



Corso Luigi Einaudi, 55 - Torino

Appunti universitari

Tesi di laurea

Cartoleria e cancelleria

Stampa file e fotocopie

Print on demand

Rilegature

NUMERO: 746

DATA: 20/10/2013

A P P U N T I

STUDENTE: D'Angelo

MATERIA: Complementi di Ingegneria Sanitaria

Prof. Genon

Il presente lavoro nasce dall'impegno dell'autore ed è distribuito in accordo con il Centro Appunti.

Tutti i diritti sono riservati. È vietata qualsiasi riproduzione, copia totale o parziale, dei contenuti inseriti nel presente volume, ivi inclusa la memorizzazione, rielaborazione, diffusione o distribuzione dei contenuti stessi mediante qualunque supporto magnetico o cartaceo, piattaforma tecnologica o rete telematica, senza previa autorizzazione scritta dell'autore.

**ATTENZIONE: QUESTI APPUNTI SONO FATTI DA STUDENTIE NON SONO STATI VISIONATI DAL DOCENTE.
IL NOME DEL PROFESSORE, SERVE SOLO PER IDENTIFICARE IL CORSO.**

COMPLEMENTI DI INGEGNERIA SANITARIA AMBIENTALE

PROF. GENON

Nome - Nom - Name - Vorname

ING. AMBIENTE E TERRITORIO

Cognome - Nom de famille - Surname - Nachname

D'ANGELO DEVA

Indirizzo - Adresse - Address - Adresse

60 ORE → GENON → TEORIA

Città - Ville - City/Town - Stadt

20 ORE → FORE → CALCOLO & APPLICAZIONI

Telefono casa - Numéro de téléphone chez vous - Phone number - Telefon

Cellulare - Portable - Mobile number - Funktelefon

NO. LIBRO

E-mail - Adresse de poste électronique

ESAME → Solo cose da di. Tu quando

Materia - Matière - Subject - Fact

Classe - Classe - Class - Klasse

Scuola - École - School - Schule

LIBRO SU POTABILIZZAZIONE:

Water Quality & Treatment
(American Water Works Association)

Le pagine di questo quaderno sono prodotte con carta di alta qualità,
proveniente dalla gestione sostenibile delle foreste, priva di cloro elementare (ECF),
più spesso, non trasparente, resistente a strappi e cancellature.

Quindi: attività umana e strumenti, x intervenire su esse.

Strumenti fondamentali:

chi fa mg amb deve conoscerli e usarli x puntare all'ottimizzaz del proc.

- a) CONOSCITIVO
- b) GESTIONALE
- c) TECNOLOGICO
- d) ECONOMICO
- e) NORMATIVO
- f) PROGRAMMATIBILE

a) CONOSCITIVO

Fondamentale essere in grado di definire x un'attività antropica qualche qual cosa sono le risorse necessarie e quali sono i flussi riversati in ambiente.

Questo risponde alla necessità di capire risorse e flussi di un'att. tecnologica, non si deve considerare una realtà vera.

Senza fare ragionieri quantitativi.

=> 2 strumenti: $\left\{ \begin{array}{l} \text{Bilancio di energia} \\ \text{Bilancio di materia} \end{array} \right.$

Può essere complicato dal punto di vista applicativo, ma è concettualmente semplice.

Entrare nel merito dell'attività e capire cosa c'è e' dentro.

=> conoscere materie prime, il loro destino (processi etc) e quindi i residui dal pto di vista ambientale.

Tutta att. cost. materiale da x discorso di deprezzazione, ci interene solo l'attività in se.

=> Tradurre l'att antropica in flussi, e quantizzare tali flussi.

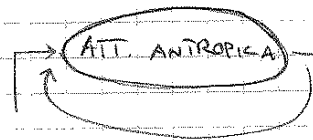
Non c'è un corso solo di tecnologia della depurazione; non può intervenire sui residui se non conosce i processi nella sorgente.

b) GESTIONALE

Tentativo di soddisfare esigenze antropica intervenendo sul sistema che va. L'att antropica x amministrare le richieste di risorse o diminuire il carico ambientale riversato.



Questo obiettivo si traduce in risorse, riciclo, valorizzazione secondarie



Così, diminuisce pressione sia sulle risorse che sull'ambiente. Può essere fatto bene solo dopo aver definito tutti elementi conoscitivi, caratteri di risorse che entrano o residui che escono.

È un intervento x la limitazione dell'input.



Esempio: acqua di scarico della Tintoria:

x capire se possa riutilizzarla, devo conoscere la qualità, e capire le esigenze di acqua potabile che c'è alla sorgente.

d) ECONOMICO

L'ing. deve sapere che «ottenere certi risultati di compatib. amb. può essere usato in diverse situazioni economiche, che può voler dire:

• Tariffazione

ogni t/d di CO₂ viene pagato Tati, ecc. → il costo in cui vengono calcolati il peso del carico amb. ⇒ ↑ costo di pend. dalle esternalità, non se vedremo qui.

• Incentivazione

Se in una risorsa riciclata o si produce E da fonti verdi, anche con ⇒ crea un beneficio, x rendere + economico sostenibile quel che di x se non lo sarebbe.

• Trading

È uno "scambio"

↗ = Max di responsabilità di emissione.

Ha senso fissare un limite complessivo, e non x i singoli.

opere?

Viene fatto x la CO₂, che è = n° parti sia prodotta ed emessa.

⇒ fanno lo sforzo dove costa meno, invece, non lo fanno se l'oggetto con il quale è 1 singolo, tipo effetto della polvere, che è globale.

⇒ deve intervenire E, ma globalmente.

Usando il trading: piano restare sotto il max riducendo le emissioni di una o dell'altro: 5 → 3 oppure 3 → 1

I due sforzi richiesti sono 4, forse uno sarà più costoso.

Trading: chi spende di + riesce a dare da chi fa lo sforzo minore.

È un accordo economico, di distribuzione di carichi tra soggetti diversi.

Ad esempio: mitrali → possono essere tra di loro all'ordine del da fatto. ecc.

⇒ c'è 1 scambio di quote tra 12 produttori, tanto nel fiume tutti i mitrali sono uguali.



Per tariffazione ed incentivazione:

ente pubblico eroga/rivoca denaro al/dal singolo operatore, per avvicinarsi ad una politica migliore.

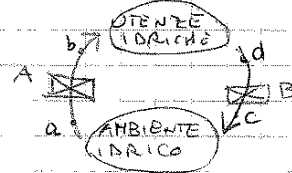


ES → Le acque di scarico possono essere affinate ed usate per uso agricolo
 ⇒ Se l'impianto di depurazione è vicino all'utenza (agricoltore),
 ha dei vantaggi, de aerinati con aerei.

TUTTO CIÒ CHE HA DETTO FIN'ORA, INGEGERE NON LO CHIEDE ALL'UTENTE

ACQUE

Da un lato: utenze idriche } vanno ricordate
 dall'altro: ambiente idrico }



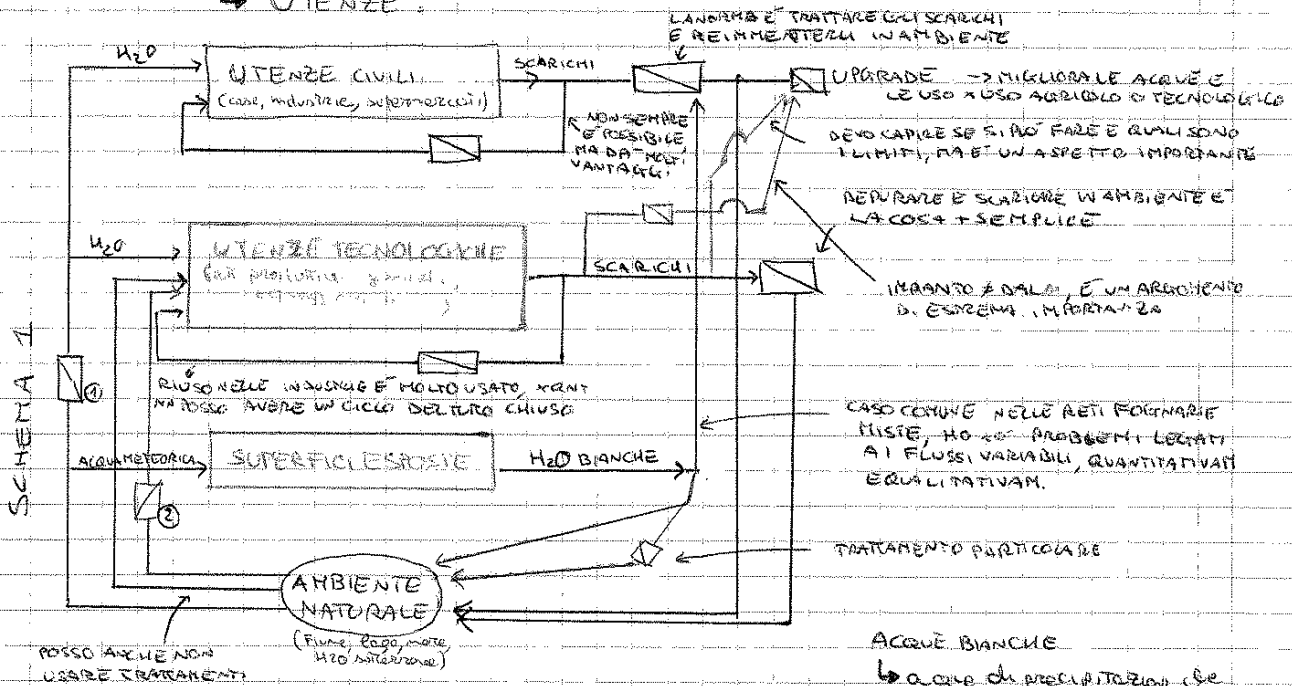
C'è un prelievo di risorse che deve soddisfare
 l'utenza, e c'è una scarica di risorse all'ambiente.

La risorsa, in genere, non ha la qualità richiesta
 ⇒ Impianto primario A.

Tornando all'ambiente, deve arrivare dal fiume ⇒ Impianto depurazione B

Confini di A ed B e un'operazione che deve seguire una definizione corretta
 del ciclo idrico. deve prima conoscere bene a, b, c, d e poi realizzare le utenze
 così da avere un'area urbanizzata (non area agricola).

↳ UTENZE:



⊖ → fabbrica H₂O a mano } standard ≠
 ⊕ → fabbrica H₂O x tecnologia }

ACQUE BIANCHE
 ↳ acque di precipitazione che
 vengono caricate con
 case, giardini, strade,

Non sempre sono raccogliibili
 separatamente, se lo sono (raro in
 Italia) può seguire varie strade

Per prima cosa, va organizzato lo scarico,
 cioè vanno indicate QUALITÀ E QUANTITÀ
 (devo definire m³/s e concentrazione delle sostanze), perché sistemi di
 depurazione si basano su tale schema

(DA LEE) GIOVEDÌ 7/3/2013

3) Ambiente

Oltre alla qualità (Q) e quantità (Q) delle acque delle utenze (occorre ricavare acque da falde, fiumi, etc... da risposta alle richieste), dobbiamo guardare le sorgenti.

• QUANTITÀ

Importante → vedere quanta e quale acqua possiamo ricavare dalle sorgenti, ed in quale stato dell'anno.

Sulle quantità → discorso di tipo idrologico

Tenendo conto della variazione dei regimi idrologici, si cerca di capire mese per mese quanta acqua può essere ricavata dal punto A, B, C.

• QUALITÀ

Bisogna poi vedere quale acqua ricaviamo dalle possibili sorgenti.

Le valutazioni vanno sempre fatte tenendo conto di poter avere variazioni (ad es. → acqua del po', se fa piovuto molto, contiene tanti solidi sospesi).

Per fornire un'analisi attendibile, devo capire:

- quanti componenti fare | → Rassegnare sui fenomeni che influenzano
- in quale periodo farlo | sulla qualità dell'acqua

Bisogna vedere a quali parametri mirano l'analisi: una volta fatto il campionamento, che cosa misuriamo?

↳ Pongo che cosa quali sono i parametri che richiede l'utenza e vedere come essi si presentano alla sorgente

⇒ Parametri dettati da:

- esigenze dell'utenza
 - da ciò che possiamo porci obiettivi come ipotizzato nella sorgente a \sqrt{V}
- ↳ dobbiamo preoccuparci dell'intono della sorgente.

Se possibile interazione tra sorgenti di impatto costante ed acqua prelevata.

Con la vista da 2 pt di vista:

- mediato → prelievo acqua da falda, presa in industria che scarica Fe, Ag, Mg, ⇒ qualità i parametri per Fe, Ag, Mg

- VALUTAZIONE DI RISCHIO

↳ a monte ho un oleodotto che potrebbe rompersi.

⇒ oltre a creare i parametri, devo chiedermi se in futuro potrei avere rotture e quindi interventi da fare per tutelare la mia

✓ rischio o interrompere il prelievo

Non è affatto banale vedere nell'ntorno dell'opera i possibili rischi.

Devo anche valutare quali sono i possibili tempi d'intervento in caso di incidente (se ho + tempo x interventi e - meglio).

APPLICAZIONI

Negli esempi che fanno, parlano di una opera di presa e una utenza, ma in realtà ho in genere n opere ed m utenze

⇒ il discorso si articola in reti

POTABILIZZAZIONE

PARAMETRI ED INQUINANTI

Quali sono i parametri, i tipi di inquinamento di cui ci occupiamo nell'utenza e nella risorsa.

RISORSA

UTENZA

di tipo potabile, anche se una minima parte viene usata a scopo potabile (2L/d su 200L/d)

Esistono tabelle dell'OMS, dell'UE, Nazionali, che dicono quali caratteristiche deve avere un'acqua potabile (vanno usate come mg, non di scatto).

Riguardano parametri:

- Fisici → solidi sospesi, torbidità, colore (anche se di peso)
- chimici → presenza di As, Pb, Hg, Fe, cloroformo, pH, conducibilità
- biologici → microrganismi, e batteri

Le tabelle distinguono tra inquinanti primari e secondari. La differenza è:

- Inq. primari: si ritiene siano di per sé pericolosi a salute dell'utilizzatore
- Inq. secondari: si ritiene non siano di per sé nocivi, ma rendono poco gradevole l'uso dell'H₂O (colore o torbidità).

1. Inquinanti primari → divisi in categorie:

- PARAMETRI CHIMICI INORGANICI DISSOLTI (Fe, As, ...)

- PESTICIDI

Normalmente sostanze organiche disciolte, non accettabili nelle acque potabili sopra certe soglie

- SOSTANZE ORGANICHE DISSOLTE DI DERIVAZIONE ANTROPICA

Es. fenoli sono sost. organiche non antropogene (drossine, adis). Sono sost. organiche anche naturali, ma quelle che si trovano in ambiente sono quasi tutte prodotte dall'uomo. Naturalmente sarebbero molte di meno. Stesso discorso per trielina ed acetone

OH → FENOLO

- DISINFETTANTI

Il principe è il Cl₂. È uno dei + usati, sterilizza. Di per sé, non deve essere presente nell'acqua distribuita, anche se viene usato nel processo.

- DBP (DISINFECTION BYPRODUCTS)

Sottoprodotti della disinfezione, che vengono fatti con Cl₂
⇒ Posso formarsi cloroformo, che sono tossici e perciò indesiderati

- RADIO NUCLEI

Sostanze radioattive (di derivazione naturale)

2. Inquinanti secondari:

calore, salinità, durezza

Preoccupatore: presenza di precipitati: se nell'acqua non ho acidi inerti (che di xrt non sono dannosi) \Rightarrow ca. 11. fono $CaCl_2$

TRATTAMENTI

Adozione di processi per rinnovare gli inquinati: Processi:

- chimici (reattori)
- Fisici (separazione meccanica)
- biologici (microorganismi che degradano sostanze)
- chimico-fisici (sistemi basati su affinità, come CA e scambio ionico)

LAGUNA GGIO

Si interpone tra la presa dell'acqua e la potabilità, un V di acqua che permette in un certo sito piano di proseguire.

Sistema nella realtà per acque superficiali, non pure acque profonde

Viene fatto per motivi:

- 1) Assicurare una presa idrica: un'acqua superficiale nella espone a problemi: può avere inquinanti che arrivano veloci.



\Rightarrow δ = perdita, se l'acqua del fiume è incompatibile con la potabilità; chiudo la presa, ma accedo in alla laguna.

Esempio \rightarrow Torino usa 30% d'acqua del Po; Laguna la Tappa di Noventa \approx 20 giorni. Non può essere il serbatoio del tutto la laguna; posso avere infiltrazioni dall'acquifero circostante, e quindi potenziali inquinanti; e contaminazioni.

- 2) Garantire un'omogeneizzazione di qualità dell'acqua:

(qualità + cost del flusso diventato alla depurazione).

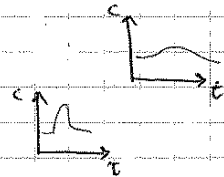
Prende questo valore a funzionamento continuo \rightarrow

Essa ha $V_{in} = V_{out}$

- Reattore perfettamente miscelato $\rightarrow \rightarrow |d_0| \rightarrow$
- Reattore perfettamente a pistone $\rightarrow \rightarrow |H| \rightarrow$



- Reatt. miscelato \rightarrow se ho una concentrazione, essa si distribuisce col resto dell'acqua \rightarrow
- Reatt. a pistone \rightarrow se ho una concentrazione, essa esce dopo un certo tempo \rightarrow



Co è sicuro un vantaggio importante (il pistone): se ho dei picchi di C, è il punto più non garantire la prestazione.

Non è banale che la laguna sia un certo tipo di reattore: non è né proprio un reattore miscelato né perfettamente a pistone.

Presse inquad attenuare i picchi di C \Rightarrow è il punto funzione meglio.

Qualità di un'acqua superficiale varia molto (SS)

Inpiato che riceve acqua variabile dev'essere continuamente regolato.

\hookrightarrow Se cost. de arriva e' + costante, il processo e' + facile e' + economico (in spreca - reagenti).

Dal punto di vista: aerazione non è che l'inquinare, la trasformazione e basta, e deve tenere conto nel valutare l'eff. cioè la capacità del sistema (ma può guardare solamente le [] macchine).

Aerazione → va valutata da 3 pt di vista

- 1) TERMODINAMICO = valuta equilibrio interfase gas-liquido
- 2) CINETICO = valuta velocità con cui ho lo scambio di materia
- 3) IMPIANTISTICO = modello pratico con cui avviene lo scambio di materia

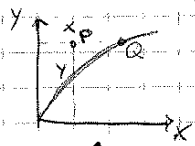
1) TERMODINAMICO

↳ Equilibrio interfase

$$X \begin{cases} Y \\ L \end{cases} \begin{cases} G \\ G \end{cases} \begin{cases} L = \text{fase liquido, con frazione mole } x \text{ di una specie} \\ G = \text{fase gas, con frazione mole } y \text{ della stessa specie} \end{cases}$$

Equilibrio: $x = ym$, dove $m =$ costante di fase (più ex. cost di Henry)

Se mettiamo a contatto x e y m condiz. t da equilibrio, \Rightarrow può avere 1 scambio



- ↳ p non è in equil \Rightarrow il sistema evolve verso l'equil
- ↳ a è già in equil \Rightarrow non può avere altro scambio
- ↳ La Termodinamica ci dice se lo scambio è termodinamicamente possibile (ma non in quali tempi).

Qui + la curva

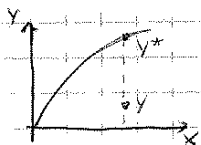
e spostata molto, tanto + la resistenza è variabile

↳ Aerazione verso x non variabile, è in t. stretto x capite se è aerazione basata

2) CINETICA

gas $\begin{cases} \text{liquido} \\ y \\ x \end{cases}$

↳ Deve definire la Forza spingente, o Distanza dall'equilibrio \Rightarrow Prende la curva dell'equil



- ↳ Se il liquido vede un gas con y^* , non all'equil \Rightarrow non succede nulla
- ↳ Se invece vede $y \Rightarrow$ evolve

Distanza $(y^* - y)$ è della FORZA SPINGENTE

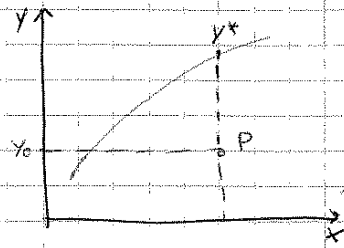
\Rightarrow + si è distanti dall'equil, + è forte la tendenza del sistema a evolvere verso l'equilibrio

$$\phi \propto (y^* - y), \text{ dove } \phi = \text{flusso di materia}$$

Qui è la p.a. di potenza + la cinetica dello scambio alla base dell'aerazione

2) ASPETTO CINETICO

Se nel sistema monofase un gas ed un liquido che sono sulla curva non accade nulla (c'è equilibrio), altrimenti il sistema evolve verso l'equilibrio.



$y = []$, fraz. mole fraz. nel gas

$x = []$, fraz. mole fraz. nel liquido.

$P =$ pto di disequilibrio, il sistema evolve verso l'eq, si muove verso la curva.

Punto sotto la curva \Rightarrow arricchimento della fase gas

Punto sopra la curva \Rightarrow dissoluzione: i componenti passano da liquido a gas.

$\Delta =$ forza spingente \rightarrow quanto più il punto rappresentativo è lontano dalla curva, tanto più è maggiore, perde l'ordine di più a raggiungere l'equilibrio.

Ragiona sulla distanza $y^* - y_0$ (in realtà, la distanza viene presa in vari modi a seconda del caso), da e detta "forza spingente".

y^* fraz. mole nel gas maggiore \Rightarrow il gas in y_0 tende ad arricchirsi.

Tra la fase liquida e quella gassosa c'è un flusso ϕ .

ϕ dipende da 3 cose:

- Δ , la forza spingente
- A , superficie di scambio, 2 sistemi. $\uparrow A \Rightarrow \uparrow \phi \rightarrow$ scoloro fino a sciogliere + rebe del grano nel caffè
- K , coeff. di scambio interfase.

$$\Rightarrow \phi = \Delta \cdot A \cdot K$$

K dipende dalla turbolenza del sistema. \rightarrow condiz. di agitazione della fase gas e della liquido. Sul suo calcolo ci sono molti libri, molti studi.

\rightarrow quando ci si muove nella parte buia si scorge poco.

Tutto ciò è fondamentale per il dimensionamento.

Le forze che sono reattive ma termodinamicamente possibili non vuol dire che possono succedere: devo considerare la cinetica (se ha tempi brevi infiniti, etc. non avviene).

$\Delta =$ aspetto termodinamico

$A \rightarrow$ dipende da come fatto il sistema

Se Δ, A, K sono note

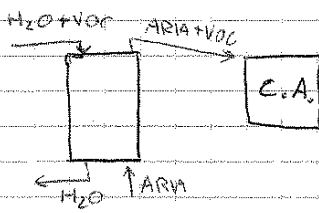
\Rightarrow è apparecchiatura di scambio e dimensionabile.

(dimensionare non è compito dell'ing., ma devi sapere la

l'equaz. di ϕ descrive un fenomeno locale, dell'elemento di volume.

Nota ϕ , con esso si dimensiona l'apparecchiatura per lo scambio.

Discorso analogo per $H_2O + Triclorina + VOC$ (carbonio organico volatile)



↳ sostanze carbonose volatili
C.A. = Nondese, ARIA + VOC viene trattate con carbonio attivo, successivamente fumi & mat. organica

Perché non si applica direttamente il C.A. al liquido?
Dipende dalla [C], si fa un rapporto economico: se [C] non è alto, è + conveniente portarlo fuori con [C] reazioni da agire direttamente nel liquido.

L'operazione è un'operazione solo FISICA (allungano le sost. disciolte)

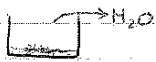
② RIMOZIONE DELLA TORBIDITÀ (COMPONENTI SOSPESE)

Componenti sospese → Solide
→ Liquide
→ Colloidi

Sono eterogenee, spesso tossiche, e rendere non fruibile l'acqua a scopo potabile e tecnologica (l'acqua sporca da problemi alle macchine).

Per rimuoverle → 3 possibilità:

a) Sedimentazione



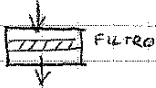
→ L'acqua a galla e quatta si toglie dal basso

b) Flottazione



→ Opposto di sedimentazione: quatta di + leggero si toglie dall'alto

c) Filtrazione



Per separare solidi e liquidi c'è la centrifugazione, ma per l'acqua non viene applicata: i S.S. (sostanze sospese) sono troppo pochi & centrif. sarebbe inefficiente.

Le S.S. sono presenti soprattutto nelle acque superficiali, non in quelle profonde, dove l'acquifero fa da filtro.

Ci si deve chiedere:

- Quanti S.S. ho? [mg/l] → Si misura con un filtro fine (volante, pena per analizzare quanti S.S. ho)
- Dimensione degli S.S. presenti
↳ Ha un'influenza sulla facilità o difficoltà di separazione.

Finalmente le 5 variabili e parte dai dati sperimentali: si fanno prove sperimentali (JAR TEST) sull'acqua de s, th; si provano vari tipi di coagulanti con varie dosi, vari tempi, e si sceglie la soluzione migliore

Come valutare se il JAR TEST è positivo?

↳ Ci sono 3 criteri:

1) EFFICACIA

Supponiamo di fare tutto il processo e far poi sedimentare le particelle $\frac{H}{L} \Rightarrow \frac{H}{L}$
 flocculare

Indice di efficacia 1 → Quanto tempo occorre per la sedimentazione?

Indice di efficacia 2 → Quanto le particelle rimaste nella parte superiore del sistema

2) PRESENZA METALLI

Pensa poi vedere l'eventuale contaminazione dovuta alla presenza di metalli in acqua. I sali di Al e Fe non sono tossici. Costano di + tanto + sono puri. Se costano poco possono contenere metalli tossici, e quindi peggiorare la qualità dell'acqua. Ci si deve poi chiedere anche la composizione dei fanghi in uscita, che sono molti (ed essi, variano a seconda della composizione)

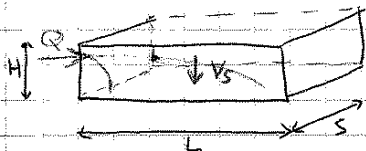
3) COSTI

② SEDIMENTAZIONE

Tale operazione preliminare di flocculazione viene quasi sempre effettuata.

Nel trattamento spesso si aggiungono particelle (ad es. microabb.) che si aggiungono ai coagulanti (effetto chimico) ed appesantiscono le particelle (effetto fisico) rendendole più separabili.

A valle del processo deve separare. La cosa più semplice è fare una sedimentazione



Veniva l'angolo tra $H_2O + SS$ con portata Q .
 L'acqua viaggia in avanti, le particelle sedimentano (viaggiano verso il basso).

Tempo di permanenza idraulica $t \rightarrow t = \frac{H \cdot S \cdot L}{Q}$

v_s = velocità con cui una particella sedimenta verso il basso

La particella segue una traiettoria:

|| = partic + pesante, sedimenta veloce

|| = partic + leggera, sedimenta lento

Tempo che la partic. impiega per arrivare al fondo: $t = \frac{H}{v_s}$

Se tale tempo è = al tempo di permanenza, si ha:

$$\frac{H \cdot S \cdot L}{Q} = \frac{H}{v_s} \Rightarrow v_s = \frac{Q}{S \cdot L} = \text{carico idraulico}$$

↳ $S \cdot L$ = sezione trasversale

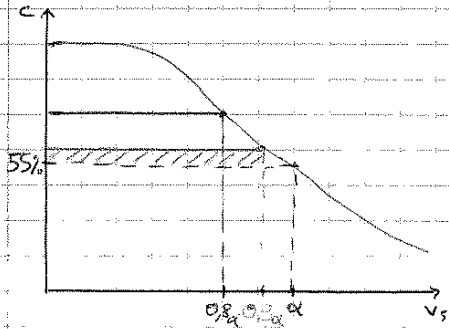
Una volta che ho la curva λ , essa viene usata a scopo progettuale.

Se una particella ha $v_s > CI \Rightarrow \eta = 100\%$

Se la particella ha $v_s < CI \Rightarrow \eta = \frac{v_s}{CI}$

} atto di fede, deve essere
vera

Ho fabbricato la curva:



Ipotesi di avere: $CI = \alpha$

\Rightarrow Leggo dalla curva che riesco a separare il 55% delle particelle che ha $v_s >$

Ho poi, III \Rightarrow ha v_s un po' più basso, come $0,9\alpha$, e di tale classe separo 90%

Della classe III separo l'80%, e non sono separo sempre zero.

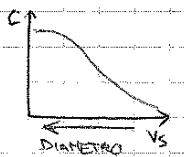
$\eta =$ sono delle efficienze \Rightarrow Totali (α)

particelle ($< \alpha$)

I sedimentatori reali son fatti così:

$$CI = \frac{Q}{\frac{\pi D^2}{4}} \Rightarrow \begin{cases} D > \Rightarrow CI \text{ piccolo} \\ D < \Rightarrow CI \text{ grande} \end{cases}$$

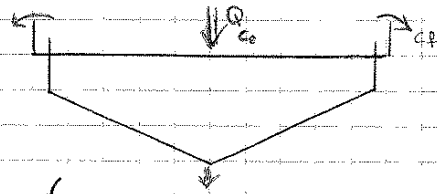
Più sale il diametro, più alta CI e l'efficienza sale



$$\eta = \frac{c_0 - c_f}{c_0}$$

Tale rendimento (efficienza) è funzione del diametro del

sedimentatore, e quindi del corso idraulico: $CI \text{ piccolo} \Rightarrow \eta \text{ grande}$



Non è necessario che la sezione di tale sedimentatore corrisponda alla sezione parallelepipedica. Tuttavia, è il mio sistema di formule che abbiamo.

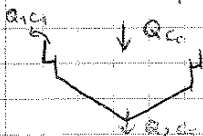
Chiedere, aumentare il D vuol dire costi dell'impianto e spazi grandi, però $\uparrow \eta$ coinvolgendo, potremo avere $CI \rightarrow 0$, ma avere D enormi

\Rightarrow non è fattibile

\Rightarrow uso la sedimentazione come tratta prima, e poi uso la filtrazione per rimuovere in percentuali maggiori.

Riassunto:

\Rightarrow devo credere alle formule, fabbricare la curva e poi posso usare i dati per definire la prestazione del sistema.



$$Q = \text{portata} \quad C = [\cdot], \text{ g solido/g liquido}$$

Quante relazioni posso scrivere?

(Me ne servono 4: ho 4 incognite Q_1, Q_2, C_1, C_2)

\Rightarrow Scrivo i b. conser, \rightarrow (d. continuo)

$$\bullet Q = Q_1 + Q_2 \quad \text{BILANCIO}$$

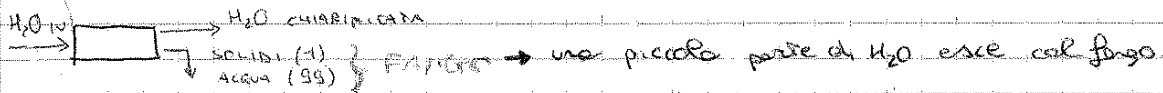
$$\bullet Q C_0 = Q_1 C_1 + Q_2 C_2 \quad \text{BILANCIO SOLIDI}$$

(DAILE)

12/3/2013

È un tratt. primario nonchietre preceduto da flocculazione.
 È un tratt. fisico che separa fango primario (99% H₂O) e H₂O chiarificato.
 Un sedimentatore non è un ispessitore: il fango che esce ha un tenore di solidi molto piccolo.

NEL BACCINO:

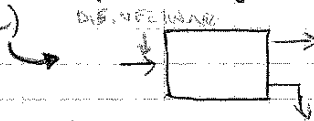


È una funzione fisica di separazione dei solidi.

Ci sono onde fangosi clinici?

Il sedimentatore ha t di permanenza lungo (diverse ore).

In certi casi, si parla di pre-dissolvenza (si mette dissolvente a monte del sedimentatore)



Il tempo del sedimentatore

è lungo ⇒ il chiaro (e un altro dissolvente) ha tempo di recupero, per via di tempi lunghi e visto che è H₂O e ancora ricca di inquinanti, è possibile si formano sottoprodotti indesiderati (Tossici).

Se si sceglie la pre-dissolvenza, vanno quindi valutati benefici e costi.

FANGO ⇒ formato da ciò che esce e solidi Fe ed Al (usati a flocculazione).

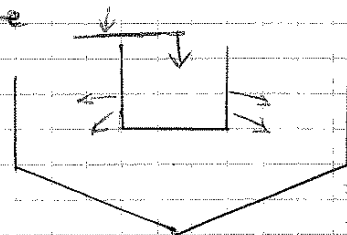
In genere non dà problemi particolari (deriva per lo + da sostanze naturali), però bisogna vedere dove destinare, ha un volume consistente. Un caso da discutere è il recupero di Fe ed Al dal fango (ma x rivenditori che + poter usare il fango in ogni altro); bisogna vedere se ne vale la pena.

↳ Ad oggi non è economico, ne ci sono netti studi in merito.

Sedimentatori + oneri ⇒ circolari, con alimentazione al centro e sfioratori in periferia.

Il coagulante può essere dosato direttamente in linea e c'è nel sedimentatore una zona di flocculazione.

Poi, H₂O flocculata esce e sedimenta.



Problema: dovuto al fatto che per avere alte efficienze devo avere CI (Q/s) bassi, e quindi grande superficie.

⇒ è ingombrante, per il resto ho bassi costi, facilità di gestione.

Altro problema: la sedimentazione non è sufficiente a rimuovere tutta la torbidità: servirebbero volumi troppo elevati.

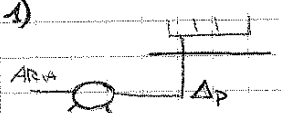
⇒ dopo la sedimentazione, si opera la filtrazione.

La sedimentazione serve a diminuire solidi che devo poi filtrare (costi il filtro funziona meglio) ed a fare un pretrattamento.

Creazione dello sciame di bolle:

Le bolle dovrebbero essere fini, con alta superficie specifica, così la loro capacità di adesione sale molto.

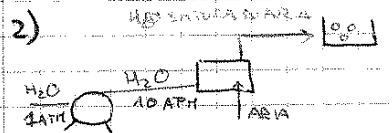
Per creare bolle fini → 2 possibilità:

1)  Prendo l'aria atmosferica, la comprimo, la mando al distributore di bolle fini (creando resistenza e disperdo bolle il più possibile fini).

VANTAGGI → funzione, è usata

SVANTAGGI → Le bolle sono fini, + l'inerzia ⇒ scorie molto E

↳ miscele: fango + alta qm + il... del diffusore ⇒ FINE

2)  Nel contatto liquido/gas, e'aria si scioglie fino all'equilibrio. Se poi l'aria e' H2O satura viene depressurizzata, non l'aria all'equilibrio ⇒ si formano molte bolle fini.

E' un sistema molto usato anche nella siderurgia sopra *

SVANTAGGI → Costi alti (sicurezza + del sedim, molto E)

③ FILTRAZIONE

Non è funzione meccanica: opera una funzione fisica su sostanze solide sospese presenti in H2O non rimosse dalla sedim. primaria.

Potremo poi avere 2 fenomeni (non è detto che avvengano, dipende dai casi):

- ADSORBIMENTO


col CA rinnovato le sostanze solide disciolte

- MECCANISMI BIOLOGICI


Le fibre e' il supporto fisico per la deposizione di uno strato di microrganismi adesivi. L'acqua viene in contatto e poi subisce una degradazione biologica.

La funzione fondamentale è meccanica: rimuove la torbidità presente nell'acqua che non lo rimosse con la sedim. primaria

FILTRAZIONE → Superficiale o profonda:



Il = particelle nell'acqua con dimensioni > della porosità del filtro



Letto profondo di particelle con dimensioni maggiori delle porosità da riempire. Nel letto in profondità avviene la deposizione di particelle

È usata essenzialmente questa per le acque primarie.

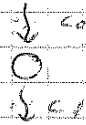
(DA ILL)

MERCOLEDÌ 13/3/2013

FILTRAZIONE IN PROFONDITÀ SU SABBIA

ora → abbiamo visto l'approccio teorico - modellistico:
 fenomeni di contatto e separazione delle particelle

Hp: un singolo collettore,
 un flusso con c_0 a monte e c_f a valle



⇒ $\eta_0 = \eta_s + \eta_{IN} + \eta_{DISP}$

• $\eta_0 = \eta_{teorica}$

• $\eta_s = \frac{(\rho_s - \rho) g d_p^2}{18 \mu v}$ → di sedimentazione

↳ è massimo e influenzato da velocità v , densità particelle ρ_s , viscosità μ , velocità del flusso v
 Se: $\uparrow v \Rightarrow \downarrow$ efficienza

• $\eta_{IN} = \frac{3}{2} \left(\frac{d_p}{d_c} \right)^2$ → di intercettamento

NB → formula non è
 per $d_p > d_c$
 è reversibile, se
 caso contrario

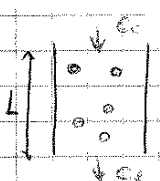
↳ Meccanismo importante per particelle grosse.
 ρ_s , \uparrow il collettore e fine $\uparrow \eta$

• $\eta_{DISP} = 0,9 \left(\frac{KT}{\mu d_p d_c v} \right)^{2/3}$ → di dispersione

↳ K : costante di Stefan-Boltzman
 v : velocità
 Meccanismo efficace per particelle fini (che hanno grande mobilità)
 e collettore fini.

Tale approccio vale per il collettore pulito, all'istante iniziale.
 Esso riguarda un singolo collettore.

Se voglio passare ad un letto di sabbia, fatto da tanti collettori:



Effic. operativa → $\eta = \frac{c_0 - c_f}{c_0}$

Dipende dall'effic. del singolo collettore e da quanti collettori ha.

⇒ $\eta = f(\eta_0, n)$ → $n = n^{\circ}$ collettori incontrati dal flusso

⇒ $\ln\left(\frac{c_f}{c_0}\right) = -\frac{3}{2} \frac{(1-\epsilon) a \eta_0 L}{d_c}$

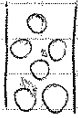
Questa formula che da η e n e L e d_c e η_0 e ϵ e a e η_0 dipende da η_0 .

- $\frac{L}{d_c}$ = rappresenta il n° di contatti che abbiamo, e n° di collettore
- $(1-\epsilon)$ = tiene conto della porosità
- a = tiene conto del fatto che il letto si sta sporcando

Approccio + operativo:

grande equaz + fenomenologica:

$-\frac{dc}{dz} = \lambda c$ → cinetica del 1° ordine ⇒ se lo puoi particelle, se ne parte di t .
 ↑
 coef. determinante smetalnet.



→ tracce particelle si deposita del solido.

BILANCIO DI MATERIA:

$-\frac{dc}{dz} = \frac{ds}{dt}$ → dove: $\frac{ds}{dz} = c \cdot \lambda [-]$ devine meno del fluido nel un'io di altezza

$\lambda = \lambda(s)$

Quando gli interstizi si

riempiono, la capacità di trattenere le particelle si modifica.

S. fare prove di laboratorio (prove di filtraz, abbastanza semplici), per misurare nel tempo la [-] di torbidità che scompare nel tempo e si prelevano nei vari punti i valori di λ

Poss. anche fare i modelli teorici visti e confrontare con i valori sperimentali.
 ↳ Cio' ricorda l'aspetto prestazione

Dobbiamo anche esaminare l'esaurimento del letto filtrante (cioè in uscita cresce la torbidità dell'acqua residua).



E' poi importante l'aspetto fluido dinamico:

Quanta potenza spendo per far passare il liquido nel letto?

↳ La ΔP è legata al fatto che nel filtro c'è H_2O

viaggia con moto laminare

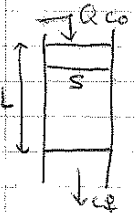


$\Delta P \propto v$

$\Delta P \propto \frac{1}{dc^2}$

→ far passare c'è H_2O nell'acqua e difficile da farla passare nella ghiaia

Dimensionamento



1. Devo stabilire la sezione:

$\frac{Q}{S} = v$

→ La velocità influisce certamente sulle prestazioni.

Particelle fini ⇒ meglio hanno velocità.

Velocità base ⇒ ↓ spesa x energia

2) Rigenerazione in base alla perdita di carico

↳ Se ΔP raggiunge una certa soglia \Rightarrow rigenero

Mettere un misuratore di pressione \rightarrow facile ed economico

Il problema è capire la correlazione tra ΔP e rigenero

3) Rigenerazione a tempo

↳ Decido in tempo dopo cui rigenero.

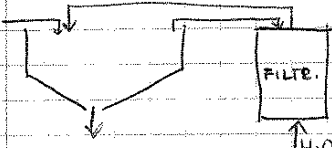
È il sistema reso affidabile

Va bene se $\text{E}'\text{H}_2\text{O}$ in e' deve avere qualità

È il sistema + usato, xte + gestibile e funziona.

GARIBOLDI → piovono H_2O in SS, sottopredato

Se la letto filtrate in a rete sedim piovono per riciclare le
 l'acqua di ripieno?



↳ Se si potesse, si eviterebbe H_2O di acqua
 Ma è impossibile dal po di vita ambiente e
 gestioni del sistema sedim-filtro?
 Partic fini → deposito esportato dal letto filta
 in un fine in quelle originali, c'è l'effetto di
 flocculazione

⇒ risultato + sedimentabile, e si unisce al fango di fondo del sedim

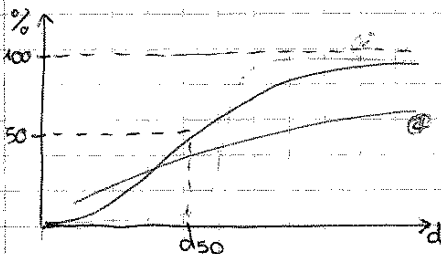
Ma è incoerente, e cui qnt può sa ce possibile:

- 1) Acqua in e Top Turbida, forte per riciclo per riacquarare TRA
 il sedim, da un riscaldo + a sedimentare bene
- 2) Possibilità di accumulo di sedimenti e inquinanti discolti, se continuo
 e riciclare tutto
 ⇒ deve spurgare parte di quell' H_2O

⇒ Bisogna monitorare qualità di H_2O e effic del sedim + sentire bene
 qnt riciclo. S. corca di fondo fango e possibile, fango e corca in
 buone

Caratteristica della sabbia

Sabbia usata non fiera la 1 carta d'ordine → definire precisa,
 in merito la 1 carta distribuz di diametro (granulometrica).



% = percentuale di partic di una rete 1
 carta d'ordine
 → Curva integrale di distrib delle
 dimensioni
 d_{50} = diametro normale delle distrib
 1 = distrib rete vera
 2 = distrib entrata nel valore normale
 (per parte di partic in $\approx d_{50}$)

Grandezza riportate:

INDICE DI UNIFORMITÀ

(vedere che tipo di curva era, fra tutte quelle possibili)

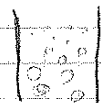
$$U.I. = \frac{d_{90}}{d_{10}}$$

→ curva ampia ⇒ ↑ U.I.
 → curva stretta ⇒ ↓ U.I.

c'è se partic in π uguali,
 o molto ≠ tra loro

- Si preferirebbe avere una piccola dimensione di partic ($\pi \approx \pi$), che
 se è la meglio, e controllarsi, per farla π :

⇒ partic in stretti, fanno, le zone al fondo e
 ce + fini sopra



Un certo così e' perno: acqua, la verde, trova pure π
 fine e poi il prete

⇒ controllo di quel che si vuole (a zero di forza per filtrare dal base → alto)

In molti casi. E' ipotizzato già fissato, che sapremo poi decidere delle caratteristiche di inquinanti in ambiente

=> non c'è ipotesi < 2 celle, => si cerca la sabbia con il CA

ipotesi nuove => regola fra 2 altri reattori

2) Poi -> mi serve avere anche attività biologica?

Sabbia -> superficie specifica piccola

CA -> superficie specifica big => fanno avere depositi di biofilm, che può essere usata a fronte gradienza di inquinanti presenti in H₂O puzza

↳ e' il biofilm idea?

↳ Sfruttaggio = lunghezza percorso adiacente, lo = attività attivi

(Vantaggio = biom. la fine di degradazione in quel sistema che altrimenti non ci sarebbe. Biomassa riesce a rigenerare in situ il CA, che

viene degradata dai fermenti presenti in loco

Altra vantaggio e' ridondanza, se biom. cresce troppo

Inoltre, e' possibile pilotare il sistema verso il rendimento biologico o no

↳ x fatto: si decide cosa dosare e rate:

- se dose di nutrienti (in l), una sterilità

=> no biom, ambiente non idoneo

- se dose O₂, nutrienti, o simili

=> momento permesso di crescita di biom sul letto

Risult biologici di inquinanti -> biodisponibile x recupero di risorse

↳ X acque piovane e' molto praticata, x nutrienti chimici:

E' a costo poco altissimo

↳ non integrabili totalmente

↳ ambienti di capienza, ma non esterne

=> e' il TOP, se funziona

Ma, in abb. parte, rispetto a processi fisici, meccanici, chimici

=> fatto in acque in piccole [.] di ristagno e' troppo lento

Mac
BPL/11

RINNOBILITÀ SOSTANZA ORGANICA

Unica pratica x avere acque, superficiali e sotterranee

Ci in molte siti disciolti (liberi, metallici, ...)

PPC = Pharmaceutical Personal Care -> loro presenza ↑, in acque

capacità analitica di carceri

3 orde dei prodotti naturali disciolti

in acque non fanno, nocivi se interagiscono in altri siti prodotti della disfezione

=> vogliono innovare anche queste

Risult di siti disciolti -> no siti fisici (non l'è x siti tossici)

↳ no siti biologici -> tra letti



Ho 3 problemi in 1 macro-problema di cui i primi attivi
 Meccanismo di scambio:

to 1 rest org disciolto nel liquido all'ext di part. c

1. Diffusione all'ext:

rest org si muove in fase liquida da 1. pta fino alla interfaccia liquido-solido

2. Diffusione interna: rest.org si muove verso interno

3. Reazione chimica superficiale

⇒ Ho 3 resistenze in serie resist capillare e la E delle 3 porzioni

Il meccanismo + lento dei 3 controlla il processo.

Da cosa dipende, i meccanismi?

1. Dipende da turbolenza e agitazione di fase liquida (velocità relativa liquido-solido)

Se liquido fase fissa ⇒ diffusione molecolare, lento

Se liquido si muove ⇒ facilita il moto da 1 → 2

⇒ serve stirratori + rotore piccolo la resist esterna

⇒ introdurre turbolenze in liquido ext

2. Rest nec non è influenzato da turbolenza

⇒ impedisce agito dell'ext.

Contro qnt in tortuosi, lunghi, fini + porosi

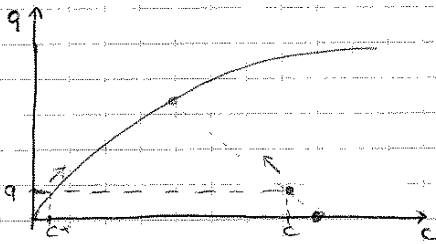
diffusione + lento ⇔ ↑ lungo, ↑ stretto, ↑ tortuoso

⇒ Contro struttura interna del catalizzatore

Se facemmo poro molto big ⇒ ↑ velocità, se pochi poro ⇒ ↓

3. Fenomeno chimico-fisico:

rest organica di fronte al catalizzatore, aderisce ad esso ed è tolta dall'acqua. Dipende da aspetti qualitativi del CA ed della rest.org.



Prendo un liquido con resto catalizzatore

e il CA poroso (m)

⇒ più ridotti

Se si mette a orbita ⇒ scambio di materia

⇒ segue questa linea, detta dall'equazione

scritta sotto

All'0, avvenute in caduta di equilibrio

Tale linea indica la velocità, la velocità del passaggio:

velocità in cui c sempre corrisponde alla

velocità in cui q appare

La corrispondenza alla v di scambio di materia

$$V/c \quad v^m \rightarrow S. \text{ evolve nel tempo}$$

$$-V \frac{dc}{dt} = m \frac{dq}{dt}$$

Dipende da:

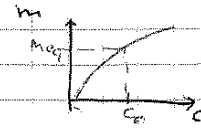
- Superficie di scambio → S
- Coeff di scambio → k
- Forza spingente → (c-c*)
- ↳ distanza dall'equilibrio

$$\rightarrow -V \frac{dc}{dt} = m \frac{dq}{dt} = K_a(c-c^*)$$

↳ c* = c - quello che c'è nella linea, in corrisp della q che è all' altezza della c a cui m avviene

Problemi variazioni:

- Curva $\frac{dc}{dt}$ è sempre - pendente
- m all'entrata è sempre + big \Rightarrow si sposta verso Dx



Dopo t certo t , m raggiunge il pto all'eq. m è dato da c_0

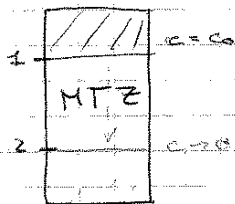
\Rightarrow Zona iniziale della curva è - saturo

\Rightarrow Non ha capacità di scambio

\Rightarrow Pendenza di $\frac{dc}{dt}$ all'entrata diventa $= 0$, la scamb. inizia + tardi, e pien piano avanza sempre +

Traduce in qnt. scamb.

Ho un letto fissante ad un certo t :



• Zona iniziale:

\hookrightarrow Saturo $\Rightarrow m \rightarrow m_{eq}, c=c_0$

• Zona in cui c'è scambio:

\Rightarrow c passa da $c=c_0$ a $c=0$

In qnt. zona, carbone passa da $m=m_{eq}$ (ne m_{cmax}) ad $m=0$

\Rightarrow Scamb. poco vicino ad ①, scamb. di + vicino a ②

• Zona finale = vergine

$\Rightarrow c=0, m=0$

MTZ = Max TRANSFER ZONE

\hookrightarrow è la zona intermedia

\hookrightarrow fast + lunga qnt + difficile \Rightarrow scamb. di natura
 [int + veloce qnt + veloce \Rightarrow

Se avviene il pto del pto di unita. approssimano, (case - m è goccia di liquido da scade):

- Appena la goccia entra e subito adsorbita se la velocità è veloce \Rightarrow MTZ corta

- La goccia si muove + p' + se adsorbita (scade + spazio) in cambio è lento \Rightarrow MTZ lunga

Linee 1 e 2 si spostano nel tempo:

$t=0 \Rightarrow$ ① è fronte alligero

② è posizione + profonda a 2° di qnt - facile scamb.

$\uparrow t \Rightarrow$ Sposta il fronte iniziale

\Rightarrow zona di scambio va in basso

In parte approssimati, pena scrivere:

$$Q_{c,t} = V_S \cdot m_{eq}$$

partita \downarrow rapido \downarrow \downarrow \downarrow
 presenza \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow
 di parte \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow
 9 \downarrow \downarrow \downarrow \downarrow

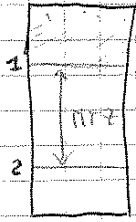
\rightarrow Ci dà solo l'idea del fit de il fronte

di avvio lo scamb. si sposta progressivamente

$\Rightarrow V_S$ valore saturo

Pronda: m @, $c=0 \Leftrightarrow t \rightarrow \infty$

\Rightarrow ~ reazione per c piccoli



Ho qnt carbone

M. fono qual @ arriva alla sez d'uscita

⇒ deve rigenerare

⇒ Tagliare tutto quanto e mandare alla rigenerazione

⇒ tutto ⇒ $\left\{ \begin{array}{l} \text{carbone in quantità meg} \\ \text{carbone in quantità micromeg} \end{array} \right.$

⇒ Non fa scarto bene il carbone della MTZ, ke ora fa Tenori di mt^2 org piccoli

⇒ Se $L \gg \text{MTZ}$ poco, uso reale è abna, se è parte sottile e rap piccolo

Se lo avari è abna + lunga, con MTZ uguale a prima

⇒ zone sottile e m % vedo + big di prima

⇒ Rigenerare molto meglio

⇒ economizzare molto meglio, se rigenerare 1t e molto costoso

↳ vale il carbone estremamente elevato.

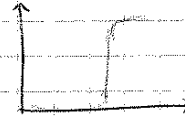


potrei invece cercare di diminuire il MTZ?

↳ Se MTZ corta ⇒ la curva è cost →

⇒ lo vedo nel giro di pochissimo tempo
acqua che esce con $C=0$ e poi $C=6$

↳ ⇒ difficile da controllare



Per farlo, devo migliorare la cinetica dello scambio → 1.3 passaggi della cinetica
visti, però

↳ Difficile

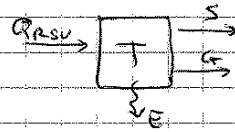
⇒ Alla fine, è quasi inevitabile che non riusciamo a sfruttare integralmente

la capacità di scambio

↳ Bisogna rendere poco costoso qnt problema.

ES 2) Impianto di incenerimento di rifiuti RSU

~~AB~~
 $Q_{RSU} = 10 \text{ T/h} \rightarrow$ abbattere inquinanti



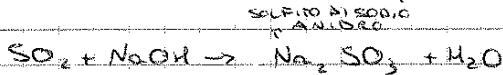
Flusso gassoso in uscita e correnti dalle seguenti reazioni di equilibrio:

$Q_{SO_2} = 33,5 \text{ kg/h}$ $PM_{SO_2} = 64 \text{ kg/kmol}$

$Q_{NO} = 415 \text{ kg/h}$ $PM_{NO} = 30 \text{ kg/kmol}$

Voglio calcolare il dosaggio dei reagenti e abbattere queste sostanze

1) $SO_2 \rightarrow$ è abbattuto con soda ($NaOH$): $\rightarrow PM_{NaOH} = 40 \text{ kg/kmol}$



• Devo calcolare le moli di SO_2 :

$$\text{moli } SO_2 = \frac{Q_{SO_2}}{PM_{SO_2}} = \frac{33,5 \frac{\text{kg}}{\text{h}}}{64 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}}} = 0,523 \frac{\text{kmol}}{\text{h}}$$

Guardo la reazione: per abbattere 1 mol di SO_2 mi servono 2 mol di $NaOH$
 \Rightarrow avendo 0,523 mol di SO_2 , mi servono $2 \cdot 0,523$ mol di $NaOH$

\Rightarrow moli $NaOH = 0,523 \cdot 2 = 1,046 \text{ kmol/h}$

• Dalle moli, posso calcolare la portata oraria necessaria

$Q_{NaOH} = 40 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}} \cdot 1,046 \frac{\text{kmol}}{\text{h}} = 41,84 \frac{\text{kg}}{\text{h}}$

Mi serve questo dosaggio di soda per abbattere la SO_2 .

• Calcolo il dosaggio specifico per kg di rifiuto:

$$\frac{41,84 \frac{\text{kg NaOH}}{\text{h}}}{10000 \frac{\text{kg}}{\text{h}}} = 0,004 \frac{\text{kg NaOH}}{\text{kg RSU}}$$

2) NO viene abbattuto con NH_3 : $\rightarrow PM_{NH_3} = 17 \text{ kg/kmol}$



• Calcolo le moli di NO : $\text{moli } NO = \frac{Q_{NO}}{PM_{NO}} = \frac{415 \text{ kg/h}}{30 \text{ kg/kmol}} = 13,83 \text{ kmol/h}$

• Rapporto $NO : NH_3 = 1 : 1 \Rightarrow$ mi servono $13,83 \text{ kmol/h}$ di NH_3 e abbattere NO

• Portata ^{oraria} di NH_3 necessaria: $Q_{NH_3} = 17 \frac{\text{kg}}{\text{kmol}} \cdot 13,83 \frac{\text{kmol}}{\text{h}} = 235,11 \frac{\text{kg } NH_3}{\text{h}}$

• Quantitativo specifico \times kg RSU: $\frac{235,11 \text{ kg } NH_3/\text{h}}{10000 \text{ kg RSU/h}} = 0,0235 \frac{\text{kg } NH_3}{\text{kg RSU}}$

• Trovare le perdite. Voglio sapere un qnt PCW si riproduce nelle 3 uscite.

Ho noto $P_{C_{RSOLIDA}}$

Devo calcolare le C nel gas (tanto ne ho nota la composizione):

↳ Lo calcolo per le componenti:

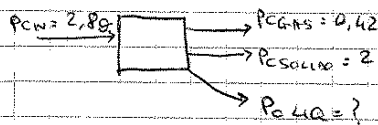
$$CO_2 \rightarrow P_{C_{CO_2}} = \frac{PM_C}{PM_{CO_2}} \cdot P_{CO_2} = \frac{12}{44} \cdot 0,8g = 0,22g$$

$$CO \rightarrow P_{C_{CO}} = \frac{PM_C}{PM_{CO}} \cdot P_{CO} = \frac{12}{28} \cdot 0,35g = 0,15g$$

$$CH_4 \rightarrow P_{C_{CH_4}} = \frac{PM_C}{PM_{CH_4}} \cdot P_{CH_4} = \frac{12}{16} \cdot 0,07g = 0,05g$$

$$\Rightarrow \text{Sommando: } P_{C_{GAS}} = 0,42g$$

• Ho noto ingresso di C, e le uscite:



⇒ Poso calcolare P_{CLIQ} con il bilancio (trovare la x):

$$P_{C_{IN}} = P_{C_{GAS}} + P_{C_{SOL}} + P_{C_{LIQ}} \\ \Rightarrow 2,8g = 0,42g + 2g + C_{LIQ} \Rightarrow C_{LIQ} = 0,38g$$

• BILANCIO DELL'IDROGENO

• $\frac{2}{3} \cdot 7g = 0,4g \rightarrow$ Calcolo P_{H} ingredito, nella corda

• Calcolo P_{H_2} nel gas, con le componenti:

$$CH_4 \rightarrow P_{H_{CH_4}} = \frac{PM_H}{PM_{CH_4}} \cdot P_{CH_4} = \frac{4}{16} \cdot 0,07 = 0,018g$$

$$H_2 \rightarrow P_{H_2} = \frac{PM_H}{PM_{H_2}} \cdot P_{H_2} \Rightarrow P_{H_2} = \frac{2}{2} \cdot 0,01 = 0,01g$$

$$\Rightarrow P_{H_{GAS}} = 0,018 + 0,01 = 0,028g$$

• Trovare le perdite:

Con lo stesso bilancio, mi calcolo P_{H_2} nel liquido:

$$P_{H_{IN}} = P_{H_{LIQ}} + P_{H_{GAS}} + P_{H_{SOL}}$$



$$\Rightarrow 0,4g = P_{H_{LIQ}} + 0,028g + 0,3g \Rightarrow P_{H_{LIQ}} = 0,072g$$

• Calcolo nei dati, ci danno $P_{RSOL} = 2g$, ma poi $P_{RSOL} = 2g$ e $P_{USOL} = 0,3$
 ⇒ non è possibile, dati incoerenti

Questo valore si ricollega con L_{500}

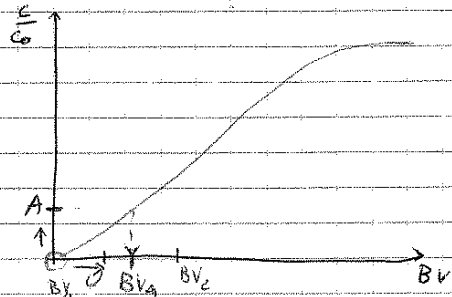
Altrimenti, la curva sarebbe...

↳ + la curva si accorcia, e + diminuisce il t. di presenza, + mi allargano da qui cadute teoriche

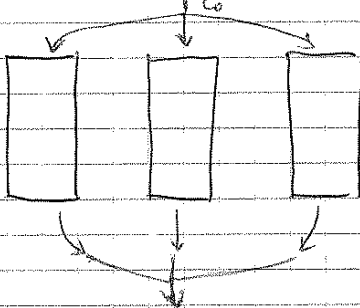
Problema di valore di CA:

capacità di fattore tutto il CA.

Pro di vita pratica = pare fare ricambi, di quelli normali, se voglio rispettare un certo standard di qualità dell'acqua



Se usi colonne in //:



→ Ragione n. 1 sta delle colonne:

in era, mi va ad avere CA meglio.

⇒ prestazioni migliori

Poi, progressivamente, se n.° ricambi si ripete ed anche [] mi scade t.

A = standard da rispettare

↳ $BV_1 = n.°$ ricambi corrispondente

Da quel pto in poi, se la colonna continua a lavorare, genera acqua con qualità superiore di standard.

⇒ Potrebbe dire: quel s. assume BV_1 , deve rigenerare il sistema, che prestazioni non è + buona.

h. realtà:

effettive e' nata dai flussi, da una colonna:

Ma la 2ª colonna e' stata sostituita in tempi diversi, ed ora produce

BV_1 , e la 3ª la BV_2 ,

⇒ la 3ª non va bene dunque, ma viene rielaborata all'op. acqua zucche

⇒ qualità effettive e' la media dei 3 valori

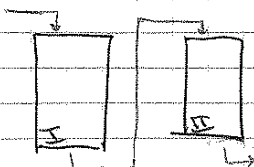
Se rigenero il 2ª colonna invece, diventa ad t. molto più interrompibile in BV_1 , e poi non la uso.

Se invece altero la rigenerazione:

non lo so, c'è, se è sempre 1ª colonna già usata, ma preferire alla realtà pare sfruttare meglio le singole colonne, che dato quelle appena cambiate caposera quelle che sono da cambiare

È un fatto, intesi in sempre fatti da colonne in //

valido, pare aver questa:



→ Sottro E.I. e la NTZ e' nella II

⇒ Rigenero la I, e poi uso la II al 1º posto e la I al 2º posto, e la rotazione

ma, la altero

Anche in un modo si sfrutta bene la capacità delle colonne. Forse c'è poi difficoltà del pto di vista pto

DISINFEZIONE/OSSIDAZIONE CHIMICA

Acque grasse → perossidazione organica che richiede q.m. 2 cl₂

- DISINFEZIONE

↳ eliminazione microrganismi patogeni (virus, batteri, lieviti, protozoi, microspore, ...)

- OSSIDAZIONE

↳ ossidazione chimica di sostanze disciolte che sono eliminate dal p.to di vista di qualità (colori, prodotti farmaceutici, pesticidi, ...)

Le clorazioni chimiche sono spesso fatte in reattori serie e estese di area;

- ossidazione chimica: certi inquinanti presenti in acqua
- distruggere microrganismi

Cl₂ → principio, prodotto + queste 2 cose

⇒ aerazione + disinfezione + ossidazione → + microrganismi

• bollire acqua → funghi

↳ costo mantenibile! in case, ospedali e farmaceutici, nei livelli richiesti, in 120°C.

↳ loro sterilità: uccidono i microrganismi

(Acque potabili → disinfezione → uccidono i microrganismi patogeni, non i microrganismi e i coloranti - non sono)

• Filtrazione = uccidono le particelle + sterilizzare

↳ + stabilizzare → problemi per big ⇒ potenze per big ⇒ costi enormi, quindi non si fa.

⇒ questo in molti paesi precisi chimici, al posto di termici e meccanici.

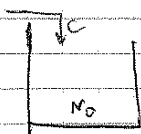
Acque → le sostanze disciolte ossidabili (colori, odori, nitro, forze ossidanti precisi, con biologia, altopro, mantengono caratteristiche, ma in un + costi di disinfezione)

⇒ Ossidazione chimica in strada + consolidata ed economica + tollerata, ma con questi costi (microrganismi e sostanze disciolte ossid.)

→ progettare interventi + correlati con ossidanti, di cui da 2 categorie

1. MICRORGANISMI

Chiusura della curva → funzione che ha rate



$C = [C]$ agente ossidante

$N_0 = n^0$ microrganismi

$N = n^0$ microrganismi presenti

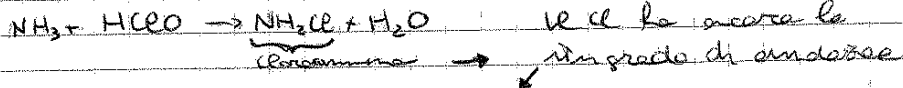
⇒ una curva: $-\frac{dN}{dt} = K C^n N$ → ovvero, N diminuisce in modo proporzionale

$K =$ coefficiente di deprezzazione

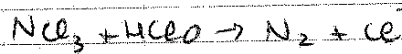
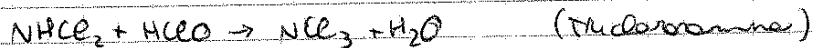
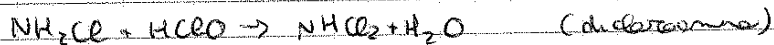
↳ $n \sim 1$ (dipende dall'ordine)

Ma, x altri versi, Cl^- è stato molto usato $\rightarrow \text{ax} \text{ e } \text{NH}_3$ \rightarrow catalizzatore deriva da acque naturali, deriva da deprotezione di sott. animali e vegetali.

Tanto x più e x altro uso, la eliminata:



Se aggiungo altro ossidante:



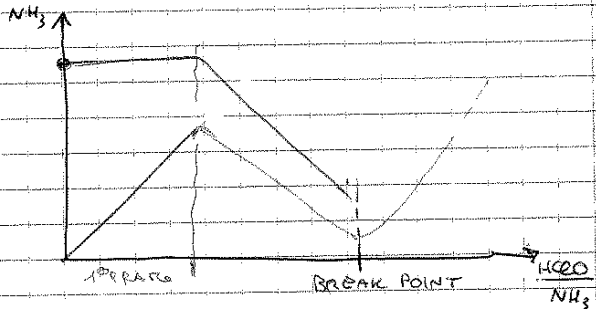
catene di reazioni

In cui NH_3 è diventato N_2 , non x cloro, ed è Cl^- è ridotto alla loro forma

Meccanismo:

- ossidazione = dosaggio di Cl_2 rispetto all'equivalente

o fatto da 1 reazione virtuale di NH_3 .
 E poi aggiungo sempre Cl_2 in quantità sempre + acido pH \rightarrow Aumentando il dosaggio, si verifica quella reazione.



Cloro attivo presente in acqua = Cl^- il Cl^- in forma ossidata (acido ipocloroso) e la loro somma; il Cl^- invece non è ossidato.
 Se $\uparrow \text{HClO} \Rightarrow \uparrow$ cloro attivo

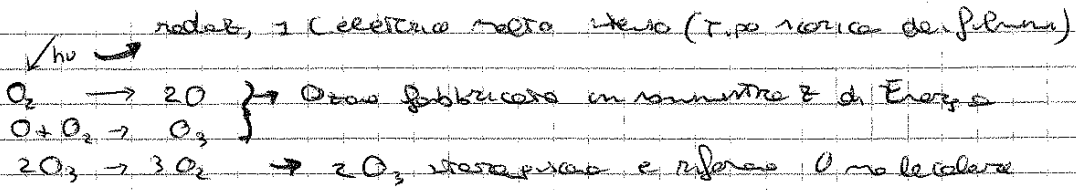
Il N presente in forma ammoniacale (NH_3 , non-chloramine) e le nitrati non cloro (però il da 4 forme dell'altro)

Titolo = Ho fatto avvenire le prime 3 reazioni delle 4 citate

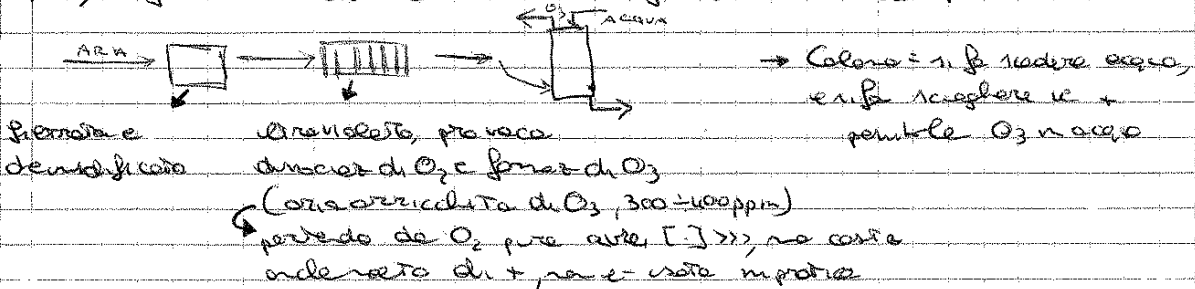
\rightarrow Superato il certo dosaggio \Rightarrow avviene c'è altra reazione
 \Rightarrow Scoprire N amminiacale, Scoprire Cl^- attivo (1 si ossida e l'altro e^- è stato)
 \Rightarrow Come le curve

Da 2 curve per m per, il N amminiacale è stato ossidato, forse Se aggiungo altro Cl^- attivo: già, ma raggiunge + in sulla
 \rightarrow Zona o crescita
 \rightarrow Break point

\Rightarrow Qualità c'è delle CLORAZIONE AL BREAK POINT:
 dove volere Cl^- x ax il N amminiacale c'è presente, non non chi + x evitare di avere tanto Cl^- attivo in acqua (potrebbe dare reazioni secondarie).



⇒ O₃ è fabbricato ed immediatamente trasferito all'utente:



Qui, reore di

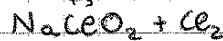
O₃ deve essere buona 12 notti:

- Spesa over fabbricato x nulla
 - O₃ è 1 agente atmosferico importante (SNOG FOTOCHEMICO)
- ⇒ 2 problemi:
- Metà usato e ne danieli a valle (s'adda acqua)
 - Evita de re avanzati

Qui tecnologia è emergente. MA SEU = impianti di O₃ (una criticità de reato = NH₃)

c. ClO₂

Terzo disinfezzante usato. Cost. Prodotto direttamente in situ, perdita de: cloro di solo:



Torno = via ClO₂

immagine prodotta nella rete, dove aver fte disinfezzan O₂. E' dotato 1 piccola attività ossidante, prodotta nell'acqua, che è risultata non troppo forte in disinfezz.

E' poco precursore di sottoprodotto

- efficace, - inerte, - stabile

Disinfezzante = qual'è efficacia di agenti chimici rispetto alla biologia di prodotti chimici presenti in acque naturali?

Qual'è efficacia ossidante effettiva di tale reagente?

↳ livello di ossidazione non troppo

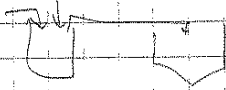
Disinfezzante = normale fte + via chimica

↳ Mai + via termica (+ costo).

↳ Acque potabili = nei + fte (e' solo il poco volte + in acqua dei depuratori, ma e' 1 via particolare)

Pomibile, alternativa al cloro → UV

Fe^{3+} Mn^{2+} → in ombra, a qta fase, de sangue, precipitate, na na e proprio la rim ora, in forma di fiocchi e rete di schiuma



SCAMBIO IONICO

Alternativa a precipitazione

Ce 1 resina = materiale polimerico organico, de la dei centri attivi in cui e scambiabile 1 ione nat ionica.



Reazione superficiale
Potrebbe essere anche



E 1 sostitu sul catione attivo di 1 ione presente (che pare n. nat) in fase di rete rigida

Resine → anioniche → scambiano anioni -
 → cationiche → scambiano cationi +

Naturali = zeoliti in minerali naturali

↳ capacità di scambio catione delle organiche, n. nat, attivi + base

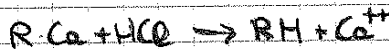
Principio dell'azione = al CA:

materiale poro e vergine, poi la rete e stralata, e allora programmen 1 rete nat ed e vergine.

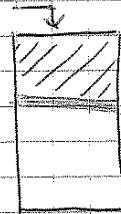
Differenza: zona HCl e nat + piccola, e che catione nat + veloce (quali, n. nat).

⇒ HCl → 0, quasi.

Differenza: CA e rigenerato catione da HCl, hce: qst processo e reversibile ⇒ pte nat: se la rete nat (n. nat R. Ca), e nat e nat concentrato di HCl:



Rigenerazione per ex fase nat, di continuo



Se riprodotto dal scambio = ELUITO DI RIGENERAZIONE?

Se fo n nat ione Ca⁺⁺:

- poco forte precipitate → sottoprodotto = fango
 - forte rete nat → sottoprodotto = liquido in Ca⁺⁺
- } n. nat e nat

Molto dipende dal pto di vista applicativo, sprate e natelli (per onde e drada): natelli perati, 1. rinvio a fazione.

high k caso → n. nat di nat e fazione → SO₄²⁻, Cl⁻, NO₃⁻

↳ uso di resine R.OH

↳ riga de natelli nat dell'acqua

- Prego: effic molto alta anche in quanto molto piccoli (in parte piccoli)
- Affetto = - onere energetico → + fine parati potenza
- costo elevato → migliore in carico (non è l'impeto
- del carico del sistema m.se), fabbrica è dinamica e complicata

mentre non deve rompersi, strapparsi, scaldarsi, ecc
 attaccata al sistema, - deve restare coperto + rep

Agli → qnt viene chiesto prelevato rete

↳ ad es: se la rete in condizioni è con Ca^{++} , deve usare 2 nubi:

$$\begin{cases} 1 + big & \text{e togliere sbbia} \\ 1 + fine & \text{e togliere } Ca \end{cases}$$

⇒ Sideri in fatti in modo in serie in potenza decrescente

Occlusione dei pori → pro' deforma celle da crescita biologica di
 incroci, da parte biera in fessure sui pori
 ⇒ Spina precedute da mt di durezza

Potenzialità di questi mt in rete che, si produca
 nubi e rep + x formanti ed efficaci

Risorse in vedere se re vale la pena, e la sua difficoltà nel
 processo e costi, big.

Prego = avere liquido di qualità >>> ripeto agli altri mt
 le deve essere semplificata, tutti i big costi.

Fino ad ora → acqua pura (potabile o acqua potabile)

Acqua di qualità richiesta dai 2 in mt, di solito non potabile e
 + alta (prova potabile)

Ripeto a caso di acqua senza ed acqua richiesta in capo la
 cosa di trattamento.

Conoscendo le caratteristiche dell' W , ed integrando queste condizioni
⇒ Stabilità di x in certe V caso, che prima e che quelle di equilibrio
alterato

Presenza di zone di instabilità x e per funzione W e da +
controllata ed accettabile inst di dipendenza

Ma 2 possibilità:

- trait e τ come (variazione)
- trait e τ uso di acqua

} risultato finale, come, attività
sono scegliere quale via
↓

Scegliere τ e τ e τ , o che rispetto alla
disponibilità delle risorse primarie

ESTERNALITÀ = costi sociali dovuti alla deperizzazione/impoverimento delle risorse
INTERNALIZZAZIONE DELLE ESTERNALITÀ → far pagare al consumatore
 le esternalità tramite politiche economiche

c) TECNOLOGICI

Si considera la fattibilità di realizzazione di un depuratore che prenda
 qualità A o B e la faccia diventare B o A.

In generale, non si può fare in disordine.

Suppongo di voler fare il riuso anche per acqua potabile.

⇒ di alta tecnologia e costo zero, c'è l'ente tecnologico.

Per altri casi invece di alta tecnologia.

Per onde accadere il contrario:

se il riutore ha standard alti, e invece l'attività antropica non
 riduce grande qualità dell'aria e consente il riutilizzo.

d) DI PROCESSO

Si deve capire se e in che misura l'acqua utilizzata è adatta
 all'attività antropica.

Il gestore dell'attività antropica è esonerabile da dover avere l'acqua.

Si deve capire se e con quali limiti in più ottenere acqua migliorabile
 nel processo.

Non è pensabile che un impianto di post-trattamento ottenga un'acqua con le
 stesse qualità di quella prelevata.

Possibile pensare di usare una parte di acqua dal riuso ed una parte
 prelevata dal pozzo.

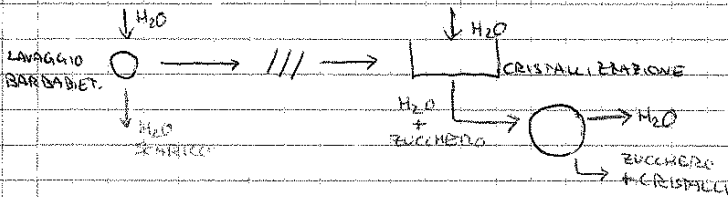
Si deve tener conto delle richieste dell'utente.

↳ Non è detto che all'interno della stessa attività l'acqua sia
 usata tutta e lo stesso tempo.

↳ es. non andremmo a riuso acqua piovana x fare
 pannini.

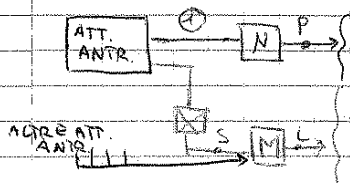
Esempio:

fabbrica di zucchero di canna + cane



Per la cristallizzazione
 serve acqua pura, ma
 x lavare la barbadiet.
 pane usare H₂O in
 uscita.

Riuso → molto interessato anche in campo industriale (ILVA)



② L'air outt radda l'acqua dopo un pelletti,
 od un impianto H de riuse acqua ole de
 altre usate

① Si riera e scarica direttamente

In condizioni normali: A è aperta.

Se M muove [-] Troppo abbinate

→ A si chiude, B si apre e viene scaricata nella vasca.

Limiti:

- dimensioni della vasca troppo piccola, problema economico: qui in disparte a segragate.

- Cosa faccio poi dell'acqua segragate?

Possibile di metterla in qualche postato di depurazione?

↳ A volte si, altre no.

- Occorre M → miscelatore di qualità in continuo.

↳ 2 criticità:

- deve avere variazioni in tempi brevi.

- deve avere un sistema sempre affidabile.



A Torino M controlla ogni 15 minuti.

C'è una vasca di funzione per 12h, se si va oltre il livello va nel Po (per di non avvelenare le bionette, che ci mette 3 mesi a riformarsi).

2) SEGREGAZIONE

Vale dire tenere separate le acque che hanno destino e trattamenti di depurazione diversi.

Attività tecnologica → 3 tipi di acque:

a) Acque di processo

↳ contengono inquinanti legati al processo fatto

b) Acque di servizi

↳ Meno, servizi igienici (paragonabili alle acque civili)

c) Acque di raffreddamento

↳ usate x raffreddare macchine, motori, ...



Mettere le 3 acque assieme e sbogliale:

contengono cose ≠

⇒ vanno trattate in modo ≠



PARAMETRI DI CONTAMINAZIONE

Relativi alle 3 acque sopra, ma

a) Metalli, idrocarburi, coloranti,

b) COD, COB, SS, N

c) Temperature

↳ è più facile tutto il resto



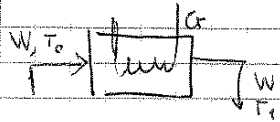
Tenere separate i 3 reflui: faccio trattamenti separati, e semplici ed economici

MERCOLEDÌ 27/3/10

ACQUE DI RAFFREDDAMENTO

Problema di acque di raffreddamento → trasportare calore dove serve
 ↳ trasportate a temperature e all' tecnologia

C'è un rischio di 1 qck tipo, e al suo interno 3 flussi di calore che va allontanare



W : acqua, assorbita in quantità di calore G

$$\Rightarrow G = W c_p (T_1 - T_0)$$

→ nella pratica $T_1 < 50^\circ$
 che avrebbe 2 fasi
 impinge resp. base
 $\Rightarrow T_1 \approx 30-40^\circ C$

Quanto G = espone a scelta tecnologia
 ↳ dato noto del problema, e carico ipotico

Problemi:

- acqua in → + e freddo meglio e
 ↳ deve essere non acida e corrosiva, ma solidi sospesi
 correnti finite da chi fornisce la membrana di calore

- acqua out → arriva a $T_1 > T_0$ dopo lo scambio

↳ 3 possibilità (4):

a) prodotto e mescolata = acqua di ritorno

↳ errore, non va fit, e pulita, da il T_0 (2)

b) immissione diretta in corpo idrico

↳ BEN di qualche ora sotto parte P + gettativo

Poco accettabile da noi di unta a buche, che ci m:

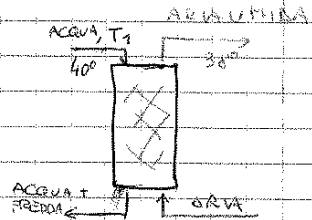
- gran problema di ritorno, che e' unta e non calda

- Sono acque calda in fase → me 1 bilancia e equilibrio, da ipotico

⇒ Qui non e' la + replica ed economia

Ma ma ci piace

c) Torre di raffreddamento:



Struttura di scambio diretto tra H_2O calda e aria

Forme = paraboloidi di rotazione, area per il progetto naturale

W = evaporazione, garantisce cambio diretto tra acqua

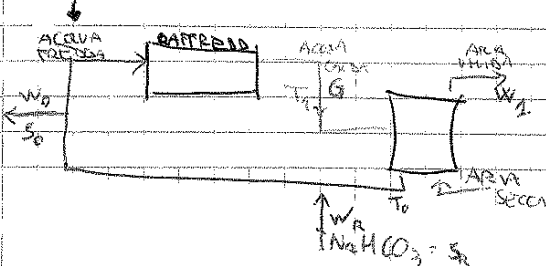
calda

Costato = scambio di calore → ↑ Torre più, sempre il rischio ora

↳ Raffredda + scambio di calore latente, non scambia di calore sensibile, che può da ore secca ad umida, e più e' 2 big scambio di calore

Funzionano bene se ho a disposizione acqua fresca (+mp che allora sono fresche), ke m pare un po' essere bene

Poss ottenere 1 circuito completo chiuso?

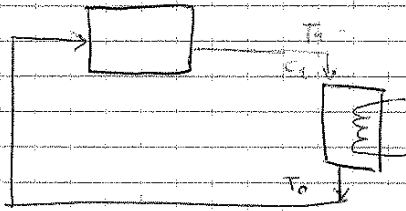


→ Di me no, che H_2O perde ma acqua umida e' in un evaporatore dove

colloca

⇒ Sono 1 raffreddo, in ogni caso

d) Al posto di torre di raffredd. uso circuito frigorifero



Circuito chiuso a fluido chiuso

È esso sempre preferibile?

↳ 2 ragioni:

- qui dentro tutte le macchine unite, bisogna per We e "elettricità"?
- Passare cioè su conti

Nota → Elettricità costa ⇒ refrigo

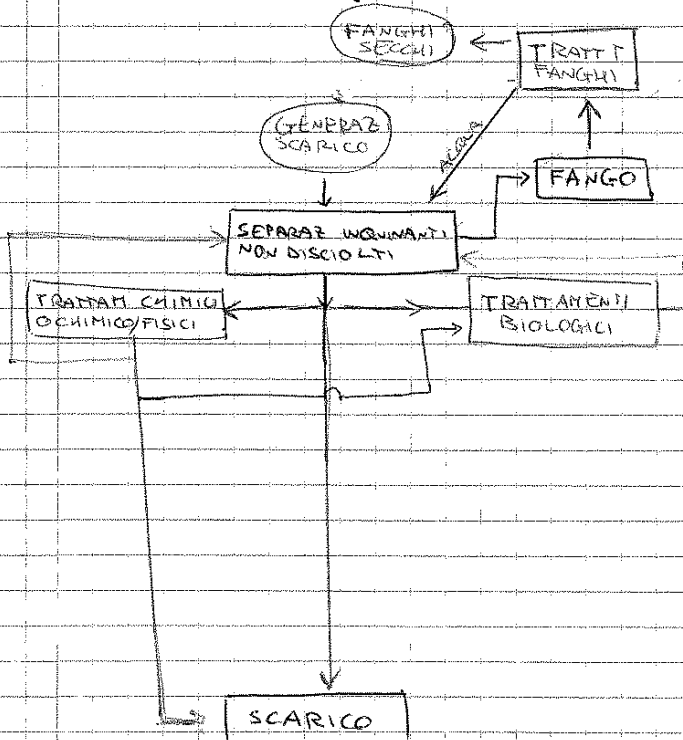
- più ambiziosa → discutibile, dipende da cui si produce elettricità per
- Summa frigo, che di x se il mt sa da conseguente.
- ⇒ Sono LCA tra di e d)

Qd, in vertice aspetti economici di Lpista e grandi obiettivi,
Oggi, solut + diffuse = fonte di raffreddamento

Tutte ad into ed ⇒ dovuto da rivedere in cogenerazione, cioè
più calore da utilizzare x Telecentrali
Invece, non ha bene x parte di calore, che è a T troppo basse

ACQUE DI SCARICO

Contaminare da tutti inquinanti
Vedere le varie fasi del trattamento:



consiste di rimuovere qualcosa
con, molto spesso, prodotti
in fase di acqua
Fango
concentrato di tutti i rifiuti

Se macchia di scarico diventa
se inquinanti non dissolti
Se contiene acqua inquinanti
dissolti: Ehi possono essere di 2

- Tipi:
- degradabili biologici
- non " " "

Altre cose da fare e 2, bisogna
fare presente che il trattamento
biologico non può essere fatto
a temperature non in biologia,
che tali non si verificano
a biologia

⇒ Se clima, non si, e poi →

Settim e- replicate, bassi costi di impianti e di esercizio
 Effici di rimoz di SS e- + bassa che in percentuale (Tipo membrane
 filtranti).

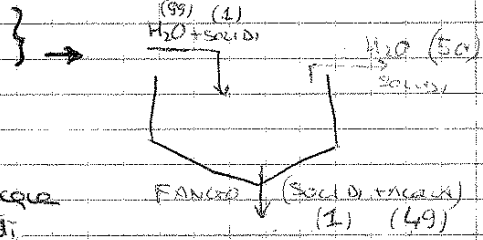
Unico problema big: aspetto economico → decidere se e come aggiungere
 + fornire setim naturale + più proprio. Dipendenza del costo
 Topologia.

• Acque piovane: setim = filtrare + gravita- + acque clorificate,
 100% prodotta e- fissa su trappola impermeabile

• Acque di scarico: Ho 2 apparecchi +

- clorifica corrente

- impianto: se entra acqua in 1:99
 tra solidi ed acqua, esce quella
 oltre proporzioni



Regressione di acqua clorificata, il valore di acqua
 si e- dimezzata (passa da 1% → 2% di solidi
 presenti nel fango)

Clorificazione → ma la big problema, che scopo principale e- 100% prodotta
 avere volume + bassi del fango, + costo che acqua pulita

Setim per fango + gravita-

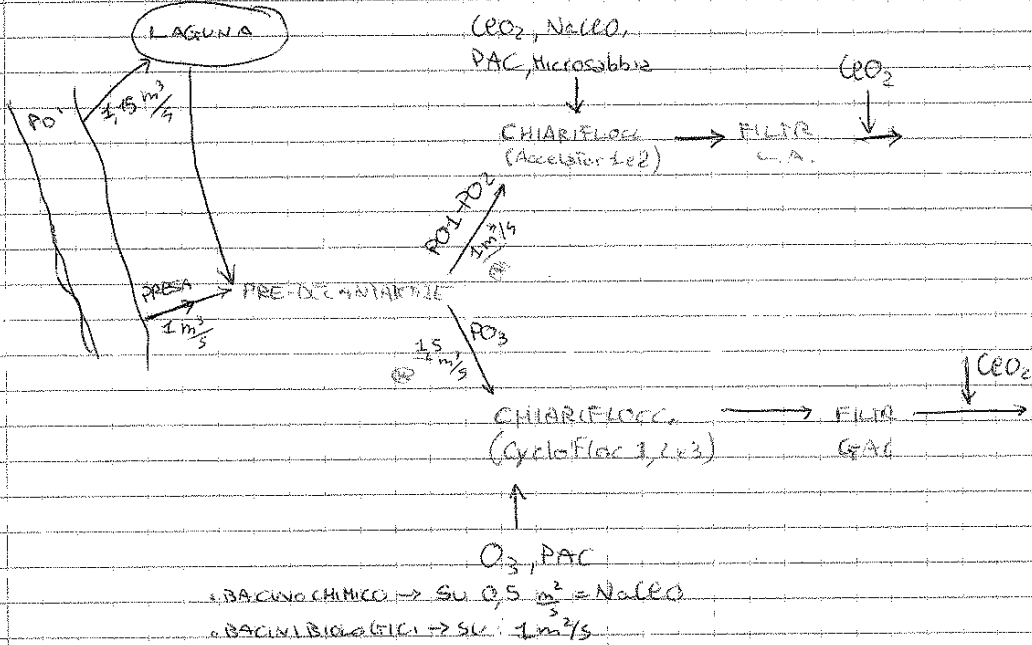
Si determina in 1 corico, cilindrico → $\frac{m^3}{m^2 \cdot h}$, che dipende dalle
 dens delle partic da separare

↳ (Tonnelli ⇒ 1 corico cilindrico ⇒ 1 metro di clorific e impianto)

Prigio fango di gr'ovaz e- replicato, basso costo, gestias facile
 Fungo solo se ha grosse bratt macie da pulire

Paesi esteri (occidentali, USA, Canada) → potabile acque di lago
 Paesi in scarsa acqua → potabile acque desalinizzate

MEMBRI DEL POI



Dal 1984 → Laguna = riserva idrica della SIAT

↳ Emesse alcuni inquinanti:

- SS
- BOD, piccole frazioni
- Tracce organoattive di acqua (colori e saponi), che vengono fissati e biologici che degradano resti org. Responsabili di color

Inquinanti del PO arrivano in { ~ 50% acqua Laguna
 ~ 50% acqua diretta del PO

↳ Inquinanti a cui si deve fare attenzione, in totale

CO_2 ossidante, NaClO = disinfettante, PAC = flocculante

CO_2 nella acqua dopo = azione di carbonatazione

↳ reattivo deve produrre in loco con 2 impianti costruiti ad hoc

↳ scelta adatta x impianto molto big

↳ x impianti + piccoli sistemi altri disinif (net parte del cos. NaClO, oppure rimbombi o UV)

O_3 = ossidante, PAC = flocculante

Si è dei 3 cycloflocc e fatto chimico, per alcuni 2 biologici.

a. Ora, ^{chiamata} $V_{c.i.s.}$ del prebaltatore

$$\phi = \frac{Q_{c.i.s.}}{c.i.s.} = \frac{2,5 \text{ m}^3/\text{s}}{8,5 \text{ m}^3/\text{h} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}}} = 1058,8 \text{ m}^2 = \text{Sezione}$$

$$\Rightarrow \text{Raggio} = R = \sqrt{\frac{S_{c.i.s.}}{\pi}} = 18,3 \text{ m}$$

$$V = \phi \cdot h = 5450 \text{ m}^3$$

b. Per la T_{p} di residenza ideale:

$$HRT = \frac{V}{Q_{c.i.s.}} = \frac{5450 \text{ m}^3}{2,5 \text{ m}^3/\text{s}} \cdot \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 36 \text{ min}$$

c. Per l'efficienza: per tutti i diametri della pagina, dare l'accelerazione e velocità di sedimentazione, sia a 10°C che a 20°C. Poi, noto il C.I.S., e ricavare la % di rimozione.

Nevo usare legge di Stokes $\rightarrow v_s = \frac{g \cdot (P_s - P_w) \cdot d^2}{18 \mu}$

$d = 0,25 \text{ mm} \Rightarrow v_{s, 10^\circ} = \frac{9,81 \cdot (2650 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} - 1000 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}) \cdot (0,25 \text{ mm} \cdot \frac{1 \text{ m}}{1000 \text{ mm}})^2}{18 \cdot 1,002 \cdot 10^{-3} \text{ kg/s.m}} \cdot \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ h}}$

$v_{s, 20^\circ} = 201,93 \frac{\text{m}}{\text{h}}$

$\mu_{10^\circ} = 1,307 \cdot 10^{-3} \text{ kg/sm}$
 $\mu_{20^\circ} = 1,002 \cdot 10^{-3} \text{ kg/sm}$

$\rightarrow P_s = 2650 \text{ kg/m}^3$

\downarrow dobbiamo passare a $\frac{\text{m}}{\text{h}}$, non $\frac{\text{m}}{\text{s}}$

Devono quindi fare una tabella così, con tutti i risultati:

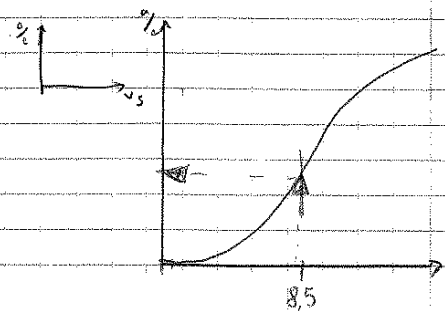
% PASSANTE	d (mm)	v_s (m/h) W.V.	v_s (m/h) EST. 20°
100	0,25	154,8	201,93
95	0,125	38,70146	50,482
87	0,08739	19,35073	25,241
77	0,0625	9,675	12,620
62	0,04419	4,8377	6,310
49	0,03125	2,4188	3,155
39	0,022097	1,209	1,577
25	0,015625	0,6047	0,789
14	0,0110485	0,302	0,394
5	0,0078125	0,1511759	0,1972
0	0,00554672	0,0755881	0,0986

Per disegnare 2 curve, una EST e l'altra W.V.

$$2 \cdot 476 \cdot 833 \cdot 649 \cdot 579 \cdot 18$$

Tutte le particelle con $v_s > C.I.S.$ sedimentano \Rightarrow ottenere una curva \sim EST, con tale $C.I.S.$ segnata

(in realtà, anche una parte di quelle con $v_s < C.I.S.$ sedimentano, in base alla legge di Hazen, ma noi qui semplifichiamo)



②

$Q_{ciclo} = 0,5 \text{ m}^3/\text{s} \rightarrow \text{Xt cyclofloc}$
 $CIS = 6 \text{ m/h}$

a) Calcola la sezione:

$$\phi = \frac{Q_{ciclo}}{CIS} = \frac{0,5 \text{ m}^3/\text{s}}{\frac{6 \text{ m}}{\text{h}} \cdot \frac{1 \text{ h}}{3600 \text{ s}}} = 300 \text{ m}^2$$

$$\Rightarrow \text{Raggio} = \sqrt{\frac{\phi}{\pi}} \Rightarrow R = 9,77 \text{ m}$$

Volume: $V = \phi \cdot h = 300 \cdot 7 = 2100 \text{ m}^3$

b) $HRT = \frac{V}{Q_{ciclo}} = \frac{2100}{0,5} = 4200 \text{ s} = \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}} = 70 \text{ min}$

c) Dal Joz Test:

Per rimuovere 10 mg/l di SS servono 10 mg/l di Al

\Rightarrow Rapporto 1:1

Usa una sabbia di PAC con titolo alluminio: $Al_2O_3 = 6\%$

Prima, si calcola l'alluminio necessario:

Calcolo necessario di SS per volume:

$$Al_{necess} = SS_{necess} \cdot \frac{\text{mg Al}}{\text{mg SS}} = 50 \text{ mg/l}$$

Ora, cerca mg/l di Al da dosare per tutti e 3 i cyclofloc

$$Al_{ciclo} = Q_{ciclo} \cdot T$$

$$Al \left(\frac{\text{kg}}{\text{d}} \right) = 50 \frac{\text{mg}}{\text{l}} \cdot 1,5 \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \cdot \frac{86400 \text{ s}}{\text{d}} \cdot \frac{1 \text{ kg}}{10^6 \text{ mg}} \cdot \frac{1 \text{ m}^3}{1000 \text{ l}} = 6480 \frac{\text{kg}}{\text{d}}$$

Ora, cerca quanta Al₂O₃ deve usare:

Conosci:

PM(Al) 54 g/mol

PM(Al₂O₃) 102 g/mol

$\Rightarrow Al_2O_3 \left(\frac{\text{kg}}{\text{d}} \right) = ?$

Prova a fare: $\frac{PM(Al)}{PM(Al_2O_3)} = \frac{54}{102} = 0,529 \Rightarrow \text{m} \text{ kg di Al servono per } 0,529 \text{ di } Al_2O_3$

\Rightarrow Per avere $6480 \frac{\text{kg}}{\text{d}}$ di Al \Rightarrow ~~6480~~

\downarrow
 $\frac{6480}{0,529} = 12249 \frac{\text{kg}}{\text{d}}$ di Al₂O₃

Per, quanti litri di Al₂O₃ mi servono, con Al₂O₃ al 6%

\downarrow
 $\frac{12249 \text{ kg/d}}{0,06 \cdot 1,2 \frac{\text{kg}}{\text{l}}} = 170125 \frac{\text{l}}{\text{d}} = 1,969 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$

\hookrightarrow equivale a $\sim 0,66 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$
 X bacco.

colloquio a Supratte per la chimica

MARTEDI' 9/4/13

Vedremo questi processi:

- C - FILTRAZ
- D - FLORAZ
- F - SEPARAZIONE OLIO-ACQUA
- [G - SEPARAZ. SU MEMBRANA]

} di tipo fisico, finalizzati a separare
liquori da un mezzo + esplosivo

C) FILTRAZIONE

↳ Stessi procedim. viti + acque preziose (potabile = industriale)
Cinome:

• FILTRAZ. SU SABBIA

↳ Si sono stemi principi viti

X acque preziose → et 2 cose quasi necessaria + avere acqua
di qualità = standard

X acque rosse → non et troppo diffuse, & naturali:

• separaz + sedim et + replica, - laboratorio, idonea, salina
⇒ separaz + sedim et preferita

• Standard richiesti come SS in unalenti, rispetto alle primarie

È in trattamento 3° sig. finale, & avere paranzie analitiche di risolvere
tutti gli SS. Sin nomi in qle caso è valle dei test biologici,
& togliere 15 turbidità residue

• FILTRAZIONE SU TELA

Non et usata + acque fe

Per acque rosse et usata se rete
distribuzione 1 superficie solido-liquido,
& grazie 2 prodotti + concentrati +
diminuire volume e quantità d'acqua
dei fanghi.

Rara usata + clarificare l'acqua

Ci m 2 possibilità + folla (notte costruttive ≠)

- sotto vuoto (notte)

- in pressione (acqua sopra)

SOLIDO
↓ + LIQUIDO

TELA

Problema di filtraz su tela:

Tela fe 1 volta presata:

Si crea n deposizione solidi, & liquido
drena

Tutto quel solido più drenatore nella capotta

capota inerte (dipende dalla cerott

livellabile), ed et 1 problema i sua resist al passaggio dell'acqua
et big

⇒ Solito big premiato

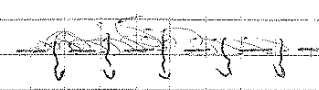
↳ evitare, raggiungere dei COEFFICIENTI DI FILTRAZIONE, che tendono
a rendere + poroso, inerte & drenare il letto che si è formato
Si sono forme fanghi, polveri di distonere (materiale inorganici)

Aggiungendo est, cambia la natura fisica del fanghi che si è formato.

⇒ Se pensate di usare + raggi, avendo aggiunto solida non pare +

Ant liquido resta nel letto dipende dalle premes usate e dalle cost
di idrofobicità del solido.

↓ COAR. FILTRA



Preparazione del mezzo aggregato delle particelle d'olio.

↳ miscelazione di 2 fasi (fase continua acquosa + fase dispersa oleosa)

Strumenti usati in:

- pH
- T
- aggiunta di coagulanti
- t



→ Emulsione stabile di olio
in fase a coagulare

Ma forte saccatura IT in
causa di carica elettrica,

↳ che non si aggregano se si
separano

devo individuare un pH opportuno

(detto "isoelettrico") in cui le particelle

molle e cariche e possono avvicinarsi.

Se ↑ T ⇒ ↑ mobilità (↓ viscosità liquida) ⇒ ↑ coagulant

E poi, tempo da aspettare dopo le varie prove x avere aggregazione
in particelle big e separabili

↓
Qui pretrattato e analizzato necessario

Per separazione necessaria delle fasi,

Fatto le prove x gravità, ma 2 tipi:

- naturale
- centrifugazione → avviene ad $a >>> g$, può essere efficace >>

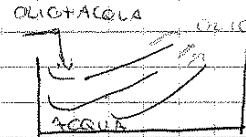
↳ Ma serve E ⇒ costo energetico

↳ In diff. tutti e 2

In diff. anche dei sistemi, soprattutto,

in piccoli contenitori

(Peglio della sola gravità)



Acque-olio = separazione di big, utile pratica

Problema importante x il rapporto industria petrolifera,

E' 1 tipo applicato di Mottar acque x altri terzi, così come

uniti de natura acqua da tutti i soggetti e le industrie (a pagamento)

↳ che e' difficile de piccole strutture abbiano sistemi di trattamento, xbr

e' facile renderlo ad altri.

2) Basificanti: \rightarrow NaOH, ^{calce} Ca(OH)₂

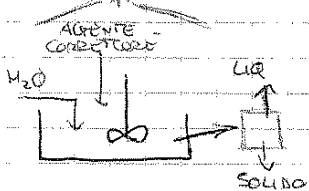
• NaOH

- + è + solubile delle calce, si usa soluz. in acqua
- \rightarrow xero, si us. in sospens. in acqua di calce,
- + facili da regolare
- + + efficace + effetto basificante
- + costosa
- Tende a carbonatarsi, cioè x CO_2 entra ed esce di volta in volta con delle CO_2 , la CO_2 si scioglie in acqua e carbonata le sale

• Calce

- + Costo inferiore
- + effetto flocculante, viene usata in sospensione. Fa fare riden. di crescita de parato aiutando a formare fogli
- \Rightarrow NaOH usata x gnt

Neutralizz. è facile:



Reaz. molto veloce, pochi minuti o pochi secondi

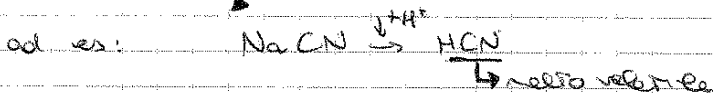
Se finalit. è solo regolare pH, (creare ambiente idoneo agli GCS) oppure se si vuole anche separazione di solidi formati,

\rightarrow cambia il pH

* separare, si usa spero precipitazione

\Rightarrow And. però al dosaggio + cambiare il pH, deve avere il potere a gnt faga il fono.

Controll. per vedere se si è formato a volte con relativi.



Finalit. di gnt' azoz, in 2 (un' prima)

- Ottenero di ambiente idoneo + reaz. biologica (e + prestati recupero + biologica)
- Creare di un pH idoneo + a certa reaz. clinica (se lo è reaz. clinica, de avviene se a cert. pH, + rimovete gli GCS)
- Rimovete di forte acidità/basicità (se lo acque di scarico resti, deve neutral. prima di scarico)
- Precipitazione (+ rimovete metalli pesanti, trasformabili da inquinante solubile a insolubile; parato sol. a fase solida separata)

MERCOLEDÌ 10/04/13

Abbiamo iniziato a vedere le reazioni chimiche usate in trattamento
Quali sono?

- a) - Correzione pH
- b - Precipitazione
- c - Ossidazione chimica
- d - Riduzione chimica
- e - Wet oxidation

vedremo qual si applica, un, due, etc.

a) CORREZIONE DEL PH

Generalmente, cioè per i metalli, i processi d'acqua si eseguono di notte, ma
e altri processi che si fa sereno.

b) PRECIPITAZIONE

Molto importante, soprattutto i metalli pesanti.

L'azione viene in acque reflue, dove era usato prima della
durezza. Ma in acque reflue, si usa anche come trattamento dei metalli,
che in parte da LI piccole e si deve essere molto
eccellenti.

Invece, qui si vede nella scala + acqua serena, che si vede reflue
e ci si vede + altre dove si generano di continuo (le resine!).

Precip = rimuovere Metalli da acqua

↳ 2 fasi:

- separare standard + sereno

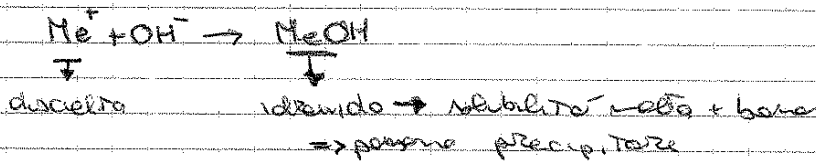
↳ dopo tutti i processi di azionamento acqua + serena di
metallo.

- processi biologici in nitrato di Metalli pesanti.

⇒ a parte di esse serie precipitate

Concetti base:

ho 1 ione metallica (Fe, Cu, Hg, Pb, Cd, ...), si fa acqua per il processo



Servono per i processi

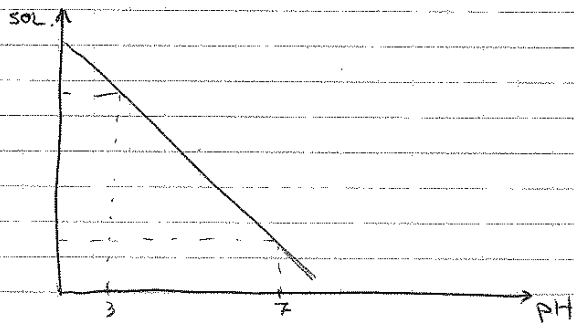
invece si capisce che c'è un solo sereno + far precipitare

Bisogna anche guardare questi
differenziali di sereno solubilità in
funzione del pH.

Si chiamano Diagrammi

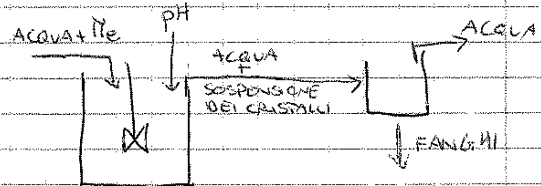
Se avessi questo, e parlo acqua
a pH = 7, il 1 piccolo parte parte
in soluzione, e l'altro precipita

⇒ 1° cosa da fare è trovare
differenziale così da dire che il
metallo quel che il valore di pH necessario + ottenere la reazione
velocità.



Questi 2 aspetti critici rendono la precip. non sempre applicabile facilmente, x problemi di qualità del liquido, che impedisce di ottenere una qualità dell'effluente.

Precip = ossid. red. semplice di $x \cdot e^-$ →
 Deviene rapida da 1 sec. (o meno)
 x regolazione cristalli.



Il problema in chi procceso, di decidere e controllare delle condiz nel reattore

PRO

- Semplicità
- Andamento (rapido), in alcune depuraz di acqua

CONTRO

- Livello di qualità di acqua e' < che in cambio viene (regole remove tutto e molto) Non arriva a [residuo] = 0.
- Fango fanghi → si potrebbero recuperare retelli da lì, se e' difficile da m. in T. anche residui. ⇒ Spesa in manutenzione.

Un, e' processo diffusissimo x precip di fanghi.

Silenzio molto x rimuovere anche i sott. org e inerte: se si regola abbondante variando pH e in flocculazione

Se in acqua nuova ho sott. org (+ catione e anionate), ... pare forte (dove voro fare in parte di laborat) aggiungere altre ed opati, flocculanti, ottenendo allontanamento da acqua di sott. org

Ad es, x acqua che deriva da reattiva → controllo del CO₂ → Si prova a vedere come e' sofferto ? oss, x vedere se riesce a separare etc.

Prova a farlo, se per trattamento (di acqua, flocculaz, variando pH) e' molto facile, se si riesce a fare con alcune a linea di retelle, potrebbe i big obbe etc.

↳ X: si mangia → fase da mettere, acqua + nutrienti (le se retelle de sott. org)

Xo, il trattamento così mette di ridurre l'azione di sott. org ma è molto critica = critica x processi successivi. Ma non e' alternativa al biologico. (ad es, x zuccheri e regola il biologico).

Un, resta praticato prima del trattamento biologico, x regolare la parte de pro. ex. fatto in coesistenza (in specie refrattorie al tratt. biol).

La scelta da fare e' definita nelle base del prove di laboratorio.

E' sempre + costosa dell'ox biologica (de e⁻ => da preferirsi, anche se non fanno prodotti secondari), ma va bene grad la sott. refrigerazione dell'ox biologica -> e' l'impiego + scelto, anche de x i carichi

Avviene soltanto a contatto in 1 contenitore acqua inquinata con e' in date scelta, e poi si apre 1 tempo sufficiente

E' verificabile in prove di laboratorio, x verificare i tempi necessari x avere 1 certo efficacia di rimoz di inquin.

Pto di vista ipreattiva = facile

Non si formano precipitati => non esse precip. attivo dopo

d) RIDUZIONE CHIMICA

Caso fondamentale, ipreattive: $Cr^{6+} \rightarrow Cr^{3+}$

$x e^- Cr^{6+} \rightarrow e^-$ uguale netto appus. | => netto precipitante
 ↳ carattere cancerogeno
 ↳ formare solubile in acqua

Era molto usata in cromatura e in concia delle pelli.

Ma problemi ambientali, netto forti.

Non precipita, ma se e' ridotto:

$Cr^{3+} \rightarrow$ netto - poco $Cr(OH)_3$
 ↳ Rimovibile + precipit. chimica con idrossido di calcio

Quindi, come ridurre $Cr^{6+} \rightarrow$ avviene bene ad 1 certo pH in laione solfato (Na_2SO_3) de sodio e solfato

e' chimica ridotta da costo per se $Cr^{6+} \Rightarrow$ molto ridotta, in una parte e da costi e da prece mistica.

=> Riduz. chimica fa risparmiare potenza elettrica

e) WET OXIDATION

"Oxidazione ad umido"

Vivio de O_3 e costoso, ed ozono ma, de' non usabile? -> Non funziona U.V.

Ma se opera a 20°C (tempi di reazione in giorni)

Se opera a 150 ÷ 250°C?

↳ cinetica migliore molto

=> Pambore ossigeno e' ox ca e' O_2 estrazione

Serve avere tutto premes, x evitare evaporaz di acqua (deve avvenire in fase liquida).

ESERCITAZ

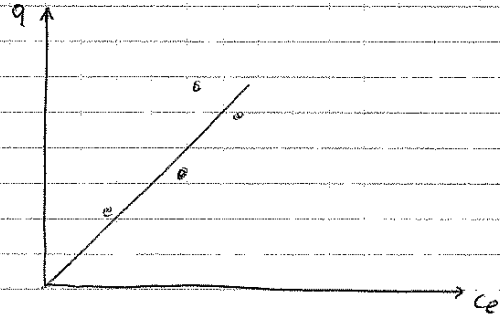
LUNEDÌ 15/04/13

③ GAC

{ Adsorbato → da rimuovere
 { Adsorbente → mt. attivi superficiali, attivato dall'adsorbato
 ↳ non di \neq tipo, a 2° dei processi coinvolti abbiamo \neq dati
 sperimentali, che rappresentano q_{eq} → ISOTERME DI ADSORBIMENTO

Processo a T cost
 Sistema ideale di Pab pure,
 x capite (sist. Temp)

$C_e = []$ in fase liquida
 $q =$ solida (massima)



C_e è noto
 ↳ tutto a carico in adsorbente
 in tempo suffic. x rimuovere dell'equil
 ↳ nuova C_e nuova q_{eq} , ex differenza nuova q
 ↳ Areae IATI rivelato

E mi vogliono che interpretar, in delle curve, q_{eq} + nota e^{-}
 e' eq modello di FROELICH:

$$q_{eq} = K_F \cdot C_e^{1/n} \rightarrow C_e = [] \text{ dell'equil}$$

$n = \text{dat da forma delle isoterme}$

affinità di adsorbato
 per l'adsorbente

↳ Andamento lineare (sotto certe C_e e n le
 curve sono a molto lineare)

Questi dati, in fatti anche a le bonfide, deve c. m. $[]$ noto +
 altre e in caso tutte delle curve.

Processo discontinuo (Carreggio) se n. spiale continuo
 ↳ 1 unita' m + de r volte viene basta

a) La scelta per: $\begin{cases} PO_1, PO_2 \\ PO_3 \end{cases}$

$A_{TOT} = \text{surface minima necessaria} \times \text{densità} \text{ } C_e \text{ fissare in CA:}$

$$PO_1 + PO_2 \rightarrow A_{TOT} = \frac{Q_{REALE}}{C_{IS}} = \frac{15 \frac{m^3}{s}}{6 \frac{mg}{m^3} \cdot \frac{1h}{3600s}} = 900 \text{ m}^2$$

$$PO_3 \rightarrow A_{TOT} = \frac{1}{6} = 600 \text{ m}^2$$

e)
$$CUR = \frac{C_0}{q_e} = \frac{19 \frac{mg}{L}}{2,54 \frac{mg}{g_{CA}}} \cdot \frac{1 mg}{1000 \mu g} = 7,48 \cdot 10^3 \frac{g_{CA}}{E_{H_2O \text{ TRATTATA}}}$$

f)

ESERCIZIO 2

TRATTAMENTO DI COAGULAZIONE E PRECIPITAZIONE (TRAT. CHIMICO-FISICO)



più ovale neri utilizzati → Rimuovere SS non sedimentabili, metalli, addoloranti, neri, vari altri.

Ci si serve anche di rimuovere in parte le PO_4 e CO_3 , e farci ossidare su residui che rendono sedimentabili.

Si usano sali → tipicamente di Fe ed Al, che in modo insolubile in rete possono coagulare.

P2 = reaz.

Fe → costo molto alto → Fosforo (P)

Al → costo spesso in forma PAC

Fig.

6.25 → Come valori di pH originali e la specificità reagente usata

↳ in tabella a cui valori di pH

JAR PST → Si scelgono i dosi di reattivo coagulante, il volume stabilisce il pH di lavoro dei sistemi.

Atto unito dei reattivi ⇒ il costo di lavoro il - possibile

Fig. 6.8 → $FeCl_3$ in reattivi concentrati, rete densa
Doseggiato $FeCl_3 > Al_2(SO_4)_3$ ⇒ potere coagulante $Fe < Al$

P3

Processo a + 1 stadi

- Reatt. coagulante mescolati manualmente rapida (reattore agitato)

↳ coagulari, si formano i flocchi

- Sedimentazione

⇒ 2 dispositivi: $\begin{cases} \text{reatt. agitato} \\ \text{Sedimentazione} \end{cases}$