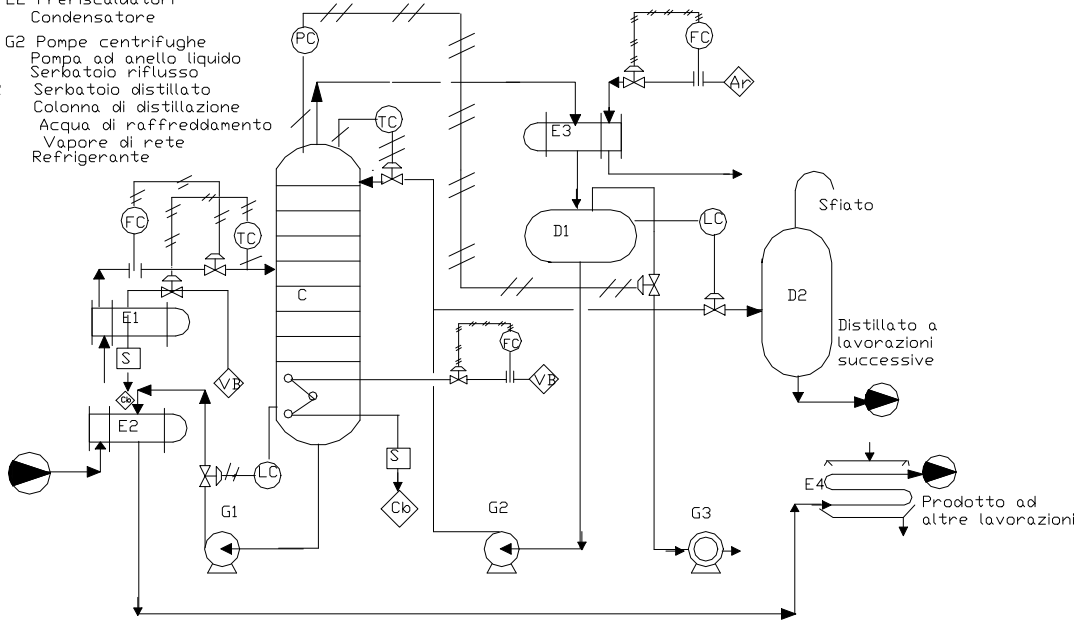


# Soluzione PERITI CHIMICI

## Quesito 1

### LEGENDA

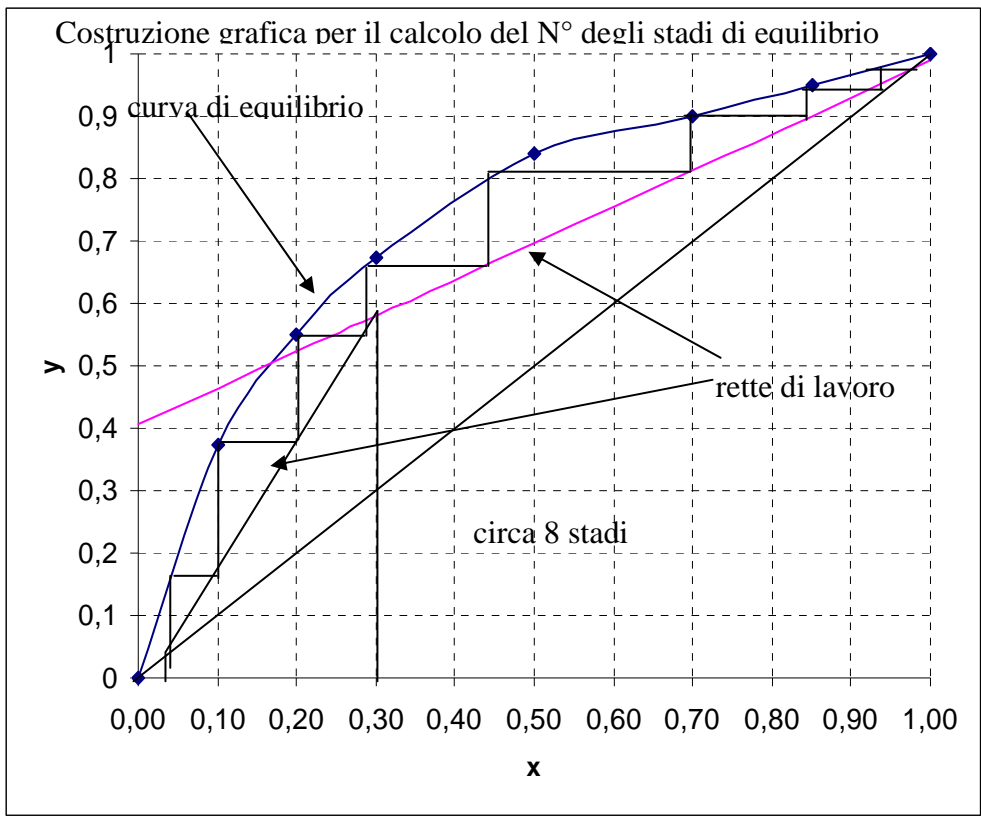
- E1 E2 Preriscaldatori
- E3 Condensatore
- G1 G2 Pompe centrifughe
- G3 Pompa ad anello liquido
- D1 Serbatoio reflusso
- D2 Serbatoio distillato
- C Colonna di distillazione
- Ar Acqua di raffreddamento
- Vb Vapore di rete
- E4 Refrigerante



Quesito 2

Tabella Dati

x	y	$y=R*x/(R+1)+Xd/(R+1)$
0,00	0	0,4060
0,10	0,375	0,4643
0,20	0,55	0,5226
0,30	0,675	0,5809
0,50	0,84	0,6975
0,70	0,9	0,8141
0,85	0,95	0,9016
1,00	1	0,9890

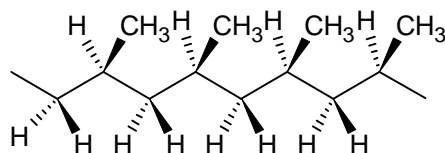


### Quesito 3

Tra i processi in cui la presenza del catalizzatore riveste particolare importanza si può senz'altro considerare la polimerizzazione stereospecifica del propilene con l'uso di catalizzatori Ziegler – Natta.

L'etilene può essere polimerizzato con meccanismo radicalico. A causa della scarsa selettività tipica dei radicali, il polimero ottenuto risulta ramificato, prevalentemente amorfo e a bassa densità. Se si prova a polimerizzare il propilene con meccanismo radicalico si ottiene solo un olio viscoso, a massa molare non elevata.

Dopo la 2a guerra mondiale Ziegler sviluppò dei catalizzatori a base di cloruro di titanio e alluminio alchili. Il meccanismo non era più radicalico ma anionico. Si otteneva così un polimero altamente lineare, dalle migliori proprietà meccaniche ed ad alta densità. Poco dopo Natta modificò i catalizzatori di Ziegler e li applicò alla polimerizzazione del polipropilene, ottenendo un polimero ad alta cristallinità. Natta riconobbe che l'elevata cristallinità del polipropilene, così ottenuto, era dovuta alla stereoregolarità delle catene polimeriche in cui prevaleva la stessa configurazione del carbonio asimmetrico. Natta definì tale polimero isotattico, era nata la polimerizzazione stereospecifica. Ziegler e Natta vennero insigniti del premio Nobel nel 1963.



Polipropilene isotattico

Il polipropilene isotattico presenta superiori proprietà meccaniche e di resistenza alla temperatura rispetto al polietilene. I manufatti in polipropilene si possono sterilizzare in autoclave e con il polipropilene si possono ottenere fibre resistenti all'usura.

I primi processi operavano in presenza di un solvente in cui era solubile il monomero e il polimero atattico (non stereoregolare) formatosi, mentre il polimero isotattico era insolubile e si separava per centrifugazione. In uno dei processi più recenti si opera in condizioni tali per cui il monomero in eccesso resta in fase liquida e fa da solvente, mentre il polimero formatosi resta sempre insolubile. Il meccanismo catalitico, di polimerizzazione anionica coordinata, non prevede reazioni di terminazione, per cui, se non si disattiva il catalizzatore, una volta esaurito il monomero, la polimerizzazione può riprendere aggiungendo altro monomero. Tale proprietà è sfruttata per realizzare polimeri eterofasici. Su un nucleo di polipropilene isotattico ad elevata cristallinità, si può far crescere uno strato di polimero amorfo, migliorando così la resilienza dei manufatti che si ottengono. Nella pratica è così possibile ottenere, grazie alla versatilità di questi catalizzatori, una larga gamma di prodotti per svariate applicazioni.

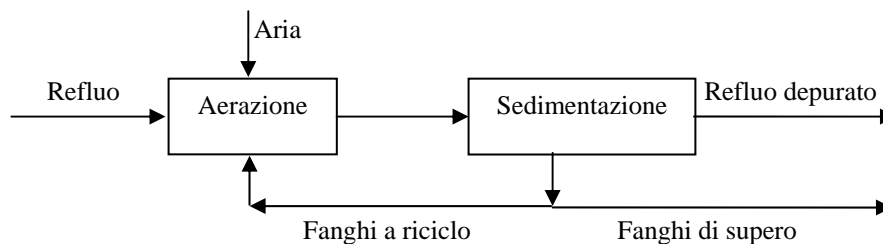
#### Quesito 4

Tra i processi biotecnologici utilizzati nella depurazione delle acque reflue, particolare rilevanza riveste il trattamento a fanghi attivi. È un trattamento in cui si accelera la naturale attività depurativa delle acque operata da microrganismi aerobi.

Il trattamento è idoneo per le acque contenenti sostanze biodegradabili, generalmente sostanze organiche presenti nei reflui, che costituiscono la “materia prima” del processo. I reflui possono essere di origine civile o industriale, compresi reflui di aziende agricole e zootecniche. Tra le materie prime possiamo considerare l’ossigeno, impiegato come aria o puro, i microrganismi, quando aggiunti, nel caso il refluo richieda l’impiego di ceppi selezionati, i nutrienti, in genere fonti di azoto e fosforo, se non già presenti nel refluo.

La biodegradabilità del carico inquinante è un fattore essenziale per l’applicabilità del trattamento. Si valuta tramite due parametri: il BOD<sub>5</sub> e il COD. Il BOD<sub>5</sub> (domanda di ossigeno biologico) è l’ossigeno consumato in 5 giorni dai microrganismi presenti nell’acqua per ossidare le sostanze biodegradabili presenti. Si esprime in ppm di O<sub>2</sub> e rappresenta una misura della biodegradabilità del carico inquinante. Il COD (domanda di ossigeno chimico) è una prova in cui il campione di acqua inquinata si tratta con bicromato in ambiente acido. Tutte le sostanze ossidabili, biodegradabili e non, reagiscono e il consumo di bicromato, trasformato in ppm di O<sub>2</sub> equivalenti, dà una misura del carico inquinante. Bisogna tener conto di eventuali sostanze, come i cloruri, che possono interferire, essendo anch’essi ossidati dal bicromato. Il rapporto BOD<sub>5</sub>/COD dà una misura dell’applicabilità dei trattamenti biologici. Se superiore a 0,6 non ci sono problemi, se compreso tra 0,2 e 0,6 è necessario ricorrere a microrganismi selezionati, se inferiore a 0,2 i processi biologici non sono applicabili.

Il processo a fanghi attivi si può rappresentare con il seguente schema a blocchi.



Nella vasca di aerazione si ha la crescita dei microrganismi a spese del carico inquinante. Le colonie dei microrganismi assumono un aspetto fioccoso e costituiscono un fango che possiede anche un certo potere adsorbente sulle sostanze da ossidare, per cui si parla di bioflocculazione. Nella sedimentazione si ha la separazione dell’acqua depurata dal fango che, in parte, si ricicla per realizzare un’elevata concentrazione di microrganismi nella vasca di aerazione e, per il resto, costituisce un sottoprodotto da smaltire.

I principali controlli analitici, oltre al BOD<sub>5</sub> e al COD, sul refluo in ingresso e sull’effluente depurato, sono l’ossigeno disciolto, specie nella vasca di aerazione, che deve essere sempre a un livello tale da garantire l’aerobicità del processo e l’indice di sedimentabilità del fango (SVI) che permette di ricavare la concentrazione dei solidi sospesi nei fanghi di riciclo e quindi la portata dei fanghi da riciclare. Un altro parametro è il controllo microbiologico dei microrganismi presenti. La composizione della biomassa permette di seguire l’andamento del processo. Alcuni microrganismi, come i protozoi ciliati, costituiscono degli importanti indicatori biologici. L’osservazione al microscopio, molto rapida rispetto ad altri metodi di analisi, permette di individuare rapidamente condizioni non ottimali e di intervenire di conseguenza.

Lo smaltimento dei fanghi di supero costituisce un problema rilevante. I fanghi contengono mediamente 1-2% di solidi, sono putrescibili e contengono, con buona probabilità, microrganismi patogeni. I processi di smaltimento possono essere di vario tipo. Tipicamente è possibile un trattamento di ispessimento per aumentare la concentrazione dei solidi, seguito da una digestione anaerobica con produzione di biogas e di un fango stabilizzato, non putrescibile, filtrabile, che può

essere utilizzato per il compostaggio se non contiene sostanze inquinanti come, p.e., i metalli pesanti.

Tra le emissioni del processo rientra l'aerosol che si libera dalla vasca di aerazione, costituito da minuscole goccioline di liquido putrescibile che si liberano nell'ambiente. L'uso di ossigeno puro, più costoso, in sostituzione dell'aria, costituita da circa l'80% di azoto, insieme con la copertura delle vasche di aerazione, può ridurre il fenomeno.

Le misure di sicurezza per la salute dei lavoratori specifiche per il processo sono di tipo sanitario per il possibile contatto con microrganismi patogeni, per cui sono previste specifiche vaccinazioni e controlli. Restano inoltre le misure di sicurezza e l'uso dei dispositivi di protezione individuale previsti per le usuali lavorazioni chimiche.

**Bartolomeo Piscopo**

**Mariano Calatuzzolo**

**Docenti di Tecnologie Chimiche Industriali**

**ITIS Molinari - Milano**