

## --> DIMENSIONAMENTO: Trattamento linea fanghi

mercoledì 19 maggio 2021 11:05

### ▪ SCHEMATIZZAZIONE LINEA TRATTAMENTO FANGHI:



### ▪ FASI TRATTAMENTO FANGO NELLA LINEA FANGHI:



- **OBBIETTIVO: Rendere fango STABILE e PALABILE (>20% solidi e <70% umidità)**

### 1) FASE DI ISPESSIMENTO:

Type of sludge or biosolids	Solids concentration, %		Solids loading	
	Unthickened	Thickened	lb/ft <sup>2</sup> ·d	kg/m <sup>2</sup> ·d
<b>Separate:</b>				
Primary sludge	2-6	5-10	20-30	100-150
Trickling filter humus sludge	1-4	3-6	8-10	40-50
Rotating biological contactor	1-3.5	2-5	7-10	35-50
Air-activated sludge	0.5-1.5	2-3	4-8	20-40
High purity oxygen-activated sludge	0.5-1.5	2-3	4-8	20-40
Extended aeration-activated sludge	0.2-1.0	2-3	5-8	25-40
Anaerobically digested primary sludge from primary digester	8	12	25	120
<b>Combined:</b>				
Primary and trickling-filter humus sludge	2-6	5-9	12-20	60-100
Primary and rotating biological contactor	2-6	5-8	10-18	50-90
Primary and waste-activated sludge	0.5-1.5	4-6	5-14	25-70
Waste-activated sludge and trickling filter humus sludge	2.5-4.0	4-7	8-16	40-80
Waste-activated sludge and trickling filter humus sludge	0.5-2.5	2-4	4-8	20-40
<b>Chemical (tertiary) sludge:</b>				
High lime	3-4.5	12-15	24-61	120-300
Low lime	3-4.5	10-12	10-30	50-150
Iron	0.5-1.5	3-4	2-10	10-50

\*Adapted from WEF (1996)

### Carico di solidi: parametro di progetto

La superficie della vasca di ispessimento si calcola in questo modo:

1) Conosco la portata dei fanghi ( $Q_f$ ) e conosco anche il contenuto il contenuto dei solidi sospesi (SS%). La portata dei solidi sospesi ( $Q_{ss}$ ) che arriva all'ispessitore è:

$$Q_{ss} = Q_f \cdot SS\%$$

2) In funzione del contenuto dei solidi sospesi (SS%) e della provenienza dei fanghi ricavo dalla tabella il valore del 'carico di solidi'.



Per fanghi derivanti dai sedimentatori primari e secondari

$$C_s = 40-80 \text{ KgSS}/(\text{m}^2 \cdot \text{d})$$

3) Fissato  $C_s$  possiamo calcolare la superficie (S) dell'ispessitore:

$$S = Q_{ss} / C_s$$

## Bisogna fare una verifica sul carico idraulico superficiale

Una volta ricavata la S degli ispessitori a partire dal carico dei solidi, è importante fare una verifica sul carico idraulico superficiale:

$$C_{is} = Q_f / S$$

Fanghi primari:  $C_{is} = 15.5-31 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$  (0.65-1,3 m/h)

Fanghi biologici a biomassa sospesa:  $C_{is} = 4-8 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$  (0.17-0.33 m/h)

Fanghi primari + secondari:  $C_{is} = 6-12 \text{ m}^3/\text{m}^2/\text{d}$  (0.25-0.5 m/h)

- ESEMPIO:

TABOLA [W S F]:

- Fanghi primari & fanghi attivi → SOSTRATA / USCITA

$Q_p$  [SS = 12%]

$Q_s$

$Q'_p$  [SS] = 4%

OBIEZIONE DI METEORA:

ma richiesta:  $Q_s = ?$ ;  $\frac{Q'_p}{Q_p} = ?$

ma soluzione:

①  $Q_f = Q'_p + Q_s \rightarrow Q_s = Q_f - Q'_p$

② 1%  $Q_f = 4\% Q'_p + Q_s$

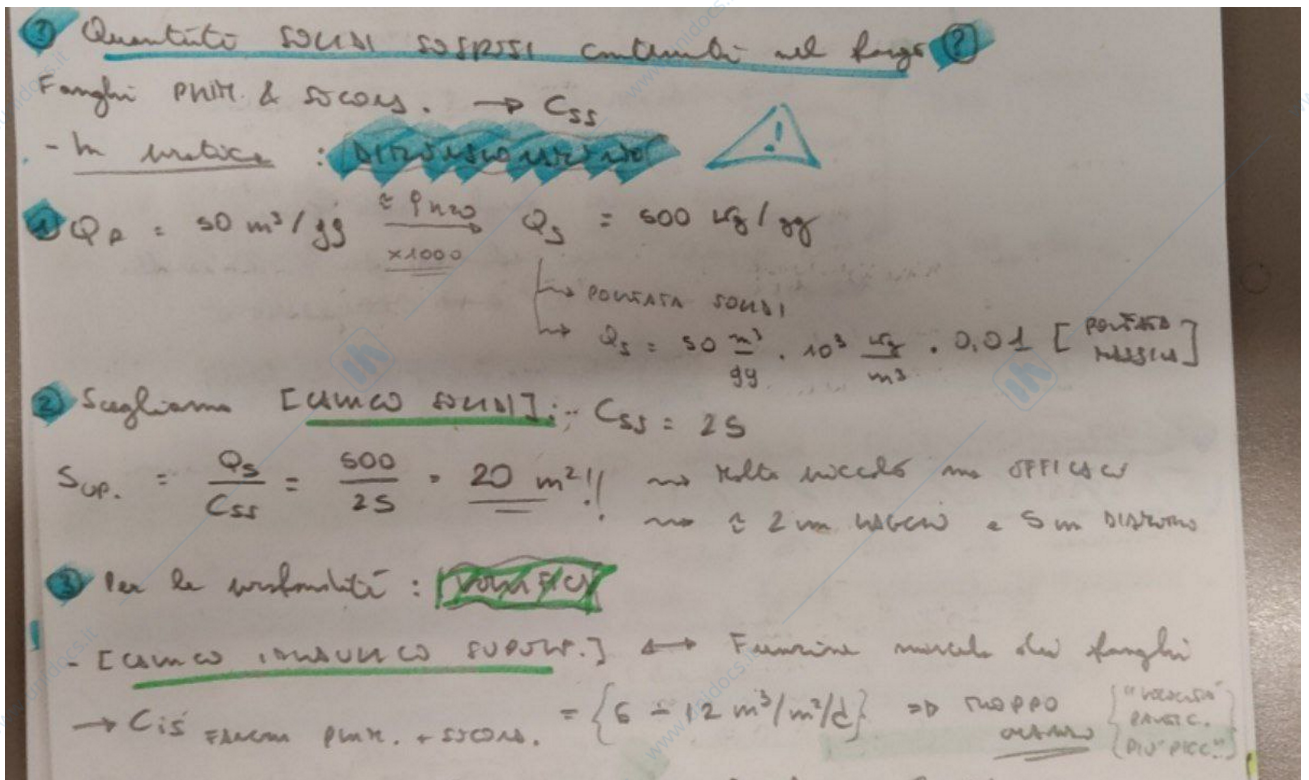
$\left\{ \frac{Q'_p}{Q_p} = \frac{1}{4} \right\}$  ma Portata volum. in USCITA!!

50 m<sup>3</sup>/gg → 12,5 m<sup>3</sup>/gg !!

37,5 m<sup>3</sup>/gg → SUPERAVANZO di MCI (CDA)

[SS] = 4%  
 [SS] = 12%  
 [SS] = 4%  
 [SS] = 12%  
 [SS] = 4%  
 [SS] = 12%

TRASCURABILE  
 INCHIESTA  
 (SUPERAVANZO)



2) STABILIZZAZIONE DEI FANGHI:

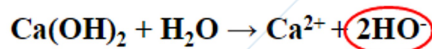
- 1) Stabilizzazione chimica;
- 2) Stabilizzazione biologica:
  - 2.1) Stabilizzazione aerobica;
  - 2.2) Stabilizzazione anaerobica.

Process	Degree of attenuation		
	Pathogens	Putrefaction	Odor potential
Alkaline stabilization	Good	Fair	Fair
Anaerobic digestion	Fair	Good	Good
Aerobic digestion	Fair	Good	Good
Autothermal thermophilic digestion (ATAD)	Excellent	Good	Good
Composting	Fair	Good	Poor to fair
Composting (thermophilic)	Excellent	Good	Poor to fair

▪ STABILIZZAZIONE CHIMICA con CALCE IDRATA: [Ca(OH)<sub>2</sub>]

Calce idrata: Ca(OH)<sub>2</sub>

È la portlandite, uno dei minerali che si formano nel calcestruzzo



La reazione genera calore!

Aumenta il pH

Tempo di contatto: 30 min

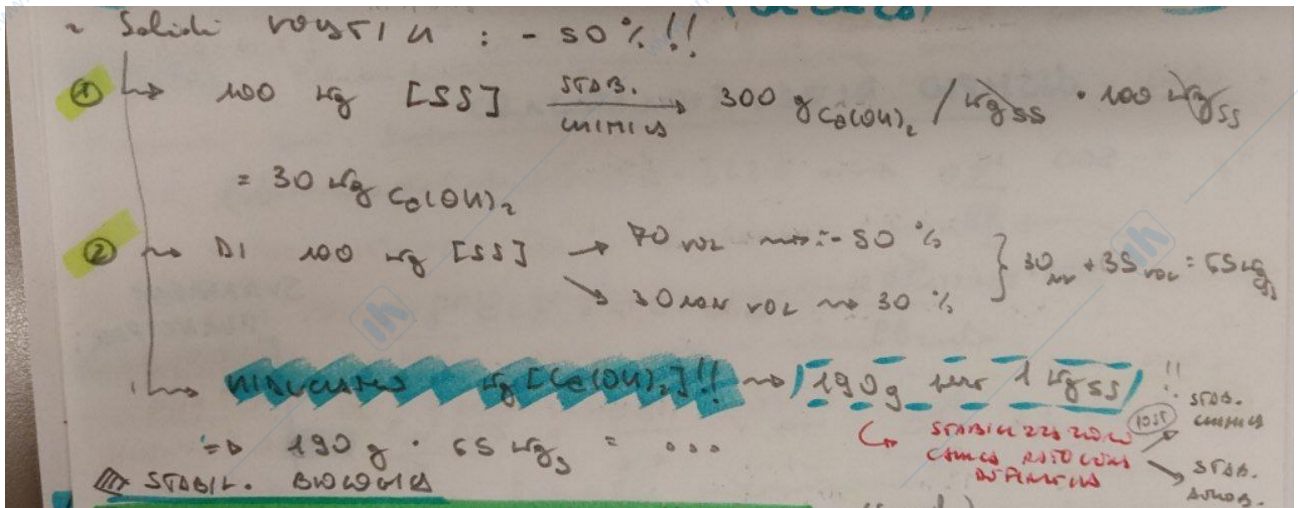
➤ Quanta  $\text{Ca(OH)}_2$  devo aggiungere per stabilizzare fango?

Type of sludge	Solids concentration, %		Lime dosage <sup>b</sup>			
	Range	Average	lb $\text{Ca(OH)}_2$ /ton dry solids		g $\text{Ca(OH)}_2$ /kg dry solids	
			Range	Average	Range	Average
Primary	3-6	4.3	120-340	240	60-170	120
Waste activated	1-1.5	1.3	420-860	600	210-430	300
Anaerobically digested mixed	6-7	5.5	280-500	380	140-250	190
Septage	1-4.5	2.7	180-1020	400	90-510	200

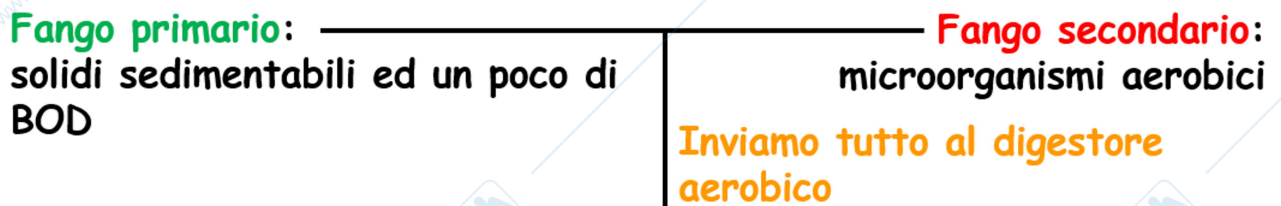
- Quando non è possibile eseguire un trattamento di STABILIZZAZIONE BIOLOGICA:  
per 1 Kg di SOST. SECCA [SS] --> 300 g  $\text{Ca(OH)}_2$

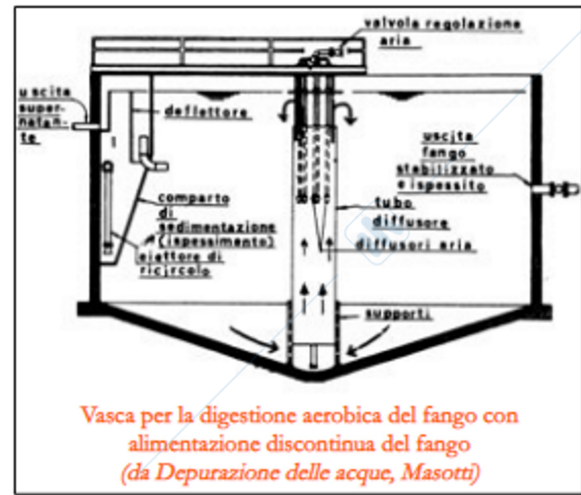
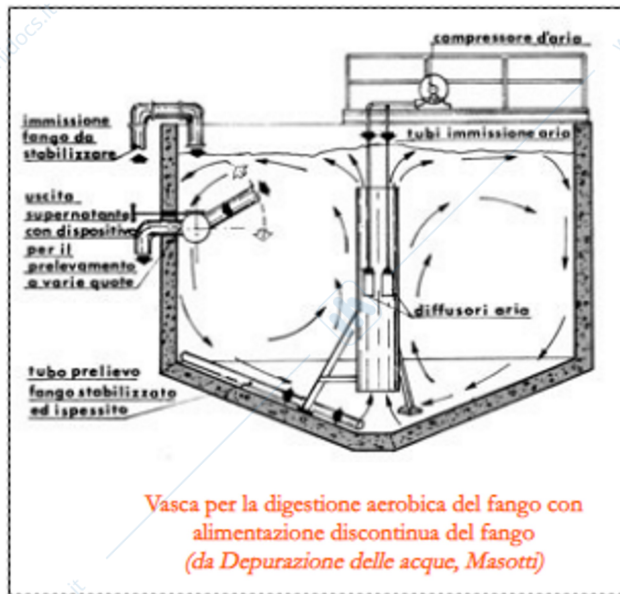
- Quando è possibile eseguire un trattamento di STABILIZZAZIONE BIOLOGICA:  
per 1 Kg di SOST. SECCA [SS] --> 190 g  $\text{Ca(OH)}_2$

- ESEMPIO DI CALCOLO:



▪ STABILIZZAZIONE AEROBICA:





- Impiegata per impianti di piccole dimensioni con un numero di A.E. < 50 000
- Man mano che BOD (Biomassa) viene ossidata e consumata dai microorganismi, quando questa terminerà alcuni di questi inizieranno a morire e diventeranno il pasto di quelli ancora vivi (FENOM. CANNIBALISMO)

- 1) Va bene per piccoli impianti (massimo 2.0 m<sup>3</sup>/s);
- 2) Elevati consumi energetici legati rifornimento di aria;
- 3) Notevolmente dipendente dalla temperatura ambientale e dalla posizione geografica

Parameter	U.S. customary units		SI units	
	Units	Value	Units	Value
SRT <sup>h</sup>	d		d	
At 20°C		40		40
At 15°C		60		60

- Il metabolismo dei microorganismi diminuisce con il diminuire della temperatura
- ESEMPIO DIMENSIONAMENTO: a basso carico (C<sub>sv</sub> = 1,6 Kgsv/mcd) e ad alto carico (C<sub>sv</sub> = 4,8 """)

CSO: DISINFIAMMAZIONE

$Q_p = 500 \frac{kg\ SS}{gg}$  con  $[SS] = 4\%$  (mult. sperimentali)

~ Solito volume:  $\frac{kg\ SS}{gg} = 500 \cdot 0,17 = 350 \frac{kg\ SS}{gg}$

PRINCIPALI SVANTAGGI:

- ~ E' separando
- ~ E' ams
- ~ E' p' inverte
- ~ E' p' s'ntine.

~ PRIMO CAMO:  $C_{sv} = 1,6 \frac{kg\ SS}{gg\ m^3} \rightarrow V = \frac{350}{1,6} = 220\ m^3$

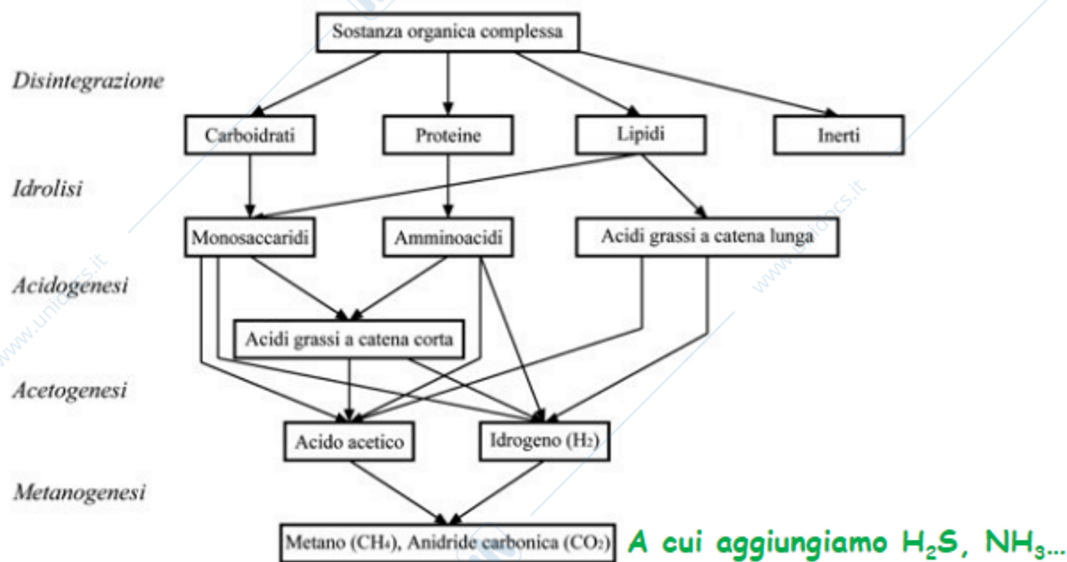
~ SECO CAMO:  $C_{sv} = 4,8 \rightarrow V \text{ non } 3 \text{ volte più piccolo!}$

$V = \frac{350}{4,8} = 73\ m^3$

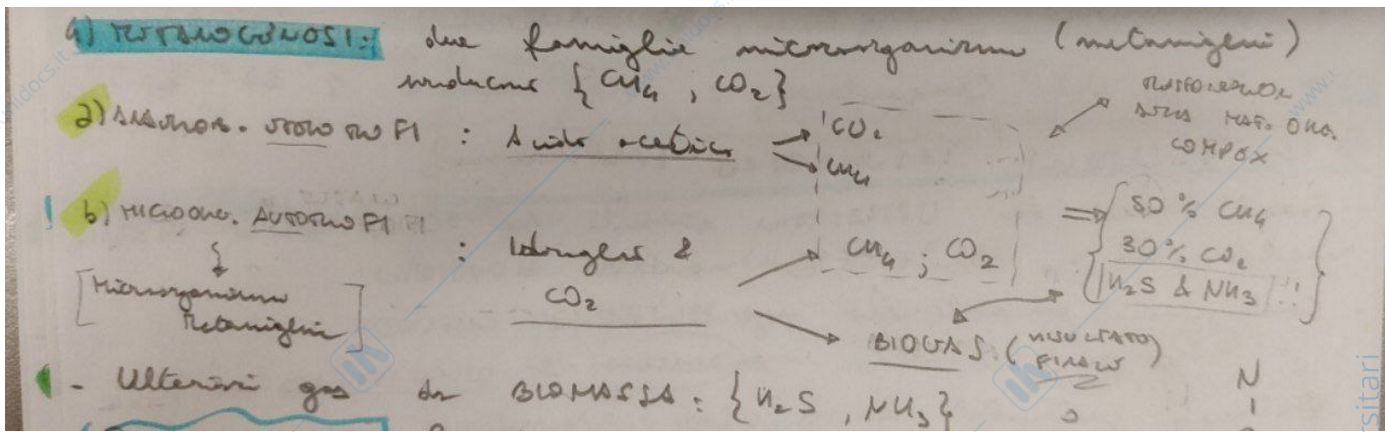
~ SVANTAGGI:

- ~ MA non elevate efficienze umozioni
- ~ MA paghiamo più per COSTR. DISCAR.
- ~ MA elatto molto meno solido  $\frac{kg\ SS}{kg\ H_2O}$ !!

▪ **STABILIZZAZIONE ANAEROBICA:**



- Parentesi sulla METANOGENESI: famiglie di microorganismi metanigeni che si occupano di tale processo



**CONDIZIONI DI ACCONCORDATA**

**CONDIZIONI MICROBIOLOGICHE:**  $\phi$   $\rightarrow T^\circ$   
 $\rightarrow pH: 6-8$

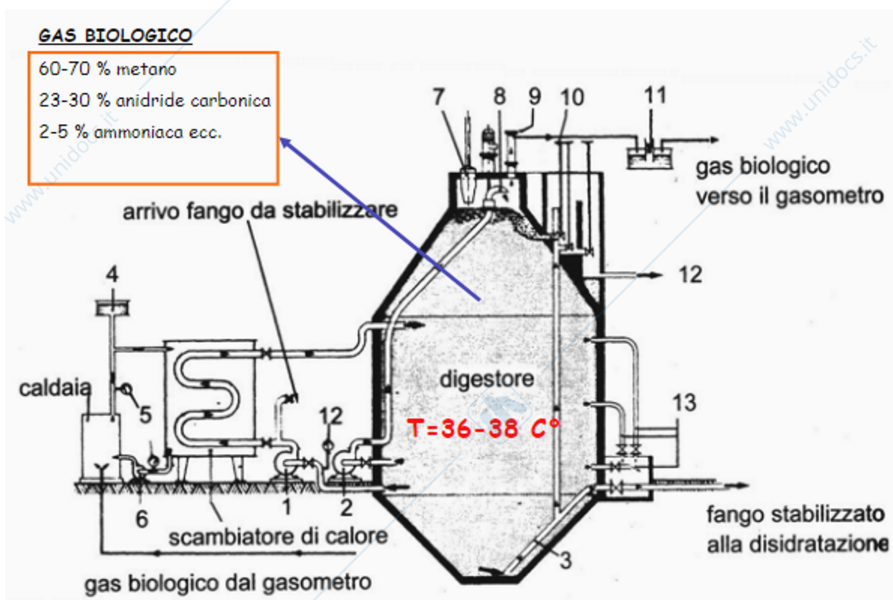
**Se** si accumulano troppi acidi, il pH si abbassa!! (non fare idrossidi)

**Se** c'è molto acido  $\rightarrow$  A ZOTO  $\rightarrow pH > 8$ ,  $\rightarrow$  METANOGENI  $\rightarrow$  PH e nutrienti ammoniacali

Procedi poco a poco da regime continuo

Tuttavia, per la produzione di gas, a fine di produzione energetica (SISTEMI)

Range di temperatura: Copra umani  $\approx 35^\circ-38^\circ C$



- **ESEMPIO: Dimensionamento digestore anaerobico**

Parameter	U.S. customary units		SI units	
	Units	Value	Units	Value
Volume criteria:				
Primary sludge	ft <sup>3</sup> /capita	1.3-2.0	m <sup>3</sup> /capita	0.03-0.06
Primary sludge + trickling-filter humus sludge	ft <sup>3</sup> /capita	2.6-3.3	m <sup>3</sup> /capita	0.07-0.09
Primary sludge + activated sludge	ft <sup>3</sup> /capita	2.6-4	m <sup>3</sup> /capita	0.07-0.11
Solids loading rate	lb VSS/10 <sup>3</sup> ft <sup>2</sup> -d	100-300	kg/m <sup>2</sup> -d	1.6-4.8
Solids retention time	d	15-20	d	15-20

Consideriamo 0,1 m<sup>3</sup>/ab

La popolazione di Bari è di 330000 abitanti

Il volume di siffatto digestore dovrebbe essere di 33000 m<sup>3</sup>

Se lo facciamo **alto 25 m** (un palazzo di 8 piani: assurdo!), avrà una superficie di 1320 m<sup>2</sup>, ovvero un **diametro di 41m**

**Ne facciamo quattro più piccoli...**

### 3) DISIDRATAMENTO DEI FANGHI:

- [Esempio]: LETTI DI ESSICCAMENTO\*O

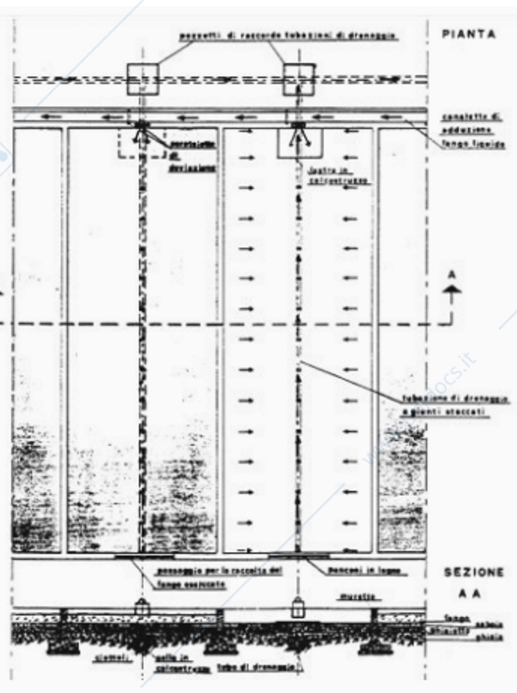
#### LETTI DI ESSICCAMENTO (1)

- Criteri di dimensionamento: 2.5-10 ab/m<sup>2</sup>

- Tempi di stazionamento 60-100 gg

- Tenore in acqua : 60% (perchè un fango sia palabile è necessario che detto valore non superi il 75-80%)

Letti di essiccamento a sabbia (da Depurazione delle acque, Masotti)



- Processo che rende il fango, ormai stabile, anche PALABILE

- Affinchè sia palabile, è necessario che l'umidità di questi sia < 70%