↓  PANSO SUP, PANSO INF.

h: **MICROORG. PANSO SUP** >> h° **MICROORG. PANSO INF.**

→ Nella parte **SUP.** ~ mangiame. mangiamo  $CO_2$   
 ~ biochim. **BIOSSA**, lasciando gli scarti  
 nella parte inf. {1.50.00}

→ PANSO SUP → >> prodotti  
 PANSO INF → << prodotti

→ liquame scorie lantan. verso il fondo.  
 e dove non sono presenti **SO<sub>4</sub>, SO<sub>3</sub>, NH<sub>3</sub>**

**NEL "MEZZO" DELLA VASCA (ANASSIA)** ←  $\left\{ NH_3 + O_2 + \frac{SARNO}{SARNO} + CO_2 \right\}$  → **BIOTECN. MICROBIOLOGICA** (parte inf.)

→ **microorganismi** **AUTO PRODOTTO**, mentre negli altri  
 letto bacillari **MICROG. PROD. → MICRO. PROD.**

**CONSUMO SOTTILE STOMACALE** [ $kg / 10^3 m^3$ ]: ~ letto nec. **A LTO** **CALCO** **dell'ordine**  
 ottenere **POKAR** **POKAR** **MEMCO**  
 ~ **Consistenza** anche **microbiana** **braccia**  
**regolati**

↓  
**CONSIDERAZIONI SUI COSTI-COMUMI**