



**La gestione dei sistemi fognari e depurativi:
sostenibilità ambientale, aspetti giuridici ed economici**

**DETERMINAZIONE DELLA CAPACITA'
RESIDUA DEGLI IMPIANTI DI DEPURAZIONE**

C. COLLIVIGNARELLI

CAPACITA' "RESIDUA" = POTENZIALITA' - CAPACITA' "IMPEGNATA"

DETERMINAZIONE DELLA POTENZIALITA'

- SPESSO SI PARLA DI POTENZIALITA' DEGLI IMPIANTI CON RIFERIMENTO:

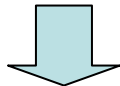
1° aspetto A • AL SOLO DATO DI PROGETTO (→ POTENZIALITA' NOMINALE)

2° aspetto B • AD UN UNICO PARAMETRO DI INQUINAMENTO
(→ BOD -----> ABITANTI EQUIVALENTI) O POCHI ALTRI
PARAMETRI (COD, N, P, SS)

3° aspetto C • A NESSUN FATTORE "LIMITANTE"

- QUESTO **APPROCCIO** È (FORTEMENTE) **LIMITATIVO**:

PER A + B + C



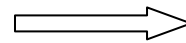
COSÌ **NON** SI PERVIENE ALLA POTENZIALITA' **EFFETTIVA**

POTENZIALITA': NON E' QUANTO UN IMPIANTO E' IN GRADO
GENERICAMENTE DI "RICEVERE" MA QUANTO E' IN GRADO DI
"TRATTARE" FINO AL CONSEGUIMENTO DEI LIMITI DI QUALITA'
RICHIESTI ALL'EFFLUENTE E NEL RISPETTO DEI DIVERSI
FATTORI LIMITANTI GENERALI (es.: no inibizione della biomassa) E
SPECIFICI (es.: qualità particolare di effluenti e/o fango per specifici
(ri)usi).

L'APPROCCIO "LIMITATIVO" VA NECESSARIAMENTE SUPERATO QUANDO:

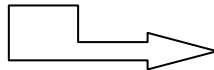
- si deve confrontare il CARICO EFFETTIVO con la CAPACITA' DEPURATIVA per concludere che l'impianto:

- è sovraccaricato
oppure
- è sottocaricato



informazione utile per la
GESTIONE TECNICA
dell'impianto

- si deve decidere l'accoglimento o meno di un NUOVO SCARICO (civile o industriale) in fognatura



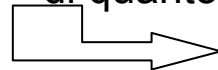
informazione utile per l'

ENTE GESTORE

- si deve rispondere "puntualmente" ad esigenze di AMPLIAMENTO:

→ quali COMPARTI ampliare

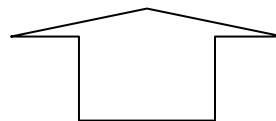
→ di quanto ampliarli (UPGRADING)



informazione utile per

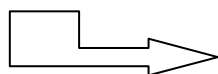
ATO

(→ piano investimenti)



SONO ESIGENZE "INTERNE" AL SERVIZIO IDRICO

- si deve valutare la prima condizione (= CAPACITA' RESIDUA DI TRATTAMENTO) per concedere un'autorizzazione a trattare RIFIUTI LIQUIDI in impianto urbano:

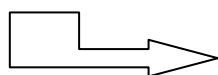


informazione utile per

ENTE DI AUTORIZZAZIONE

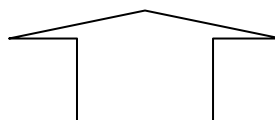
- Regione
- Provincia

- si deve rispondere in modo rigoroso ad una richiesta di PERIZIA in ambito amministrativo e/o giudiziario



informazione utile per:

- l' Autorità di controllo tecnico/amministrativa (es. **ARPA**)
- **AUTORITA' GIUDIZIARIA**



SONO ESIGENZE "ESTERNE" AL SERVIZIO IDRICO

COME SUPERARE L'APPROCCIO "LIMITATIVO"?

1° Aspetto

A

APPROCCIO "CONVENZIONALE" ALLA DEFINIZIONE DELLA POTENZIALITA' EFFETTIVA DI UN IMPIANTO

- NON considerare il dato di progetto (= POTENZIALITA' NOMINALE) come SICURAMENTE INDICATIVO della POTENZIALITA' REALE

Occorre invece:

➤ acquisire lo

STATO DI FATTO "COMPLETO"

dell'impianto:

- dimensioni dei comparti (volumi, superfici etc.);
- dimensioni dei collegamenti (tubazioni, canalette, partitori etc.);
- specifiche tecniche dei macchinari (pompe, soffianti, macchine disidratatrici etc.)
-

➤ procedere ad una

VERIFICA DI DIMENSIONAMENTO

DEI PRINCIPALI COMPARTI

(coi criteri usuali processistici-idraulici) per i PARAMETRI CONVENZIONALI

- **Sedimentazione primaria:**

BOD: 30%

COD: 25%

Ntot: 10%

Ptot: 10%

Solidi sospesi totali: 60%

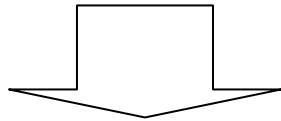
- **Fanghi attivi:** criteri standard di progettazione

➤ procedere ad una VERIFICA IDRAULICA dei collegamenti (tubazioni, canalette, partitori etc.)

➤ procedere ad una verifica della POTENZIALITA' DEI MACCHINARI :

- su base di progetto (potenzialità TEORICA)
- su base di verifica di funzionalità

es: {
- potenzialità SISTEMI AERAZIONE
- potenzialità SISTEMI DI DISIDRAZIONE



(potenzialità REALE)

- L'APPROCCIO "CONVENZIONALE" SUPERA LA 1^A LIMITAZIONE (potenzialità nominale assunta come effettiva) A

▪ E' SUFFICIENTE?

⇒ E' UN PASSO RILEVANTE (spesso non si fa neanche questo)

⇒ NON E' PERO' SUFFICIENTE. Occorre superare le altre 2 limitazioni:

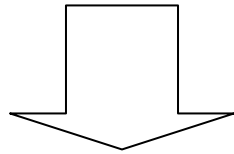
B un solo (BOD) parametro di inquinamento o pochi altri

C nessun fattore limitante

con un APPROCCIO PIU' COMPLESSO E ONEROSO
(Approccio non convenzionale)

2° Aspetto **B** APPROCCIO “NON CONVENZIONALE” ALLA DEFINIZIONE
3° Aspetto **C** DELLA POTENZIALITA' EFFETTIVA DI UN IMPIANTO

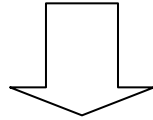
- L' approccio “non convenzionale” è indispensabile nel caso di calcolo di CAPACITA' RESIDUA ai fini dell'accettazione di RIFIUTI LIQUIDI negli impianti di depurazione municipali:



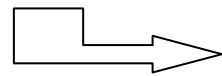
D.lgs 152/06 (art. 110, ex. art. 36): presso gli impianti di depurazione municipali possono essere smaltiti rifiuti liquidi se:

1. È garantita la compatibilità dei rifiuti con il processo di depurazione
2. Non viene oltrepassata la capacità residua di trattamento
3. Non viene compromesso il possibile riutilizzo delle acque reflue e dei fanghi

- per superare la limitazione **B** (un solo parametro d'inquinamento)



OCCORRE CONSIDERARE NON SOLO IL BOD, NON SOLO I PARAMETRI “CONVENZIONALI” (BOD, COD, N, P, SS) MA ANCHE GLI ALTRI (Metalli, Organici, sostanze conservative



BILANCI DI MASSA

per:

- stimare la capacità di rimozione di ogni inquinante  CONCENTRAZIONE

NELL'EFFLUENTE (da cui RISALIRE alla **CAPACITA' LIMITE** DI

RICEZIONE nell' **influyente** PER OGNI INQUINANTE)

- per superare la limitazione **C** (no fattori limitanti)

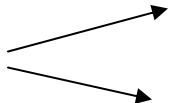
OCCORRE CONSIDERARE I DIVERSI FATTORI "LIMITANTI". COME?

con  **BILANCI DI MASSA** per:

- stimare la concentrazione di ogni inquinante nei diversi FLUSSI/COMPARTI → individuare la **CAPACITA' LIMITE** per

⇒ prevenire l'INIBIZIONE DELLA BIOMASSA  eterotrofa
nitrificante

⇒ consentire il RIUTILIZZO DELL'EFFLUENTE

⇒ consentire al FANGO  particolari smaltimenti (es. DISCARICA)
particolari riutilizzi (es. AGRICOLTURA)

BILANCIO DI MASSA DEI CONTAMINANTI

Suddivisione dei parametri in "categorie"

Rif.: D.lgs 152/06

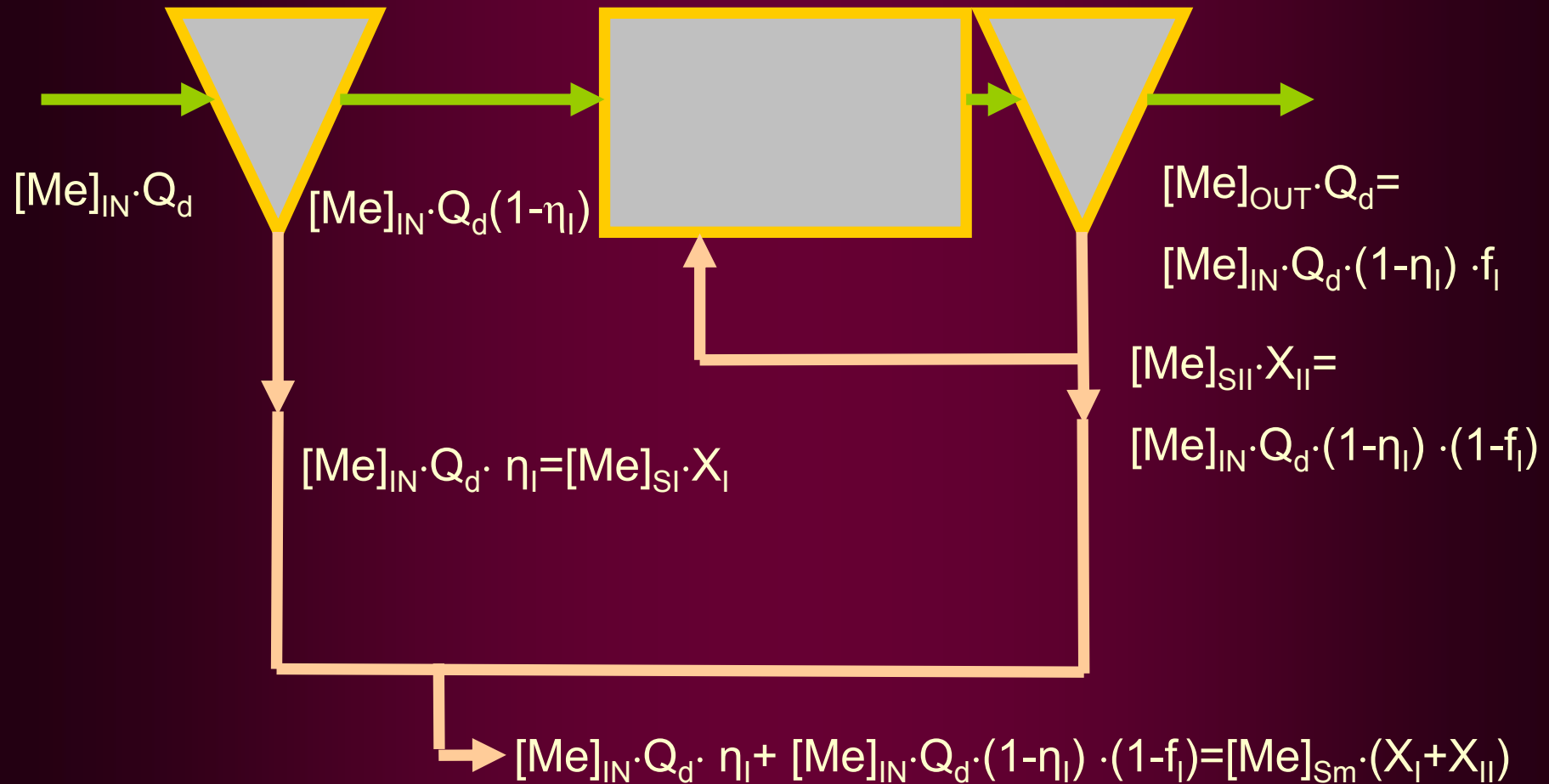
(classificazione "ingegneristica")

- A. **parametri "convenzionali"** : SST, BOD, COD, P, N nelle diverse forme, *E. coli*
- B. **metalli pesanti, e "simili"**: Al, As, Ba, Cd, Cr, Fe, Mn, Hg, Ni, Pb, Cu, Se, Sn, Zn, CN⁻
- C. **parametri "conservativi"**: B, SO₄⁼, Cl⁻, F⁻
- D. **zolfo e solfiti**
- E. **grassi e oli animali/vegetali**
- F. **organici**: HC tot., fenoli, aldeidi, solventi organici aromatici, solventi organici azotati, tensioattivi totali, pesticidi fosforati, pesticidi totali (esclusi i fosforati), aldrin, dieldrin, endrin, isodrin, solventi clorurati

Parametri "convenzionali"

- **Sedimentazione primaria:**
 - BOD: 30%
 - COD: 25%
 - N_{tot}: 10%
 - P_{tot}: 10%
 - Solidi sospesi totali: 60%
- **Fanghi attivi:** criteri standard di progettazione

METALLI PESANTI (e "simili")



Sostanze "conservative"

- **Comportamento ideale (per definizione):** nessuna rimozione

Solfuri e solfiti

- Rimozione media del **50%** (stripping e/o ossidazione) nel reattore **biologico**

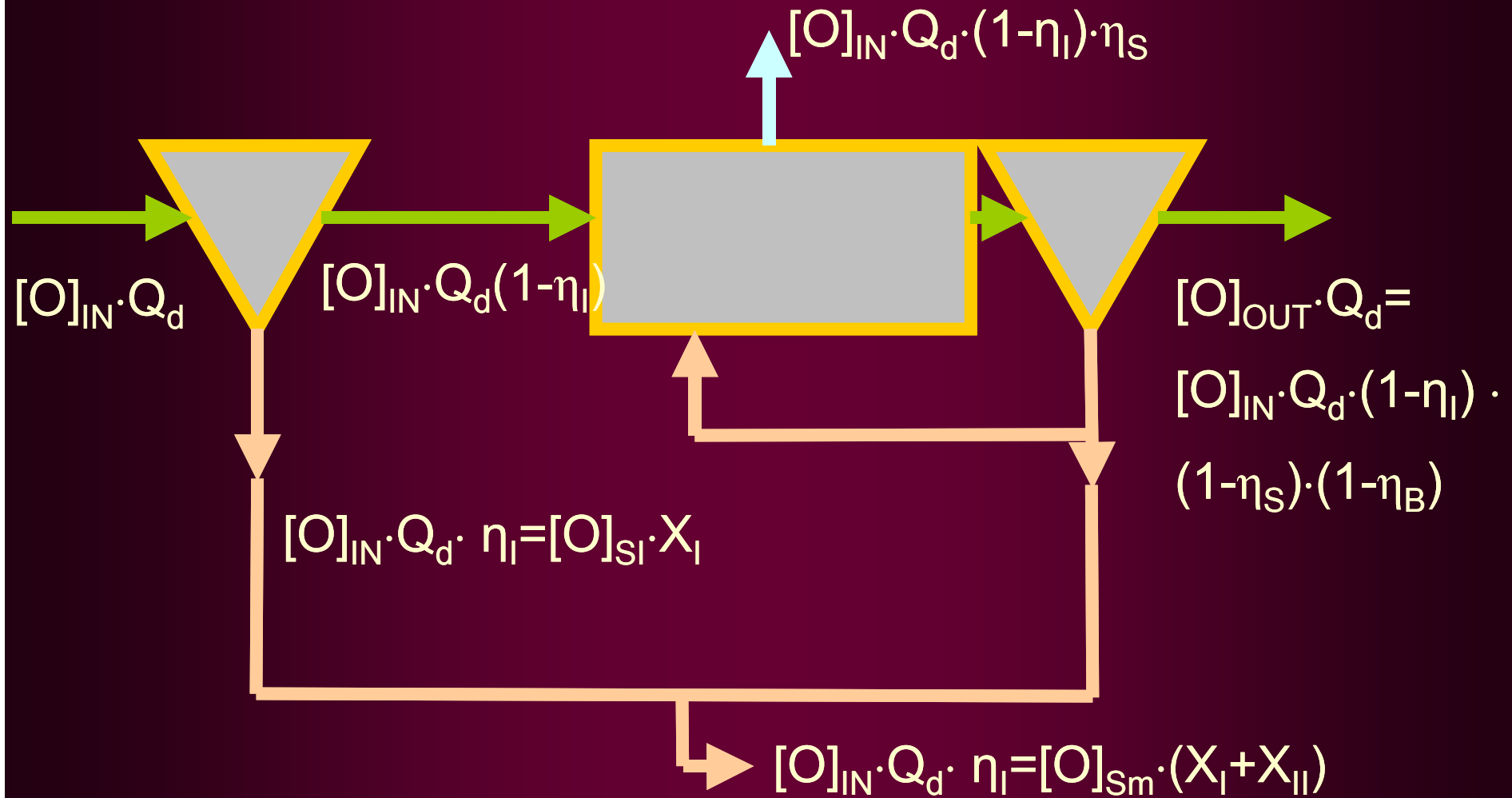
Grassi e oli animali/vegetali

- rimozione del **60%** nella **disoleatura**

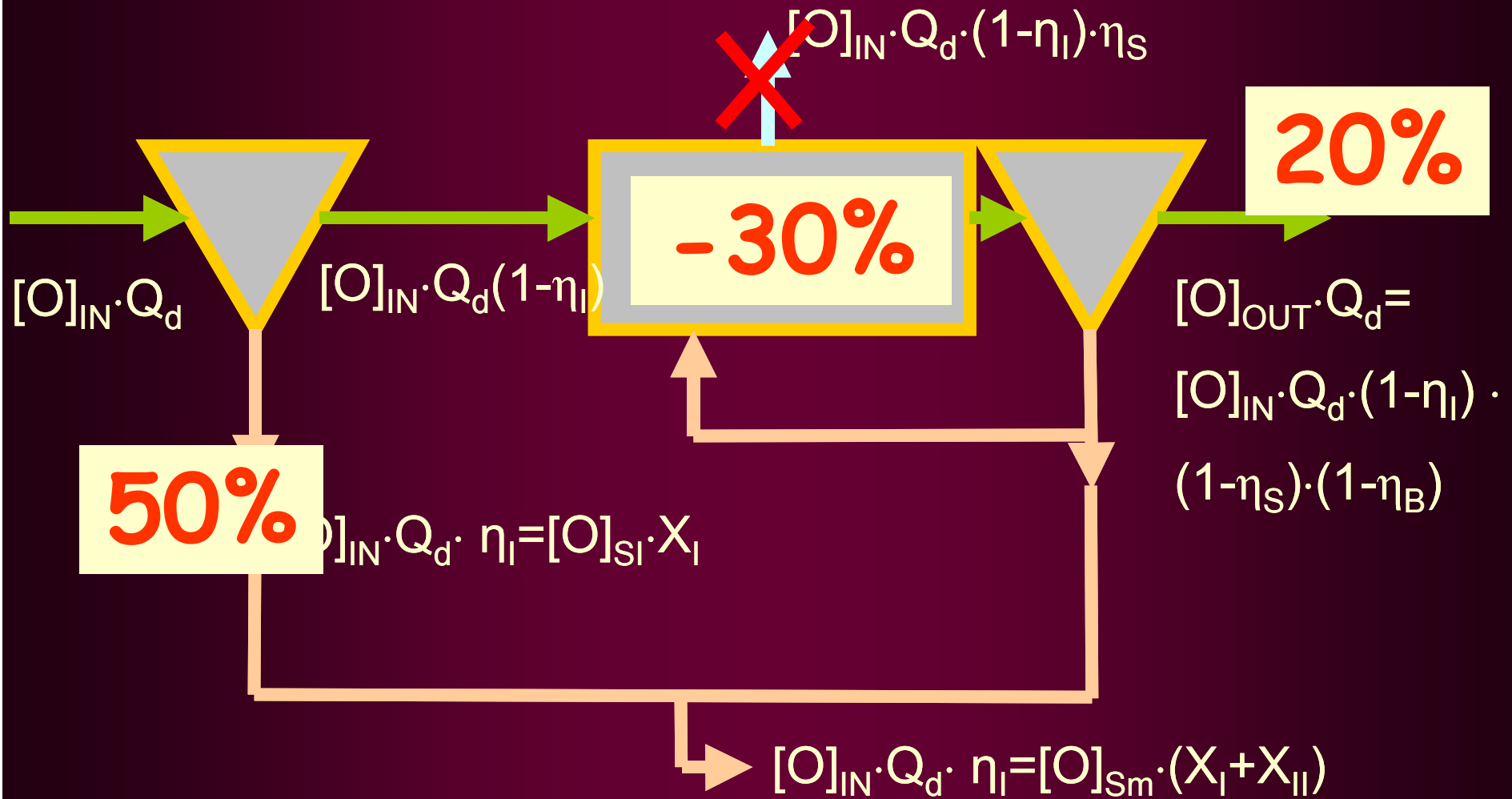
Sostanze organiche

- **Stripping:** significativo se
 $H > 10^{-4} \text{ atm m}^3 \text{ mol}^{-1}$
- **Bioassorbimento:** trascurabile se
 $\log K_{ow} < 4$
- **Biodegradazione:** dati di letteratura

SOSTANZE ORGANICHE



ESEMPIO: TENSIOATTIVI



FATTORI LIMITANTI
(VINCOLI)
PER VALUTARE LA
TRATTABILITÀ DEL
RIFIUTO

Vincoli da considerare	Gruppo di sostanze					
	A	B	C	D	E	F
Limiti allo scarico	X	X	X	X	X	X
Standard di qualità del fango		X				
Concentrazione massima consentita nel fango attivo (al fine di evitare l'inibizione della biomassa)		X				
Concentrazione massima consentita nel mixed liquor (al fine di evitare l'inibizione dei batteri eterotrofi)		X				X
Concentrazione massima consentita nel mixed liquor (al fine di evitare l'inibizione dei batteri autotrofi)		X				X

A= Parametri “convenzionali”

B= Metalli pesanti

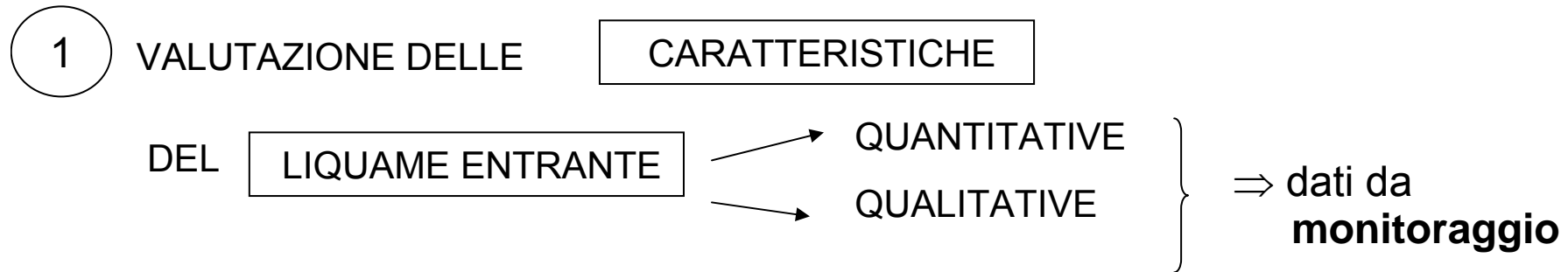
C= Sostanze “conservative”

D= Solfuri e solfiti

E= Grassi ed oli animali e vegetali

F= sostanze organiche

DETERMINAZIONE DELLA CAPACITA' "IMPEGNATA" DI UN IMPIANTO / I



- ASPETTI "CRITICI":
 - DURATA del MONITORAGGIO
 - CRITERI DI CAMPIONAMENTO
- ⇒ sovente NON OTTIMALI
- ↓
- SCARSA SIGNIFICATIVITA'
-

DETERMINAZIONE DELLA CAPACITA' "IMPEGNATA" DI UN IMPIANTO / II

2

VALUTAZIONE DEI

CRITERI GESTIONALI

ADOTTATI e LORO INFLUENZA SULLA CAPACITA' DI TRATTAMENTO

• ASPETTI "DECISIVI":

→ CONDIZIONI OPERATIVE LINEA ACQUE:

- livello ossigeno disciolto in oxid
- concentrazione biomassa
- carico del fango

.....

.

→ CONDIZIONI OPERATIVE LINEA FANGHI:

- modalità e temporizzazione estrazione fanghi
- modalità e temporizzazione disidratazione
- controllo surnatanti di ritorno a linea acque

.....

UN CASO DI STUDIO

Il liquame influente

- Civile (20%v/v) + Industriale (80%)
- Fognatura nera
- Analisi dati gestionali di UN ANNO:
 - COD = 500 mg/L
 - BOD = 250 mg/L
 - TKN = 30 mg/L
 - $Q_{IN} = 23.400 \text{ m}^3/\text{d}$
 - Fattore di punta (sulla Q_{24}) = 1.05
 - $T = 14^\circ\text{C}$ (min)

Carichi influenti (kg/d)

Parametro	Carico
BOD	4.565
COD	10.591
Tot. N	193
Arsenico	0,14
Cadmio	0,195
Cromo	18,2
Cloruri	4.329
Solfuri	1,33
Grassi/oli animali/vegetali	49,9
Idrocarburi totali	23,4
Solventi aromatici	9,73

Capacità di trattamento effettiva

23.400 m³/d +

Portata di rifiuti liquidi da alimentare =

25.668 m³/d

Vincoli

Vincoli da rispettare	Sostanza	BOD	COD	N _{tot}	As	Cd	Cr	Cl ⁻	S ²⁻	Grassi ed oli	Idrocarburi totali	Solventi aromatici
Limiti allo scarico (mg/L)		25	125	30	0,5	0,02	2	1.200	1	20	5	0,2
Standard di qualità del fango (mg/kgSS)						20						
Concentrazione massima nel fango attivo (per evitare l'inibizione della biomassa) (mg/kgSS)					100	1.000	10.000					
Concentrazione massima nel mixed liquor (per evitare l'inibizione dei batteri eterotrofi) (mg/L)					1	5	5			500		750
Concentrazione massima nel mixed liquor (per evitare l'inibizione dei batteri autotrofi) (mg/L)					0,5	1	1			100		100

Carichi massimi ammissibili (kg/d)

Vincoli da rispettare	Sostanza	BOD	COD	N _{tot}	As	Cd	Cr	Cl ⁻	S ^F	Grassi ed oli	Idrocarburi totali	Solventi aromatici
Limiti allo scarico (mg/L)		11.184	22.368	1.342	68,5	2,74	145	30.802	51,3	1.283	321	51,3
Standard di qualità del fango (mg/kgSS)						0,20						
Concentrazione massima nel fango attivo (per evitare l'inibizione della biomassa) (mg/kgSS)					0,98	9,83	113					
Concentrazione massima nel mixed liquor (per evitare l'inibizione dei batteri eterotrofi) (mg/L)					34,2	171	183				12.834	19.251
Concentrazione massima nel mixed liquor (per evitare l'inibizione dei batteri autotrofi) (mg/L)					17,1	34,2	36,7				2.567	2.567

Capacità residua (kg/d)

Parametro	Capacità residua
BOD	6.619
COD	11.777
N _{tot}	1.149
Arsenico	0,84
Cadmio	0,005
Cromo	18,5
Cloruri	26.473
Solfati	50
Grassi ed oli animali e vegetali	1.233
Idrocarburi totali	298
Solventi organici aromatici	42

CONCLUSIONI

- Valutazione complessa ma richiesta esplicitamente dalla normativa
- Per alcuni dei coefficienti proposti potrebbero essere richieste valutazioni sperimentali su un caso specifico
- Utile anche in fase di progettazione
- Vengono individuati i parametri critici da tenere sotto controllo