

**INGENIERÍA AMBIENTAL PARA LA INDUSTRIA DE
PROCESOS**

**TRATAMIENTOS SECUNDARIOS
REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA**

Instituto de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería

1

SISTEMAS ANAEROBIOS

2

Principales tipos de sistemas anaerobios

- Lagunas
- Contacto
- UASB
- Film fijo / Filtro anaerobio
- Lecho fluidizado
- Híbridos
- EGSB / IC

3

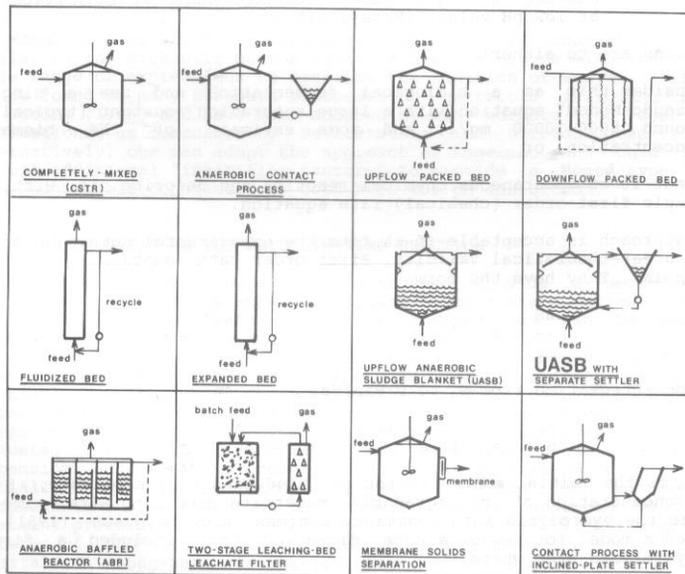


Fig. 3. Schematic diagrams of anaerobic treatment processes (from Speece, 1980)

4

LAGUNAS

- **Sistemas extensivos**
- **Actualmente tendencia a cubrirlas para captar biogás**
- **Profundidad: hasta 6 m**
- **TRH: de 10 a 90 d**
- **Carga: 0.5 a 2 kgDQO/m³.d**
- **Eficiencia de remoción: 30 a 80%**
- **Remoción de lodo: cada 2 a 5 años**

5



6



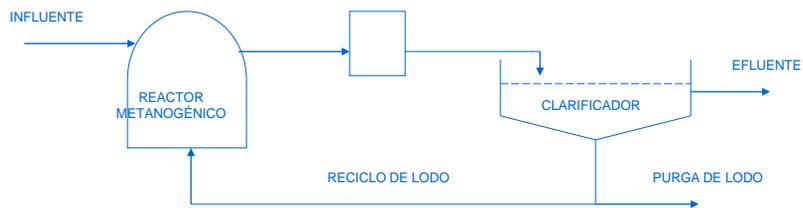
7



8

REACTOR DE CONTACTO

- Está basado en la separación de las unidades de proceso: reactor metanogénico y clarificador de lodos, al estilo de los sistemas de lodos activados. Puede incluirse un desgasificador intermedio.



9

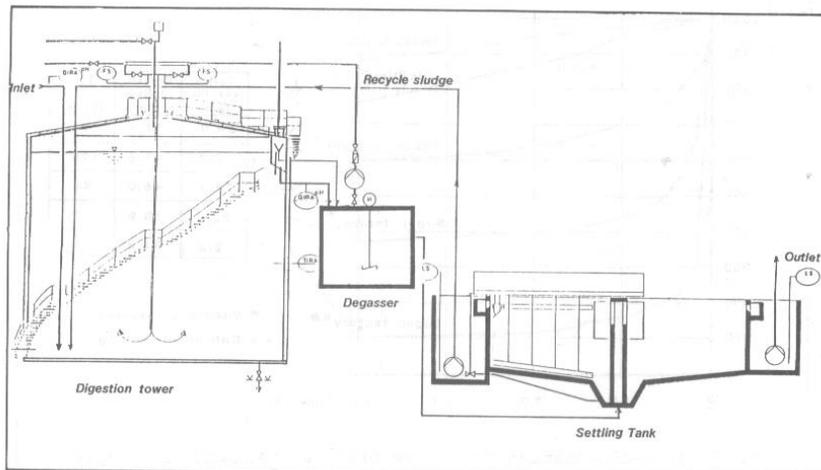
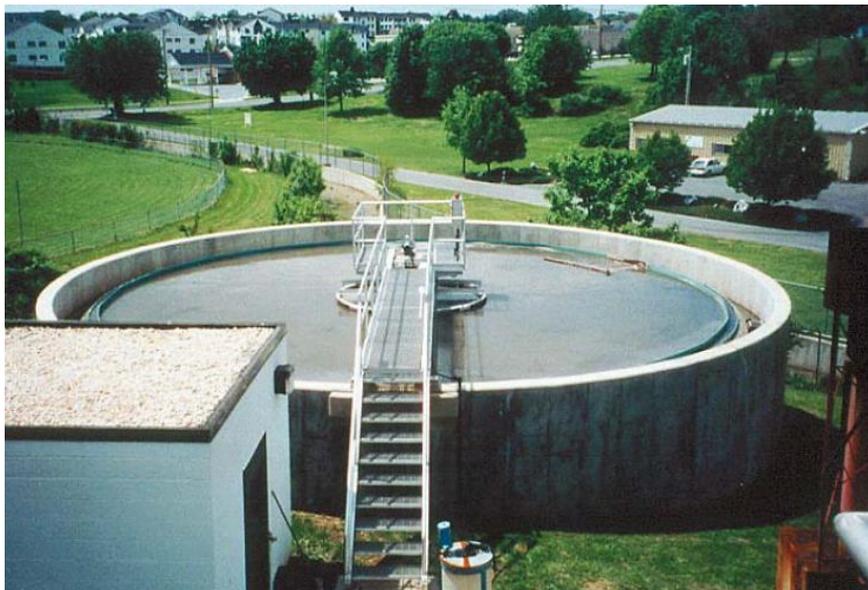


Figure 11. Anaerobic Wastewater Treatment Plant. Offstein Factory.

10



11

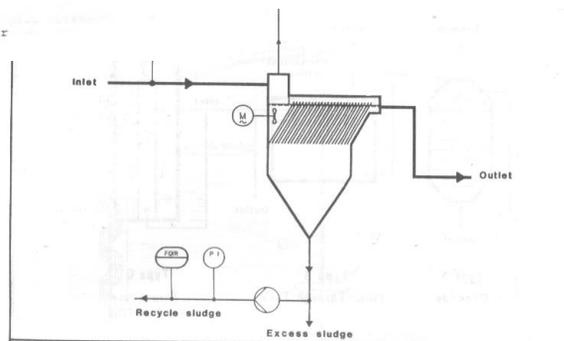
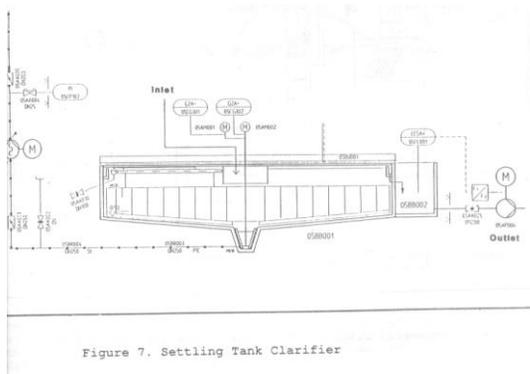


12

TABLE 1. Anaerobic Wastewater Treatment with the Contact Process
(After Seyfried and Saake,1986)

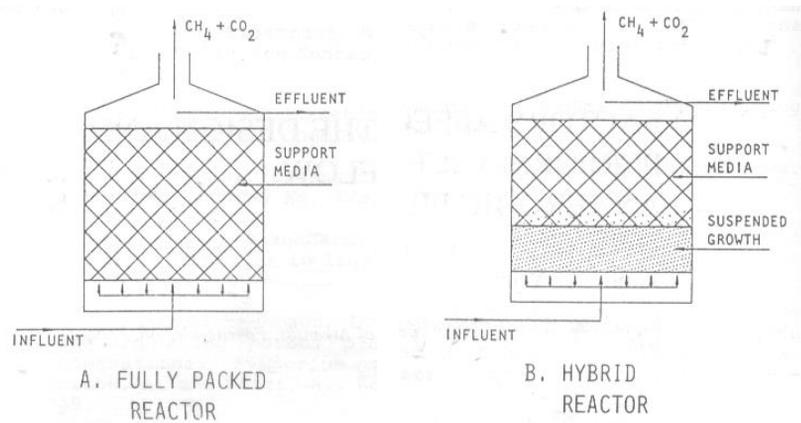
Type of Waste-Water	Sludge Loading (kg COD/kg OTS d)	Load (kg COD/m ³ d)	Volume of Reactor (m ³)	COD-Efficiency (%)
Sugar Factory	1.3-3.0	0.6-12.9	2100-16000	90-95
Distillery	0.17-0.24	1.5-2.5	300-1890	90-98
Citric Acid	0.16-0.29	1.3-4.0	10000	75-83
Yeast Factory	0.24-0.37	2.8-3.9	1900	77-82
Dairy	0.13	0.88	84	—
Sauerkraut Factory	0.4	1.5	5000	96
Green Vegetable Cannery	0.11-0.28	2.0-4.2	5000	90-95
Pectin Factory	0.03-0.22	1.7-5.3	3000-3618	88-93
Starch Factory	1.4	3.6	900	65
Meat Processing Works	0.5-1.1	0.8-4.8	2670-7117	88-95
Condensate from Cellulose Factory	0.08-0.20	1.3-1.8	2000-10000	97-98

13



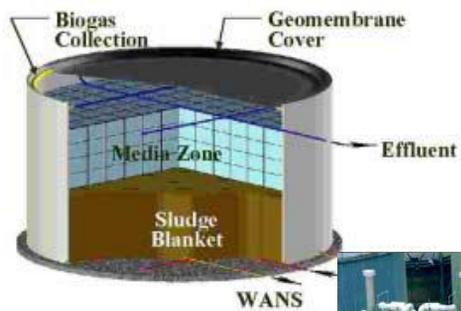
14

FILTROS Y REACTORES HÍBRIDOS



15

Schematic of ADI-Hybrid



16



17



18

FILTROS

- Cilíndricos o de base rectangular
- Diámetro o ancho: 6 a 26m
- Alto: 3 a 13m
- Volúmenes: 100 a 10000 m³
- Medio relleno: total o solo parte superior; piedras, plástico (flujo cruzado a 60°), anillos Pall
- Área específica: alrededor de 100 m²/m³
- El medio relleno actúa como separador sólido-gas, ayuda a uniformizar el flujo, mejora el contacto entre las fases y permite acumular grandes cantidades de biomasa.
- Carga de diseño: típicamente hasta 12 kg/m³d, con TRH a partir de 12 h

19

Rellenos

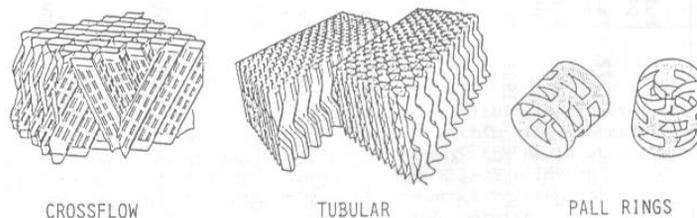


Fig. 2. Schematic diagrams of media for anaerobic filters.

20

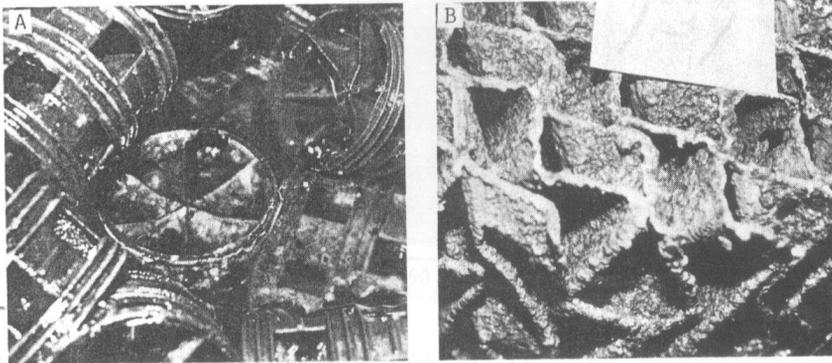


Fig. 9. Photographs of biological solids attached to anaerobic filter media.

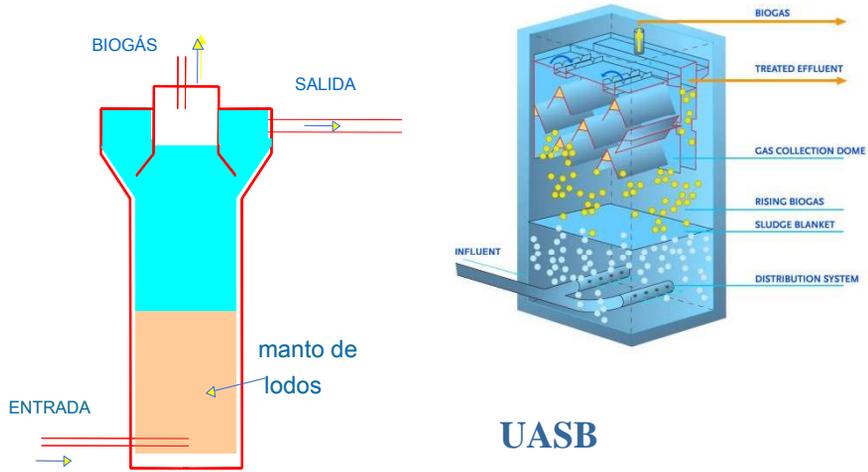
21

- **La clave del suceso en las aplicaciones en efluentes de la tecnología anaerobia está en desacoplar el tiempo de residencia hidráulico del líquido con el tiempo de retención del sólido. Esto conduce a menores volúmenes con menores costos de inversión y a su vez a configuraciones más estables y con menores costos de operación.**

22

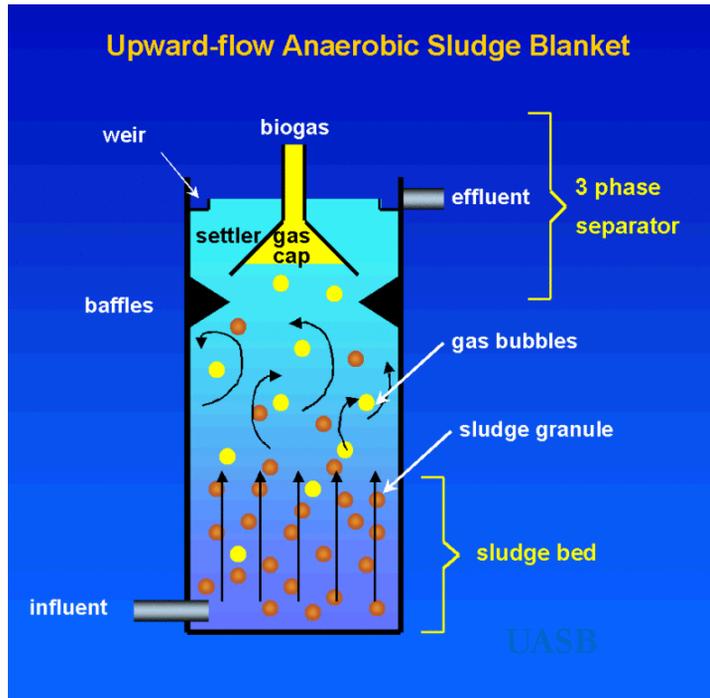
A PARTIR DE LOS 80: UASB, EGSB, IC, LF

Reactor UASB (UpFlowAnaerobic Sludge Bed)

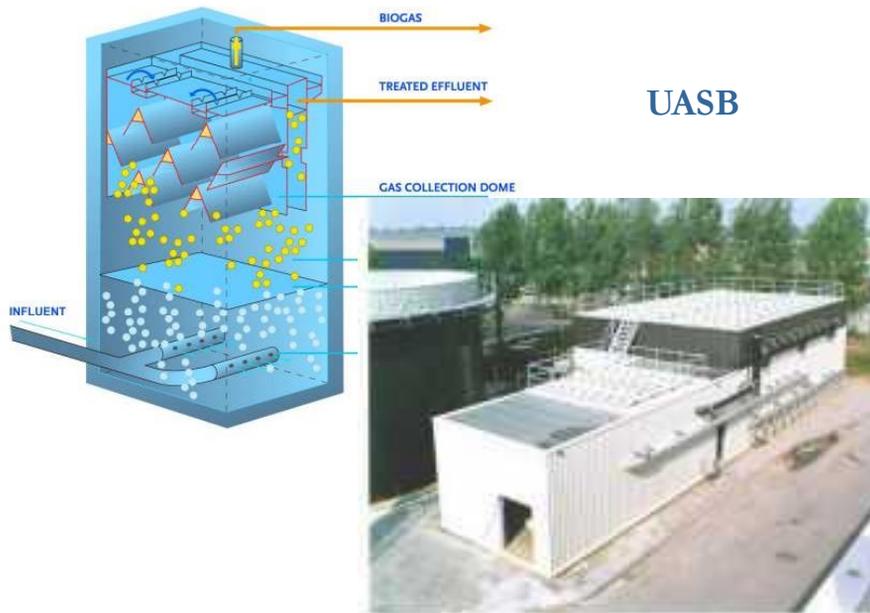


UASB

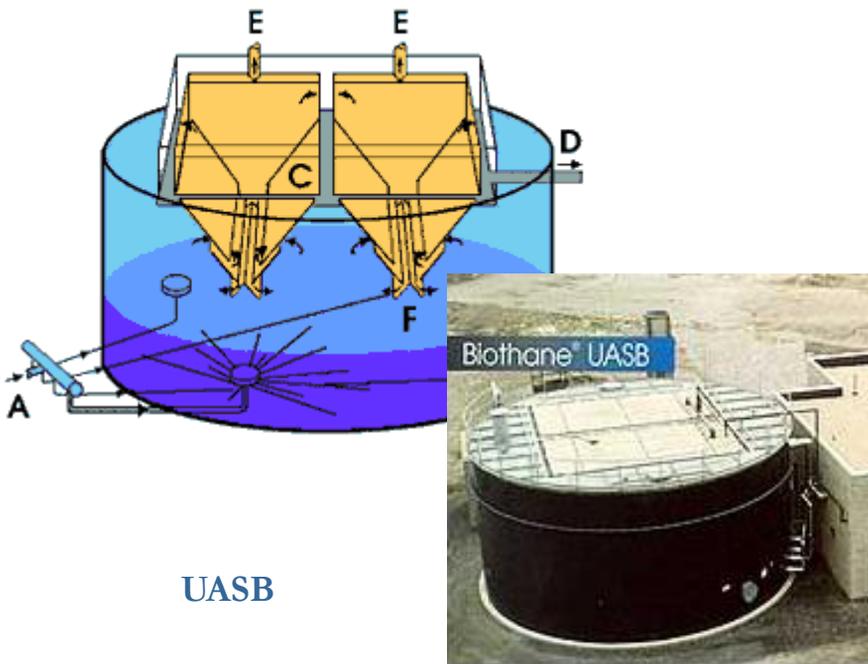
23



24



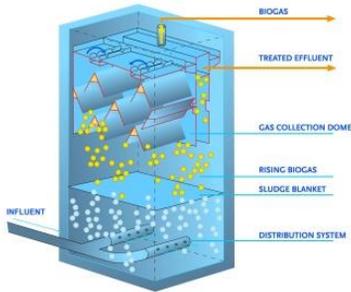
25



26



UASB



27



28

LECHO FLUIDIZADO

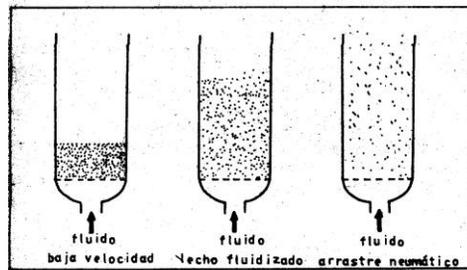


Figura 9. Flujo de un gas o un líquido a través de un lecho de partículas sólidas a velocidades crecientes.

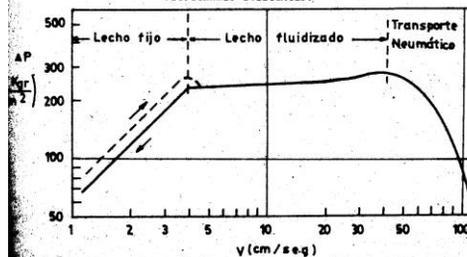
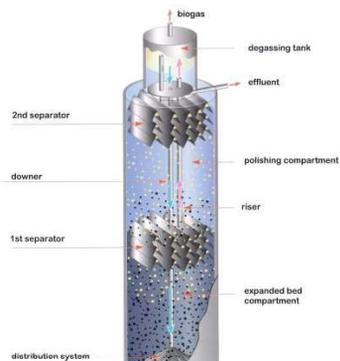


Figura 10. Caída de presión a través de un lecho de partículas de tamaño uniforme (2).

29

EGSB, IC

Reactor EGSB (Expanded Bed)
Reactor IC (Internal Circulation)



30