

## **2. TEORIA DI DISOLEAZIONE PER ACQUE DI PRIMA PIOGGIA**

Il disoleatore, è un impianto progettato per la separazione di benzine, oli, grassi e altre frazioni leggere dei prodotti petroliferi, è spesso applicato come fase di pretrattamento delle acque di pioggia prima di un bacino di ritenzione, in alcuni casi è aggiunto un volume per la ritenzione dei solidi. Fondamentalmente esistono due tipi di disoleatore: il separatore a gravità o convenzionale e il separatore a coalescenza. Il secondo è dotato di un pacco lamellare che aumentando la superficie effettiva di flottazione favorisce l'aggregazione delle particelle più leggere e ne facilita la risalita, in questo modo aumenta l'efficienza di separazione e si riescono a ridurre le dimensioni rispetto ai più grandi disoleatori a gravità.

La disoleazione viene normalmente ottenuta riducendo la velocità dell'influente e predisponendo una zona di calma nella quale le sostanze presenti, caratterizzate da un peso specifico minore di quello dell'acqua, risalgono per galleggiamento. Il funzionamento dei disoleatori può essere ricondotto ai principi della sedimentazione sotto l'azione della gravità: questi si comportano infatti come vasche di sedimentazione nelle quali le particelle oleose anziché sedimentare sul fondo, flottano in superficie<sup>xxv</sup>. Per il dimensionamento dei separatori si deve quindi partire dai tempi di residenza delle particelle. Il tempo di residenza  $t_i$  (o ritenzione) deve essere maggiore del tempo di risalita  $t_c$ :

$$t_i = d_i / V_t$$

dove:

$d_i$  è la profondità effettiva della vasca di disoleazione

$V_t$  è la velocità di risalita della particella

Per trovare la velocità di risalita  $V_t$  cm/sec si applica la legge di Stokes.

$$V_t = g(\sigma_w - \sigma_o)D^2 / 18\eta_w$$

Dove:

$g$  = costante gravitazionale (981 cm/sec<sup>2</sup>)

$D$  = diametro delle goccioline d'olio in cm, consigliato l'uso di un diametro  $D=60$  microns cioè 0.006 cm

$\sigma_w = 0.999$  g/cc densità dell'acqua a 15°C

$\sigma_o$  = densità dell'olio, si seleziona la densità più conservativa, per es. tra il carburante diesel 0,85 g/cc e l'olio motore 0,90 g/cc in una stessa soluzione si sceglie quest'ultimo

$\eta_w = 0.017921$  poise, g/cm-sec. viscosità dell'acqua a 15°C

Dopo una serie di analisi sperimentali su impianti in attività l'American Petroleum Institute (API publication 421 1990) ha apportato alcune modifiche all'equazione base pervenendo ad una nuova espressione la cui validità dipende dall'aver assegnato alla particella dell'olio un diametro di 0,015 cm (150 micron).

$V_t = 0,0123 (S_w - S_o / \mu)$

Dove

$S_w$  = gravità specifica del refluo alla temperatura di progetto

$S_o$  = gravità specifica dell'olio nel refluo alla temperatura di progetto

$\mu$  = viscosità assoluta del refluo alla temperatura di progetto, in poise

Nota: 1 Poise = 1 g/cm\*s

In effetti uno dei problemi principali è di conoscere la distribuzione dei diametri delle goccioline di olio. Non vi sono informazioni sulle dimensioni medie delle goccioline oleose nell'acqua di pioggia che ruscella da aree commerciali o industriali, si conoscono solo quelle dei depositi di prodotti petroliferi. Questi indicano che circa l'80% delle goccioline sono più grandi, in volume, di 90  $\mu\text{m}$  e circa il 30% hanno un diametro maggiore di 150  $\mu\text{m}$ .

Come detto per il dimensionamento dei separatori API considera che le goccioline siano di 150  $\mu\text{m}$ . In Australia e Nuova Zelanda si assume invece che queste abbiano diametro di 60  $\mu\text{m}$ . A 15°C e con una densità dell'olio di 0,9 la velocità di risalita di una particella di 60  $\mu\text{m}$  di diametro  $\theta$  di 0,62 m/h.

Anche lo Stato di Washington opta per diametri di 60  $\mu\text{m}$ . Per il calcolo della  $V_t$  consiglia la formula 0,033 foot/min (1 foot = 30,48 cm) il che equivale ad una  $V_t$  di 0,60 m/h.

In un separatore ideale, cioè con la totale assenza di turbolenza, la rimozione delle particelle sospese è funzione della velocità in ingresso. Secondo l'American Petroleum Institute (le cui applicazioni sono state studiate in particolare per le esigenze delle raffinerie) questa relazione è così espressa:

$$V_t = \frac{d_i}{T_i} = \frac{100d_i}{L_i B_i d_i} = \frac{100Q_m}{L_i B_i} = v_o$$

dove:

$d_i$  = profondità in un separatore ideale, in cm.

$t_i$  = tempo di ritenzione in un separatore ideale, in secondi.

$L_i$  = lunghezza di un separatore ideale, in cm.

$B_i$  = larghezza di un separatore ideale, in cm.

$Q_m$  = portata di progetto del separatore, in mc/s.

$V_o$  = velocità del flusso, in cm/s.

Nota: il fattore 100 serve a convertire i cm/s in m/s.

L'equazione precedente stabilisce che la superficie dell'area richiesta per un separatore ideale è uguale alla portata in ingresso della soluzione diviso la velocità di risalita delle

particelle di olio, senza considerare la profondità assegnata.

Prendendo in esame il fattore di turbolenza ( $F$ ) un fattore moltiplicativo per tenere conto della perdita di efficienza dell'impianto in seguito a turbolenze e rigurgiti, la superficie orizzontale minima ( $A_H$ ), è data da (1):

$$A_H = F \left( \frac{Q_m \times 100}{V_t} \right)$$

dove:

$A_H$  = superficie minima orizzontale, in mq.

$F$  = fattore di turbolenza (adimensionale), vedere tabella 1.

$Q_m$  = portata, in mc/s.

$V_t$  = velocità verticale della particella, in cm/s.

Il fattore di turbolenza  $F$  è ottenuto moltiplicando per 1,2 un valore trovato sperimentalmente che lega la velocità orizzontale  $V_H$  con la velocità di risalita della particella d'olio  $V_t$ .

**Tabella 1**

	Turbulence factor $F_t$	
$V_H/V_t$		$F=1.2 F_t$
3	1.07	1.28
6	1.14	1.37
10	1.27	1.52
15	1.37	0,086111
20	1.45	0,093056

La sezione verticale del separatore API è data da (2):

$$A_c = \frac{Q_m \times 100}{V_H}$$

Dove:

$A_c$  = è la sezione verticale minima, in mq.

$Q_m$  = è la portata di progetto, in mc/s.

$V_h$  = è la velocità orizzontale, in cm/s.

Nota: il fattore 100 factor serve per convertire i cm/s in m/s.

Dalla sezione verticale si risale alla profondità e alla larghezza del separatore. Secondo le esperienze API la larghezza del separatore  $B$  deve rientrare tra gli 1,8 e i 6 metri. Sostituendo nell'equazione seguente si perviene alla determinazione della profondità

$$d = A_c/B$$

dove

$d$  è la profondità del separatore in m

$A_c$  è la sezione verticale minima in mq

$B$  è la larghezza del separatore in m

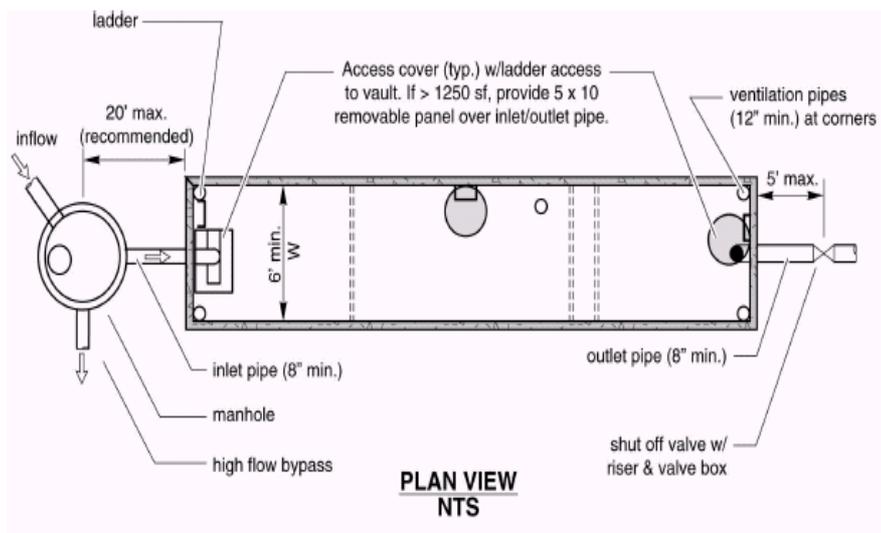


Figura 5

Per ricavare la lunghezza  $L$  del separatore si usa la formula seguente:

$$L = F (VH/V_t) d$$

I rapporti tra le diverse grandezze suggerite da API 421 sono le seguenti:

$$VH = 15V_t \leq 1,5 \text{ cm/sec (consigliato)}$$

$$0,3 W \leq D \leq 0,5 W \text{ (tipicamente } D = 0,5 W \text{)}$$

$$1,5 \text{ m} < W < 5 \text{ m}$$

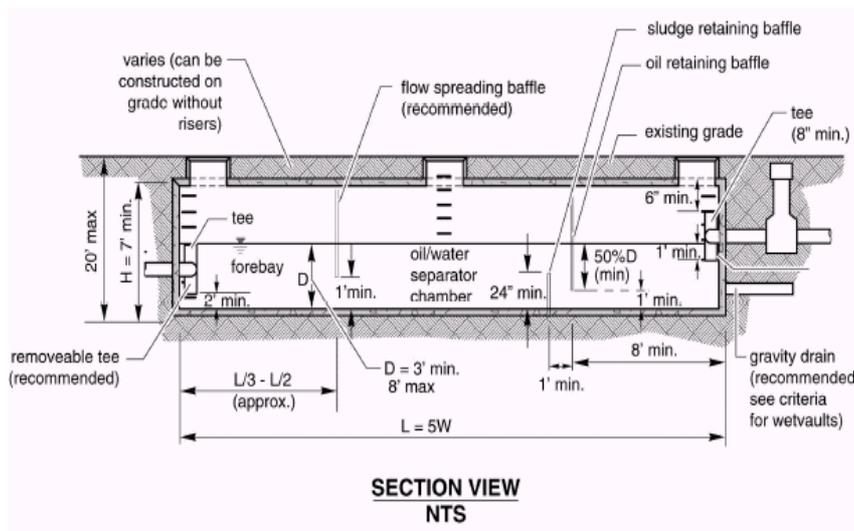
$$0,75 \text{ m} < D < 2,5 \text{ m}$$

$$L = 5 W$$

dove  $W$  è la larghezza,  $D$  è la profondità,  $L$  è la lunghezza, come indicato in *figura 5* e in *figura 6*.

In *figura 6-7* si può vedere anche come deve essere un disoleatore secondo lo standard API 421:

$$1 \text{ feet '} = 12 \text{ inch ''} = 30,48 \text{ cm}$$



*Figura 6*

Il separatore API viene denominato anche API Baffle Separator, dove baffle sta per deflettore, diaframma. Attraverso l'interposizione di questi diaframmi si ottiene di rallentare ulteriormente la velocità della corrente liquida o di meglio garantire la ritenzione degli oli e dei sedimenti nelle rispettive camere. Si distingue un'anticamera (forebay) per la raccolta dei solidi sospesi, la camera principale dove avviene la separazione tra le due fasi (separation section) e la camera finale dove pesca il condotto a "T"(afterbay)<sup>xxvi</sup>

**Tabella 2**

<b>Miscibilità di alcuni solventi in acqua</b>	
n-esano	Immiscibile
n-eptano	Immiscibile
n-ottano	Immiscibile
n-decano	Immiscibile
Toluene	Immiscibile
Benzene	Immiscibile
Cloro benzene	Immiscibile
Dicloro benzene	Immiscibile
Dicloro etano	Immiscibile
Trielina	Immiscibile
Olio di oliva (trioleina)	Immiscibile
Diclorometano	Immiscibile
Cloroformio (triclorometano)	Poco solubile
Tetraidrofurano	Poco solubile
Etere etilico	Solubile / Poco solubile
Metil-etil-etere	Poco solubile
Acetone	∞
Metil-etil-chetone	Solubile
Metanolo	∞
Etanolo	∞
Benzilico	4g/100g acqua
Terz-butanolo	∞
Alcool isopropilico	∞
Propanolo	∞
Butanolo	7,9g/100g acqua
Pentanolo	2,3g/100g acqua
Esanolo	0,6g/100g acqua
Fenolo	Poco solubile / insolubile
Xilene	Immiscibile
Etilbenzene	Immiscibile
Dietilammina	Solubile
Trietilammina	Solubile
Trimetilammina	Solubile

Per concludere il discorso riguardante le acque di prima pioggia o comunque il trattamento di sedimenti con la presenza all'interno di diversi tipi di solventi<sup>xxvii xxviii</sup>, all'interno della tab. 2 sono riportate le miscibilità di un diverso numero di solventi<sup>xxix</sup> in acqua, visto che la presenza di alcuni di questi è una costante nel trattamento di miscele o comunque di sedimenti inquinati.