



Ciclo de 20

MasterClass

AGUASRESIDUALES.INFO

AGUASRESIDUALES.INFO



MasterClass 20

“Depuración de efluentes industriales.”

Wilian Gonzales - El Doctor Agua

CEO de Flowen (Peru)
Ingeniero Químico.



16
Junio



Ciclo de 20
MasterClass

AGUASRESIDUALES.INFO

DR. AGUA



Prueba de jarras en aguas residuales de lavado

hace 8 semanas · 1,9 mil reproducciones



Evalúa tu planta piloto de tratamiento de aguas residuales

hace 8 semanas · 1,1 mil reproducciones



¡Nunca te saltees la prueba de jarras!

hace 8 semanas · 923 reproducciones



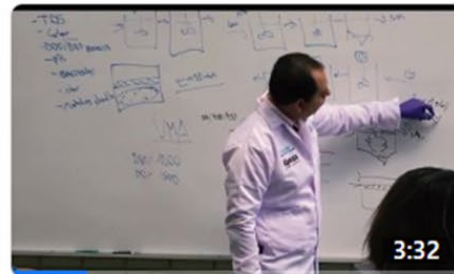
Flotación por aire disuelto DAF en industria textil

hace 8 semanas · 1.4 mil reproducciones



Flotación por aire disuelto DAF

hace 8 semanas · 1,4 mil reproducciones



Tratamiento físico químico con DAF o sedimentador.

hace 9 semanas · 2.6 mil reproducciones

+26 mil seguidores en facebook

13 mil seguidores en LinkedIn

<https://www.facebook.com/wdoctoragua>



DOCTOR AGUA

¿NECESITAS UN TRATAMIENTO PARA CURAR TUS AGUAS?
¡YO TE AYUDO!

f wdoctoragua @ doctoraguaoficial +51 938 161 818

in 

Dr. Agua - Wilian Gonzales

Ayudo a reusar tus aguas residuales y efluentes | Soluciones que maximizan tus ahorros | Asesorías y capacitaciones.

Temas que suele tratar: ##water, ##wastewater, ##medioambiente, ##watertreatment y ##sostenibilidadambiental

Perú · [Información de contacto](#)

<https://flowen.com.pe/site/>

12.930 seguidores · Más de 500 contactos

Tengo interés en...

Añadir sección

Más

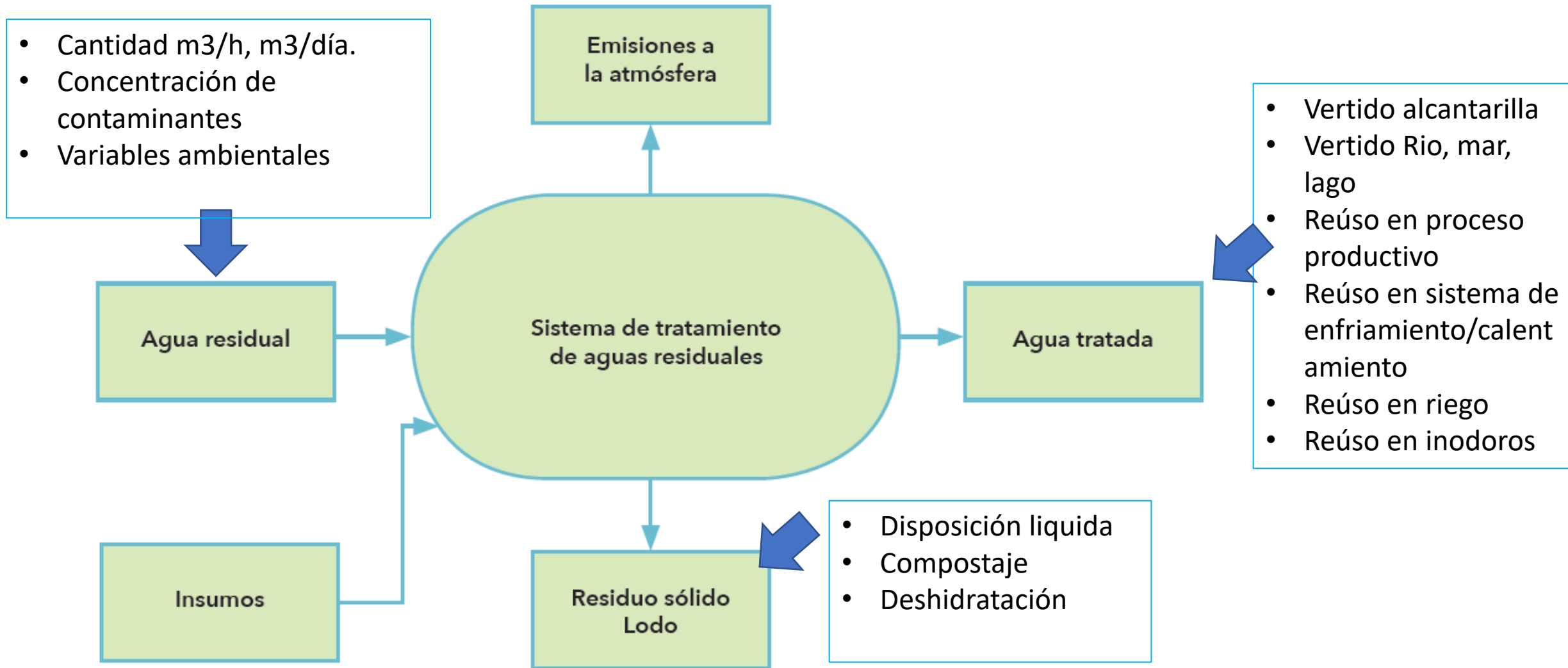
 Flowen



Universidad Nacional de Ingeniería

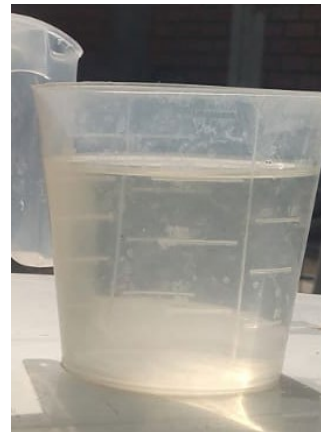
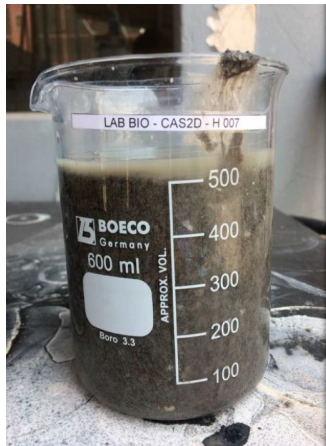
<https://www.linkedin.com/in/doctoragua/>

BALANCE GENERAL PTARI



¿ Por qué es importante caracterizar el agua residual ?

Conocer la composición física, química y microbiológica del agua residual



Materiales flotantes

- Aceites y Grasas
- Plásticos
- Material celulósico (compresas, tampones, etc.)
- Colillas

Materia coloidal y disuelta

- Aceites y Grasas en emulsión
- Sustancia nitrogenadas (proteínas urea, etc.)
- Hidratos de carbono (azúcares, celulosa, etc.)
- Tensoactivos y jabones.
- Sales (fosfatos, silicatos, sulfatos, etc.)
- Microorganismos patógenos

Materiales sedimentables

- Heces
- Restos de alimentos
- Pelos
- Arenas

Composición típica de un agua residual

$$\text{BOD}_5 = \text{SBOD}_5 + b \times \text{TSS} + c \times \text{FOG}.$$

$$\text{SCOD}_{\text{cr}} = a \times \text{SBOD}_5 + c \times \text{FOG} + d \times \text{NH}_3\text{-N} + R$$

$$\text{COD}_{\text{cr}} = \text{SCOD}_{\text{cr}} + b \times \text{TSS}$$

- BOD5 = Demanda biológica de oxígeno, total, 5 días
- SBOD5 = Demanda biológica de oxígeno, soluble, 5 días
- TSS = Sólidos suspendidos totales
- FOG = Aceites y Grasas
- COD_{cr} = Demanda química de oxígeno, total.
- SCOD_{cr} = Demanda Química de oxígeno, Soluble.
- NH₃-N = Nitrógeno amoniacal
- R = FOG no biodegradable y DQO residual.

Fabrica de embutidos

Entrada de efluente sin tratar:

- DBO: 9,645mg/l
- DQO:14,328mg/l
- SST:6,930mg/l
- Fosforo total:27.9mg/l
- AYG:2,923mg/lt
- Nitrogeno total:72,6mg/l
- PH:8.41
- T° :22°C

Salida de la trampa de grasa existente (hora de la mañana):

- DBO: 185,2mg/l
- DQO:455.1mg/l
- AYG: 50,4mg/lt
- SST: 93.9 mg/lt



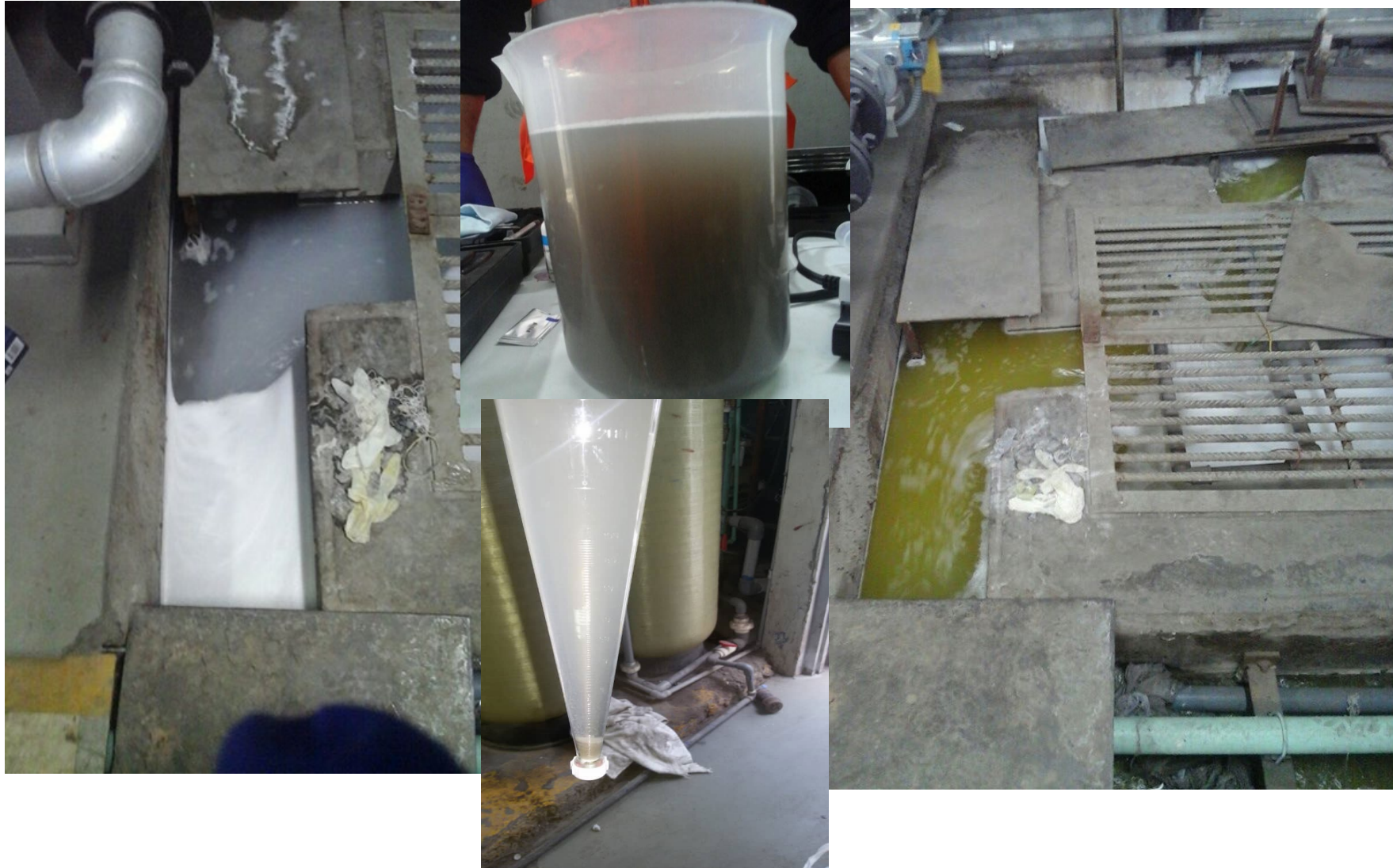
Salida de la trampa de grasa existente (hora de la tarde):

- DBO: 589.1mg/l
- DQO:1450.4mg/l
- AYG: 940.3mg/lt
- SST: 367.5mg/lt

Fabrica de embutidos

Parámetro	Unidades	EF-1 (Entrada PTAR)					VMA ⁽¹⁾
		1era Muestra compuesta	2da Muestra compuesta	3era Muestra compuesta	4ta Muestra compuesta	5ta Muestra compuesta	
		22 al 23/06/2020	23 al 24/06/2020	24 al 25/06/2020	25 al 26/06/2020	26 al 27/06/2020	
Alcalinidad	mg/L	785.0	863.0	764.9	573.7	520.8	--
Cloruro	mg/L	620.2	844.0	603.4	423.5	435.6	--
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	725.0	1091	818.8	1528	1628	500
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	1435	2365	1698	3078	3140	1000
DBO - Soluble	mg/L	645.0	1099	725.0	1216	1266	--
DQO - Soluble	mg/L	1218	2055	1590	2551	2644	--
Fósforo	mg/L	17.36	15.04	23.0	8.121	5.429	--
Nitrito	mg/L	0.021	<0.006	0.015	<0.006	<0.006	--
Nitrato	mg/L	<0.133	0.491	0.304	0.325	0.366	--
Nitrógeno Amoniacal (N-NH ₃)	mg/L	11.30	14.71	9.458	8.410	7.851	80
Nitrógeno Orgánico Total Kjeldahl	mg/L	35.25	40.25	36.22	34.25	32.56	--
Sólidos Sedimentables	ml/L/h	2.6	14.1	7.6	<0.1	3.1	8.5
Sólidos Totales	mg/L	2864	2970	4791	2316	2354	--
Sólidos Totales Disueltos	mg/L	2585	2074	2276	1773	1609	--
Sólidos Totales Suspendidos	mg/L	241	635	380	138	274	500
Sólidos Totales Suspendidos Volátiles	mg/L	1065	1152	1149	136	269	--
Sílice (Si-SiO ₂)	mg/L	12.17	12.15	13.06	12.058	11.967	--

CASO LAVANDERIA INDUSTRIAL



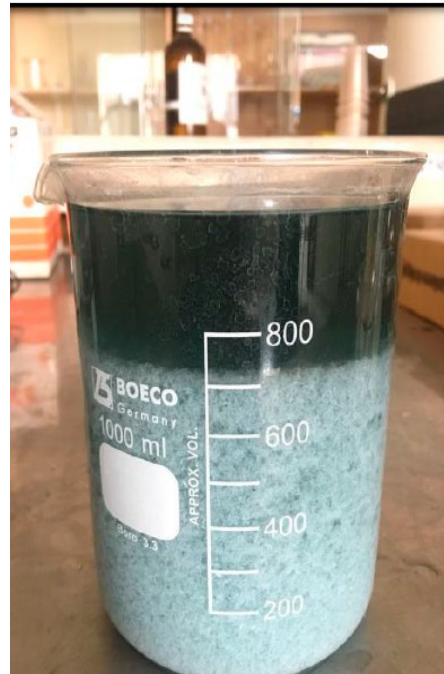
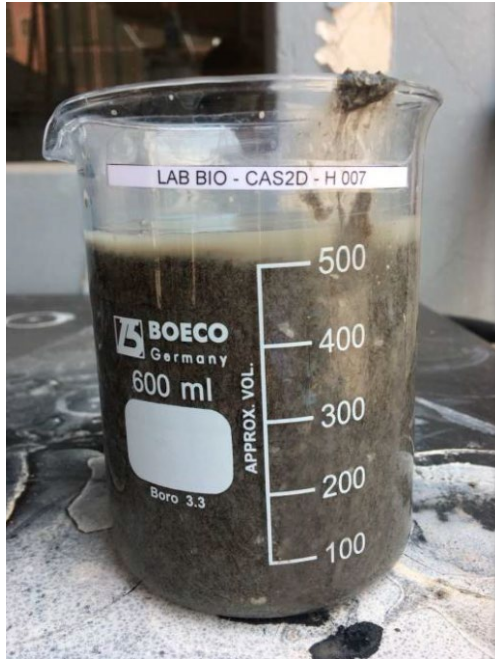
CASO LAVANDERIA INDUSTRIAL

Análisis físico-químicos generales		Parámetros de Entrada							
		Mañana					Tarde		
		25/11/2019	27/11/2019	29/11/2019	20/02/2020	20/02/2020	25/11/2019	27/11/2019	29/11/2019
Parámetros	Unidad	Concentración	Concentración	Concentración	Concentración	Concentración	Concentración	Concentración	Concentración
Aceites y grasas	mg aceites y grasas /L	22	38.9	37.3	57.7		27.5	27.7	25
Alcalinidad	mg CaCO3/L	313.1					272.5		
Carbono orgánico Total	mg /L	13.9					13.8		
Cloruro	mg Cl/L	292.7	1091	1588			306.7	1027	873
DBO5	mg O2/L	444.4	449.2	627.1	676.3	686.30	435.4	465.8	538
DQO	mg O2/L	1602	1278	1340	1464	1479	1161	1322	1230
Detergentes	mg MBAS/L	20.35	19.53	43.21	14.76		20.96	20.72	14.53
Fosforo total	mg P/L	1.3					0.35		
Nitrato	mg NO3/L	0.5036	0.5036	50.08			0.1679	0.5036	238
Nitrógeno Kjeldahl	mg N/L	6.9					7.6		
Solidos totales suspendidos	mg TSS/L	49.5	84.5	109.5	152	118	86.5	74.5	67.3
Sulfato	mg SO4/L	132.3	248	254.1			132.2	268.9	259.1
Turbidez	NTU							500	
Conductividad	us/cm			6.95				5.37	5.14
Dureza	mg CaCO3			1335					
Temperatura	°C			28.9				30	29.1
pH		6.5-8.5		7.45			6.5-8.5	7.45	8.01
Cloro		2.2	2.2				2.2	2.2	
coliformes	NMO/100 ml	49					79		

Curtiembres



Curtiembres



Curtiembre

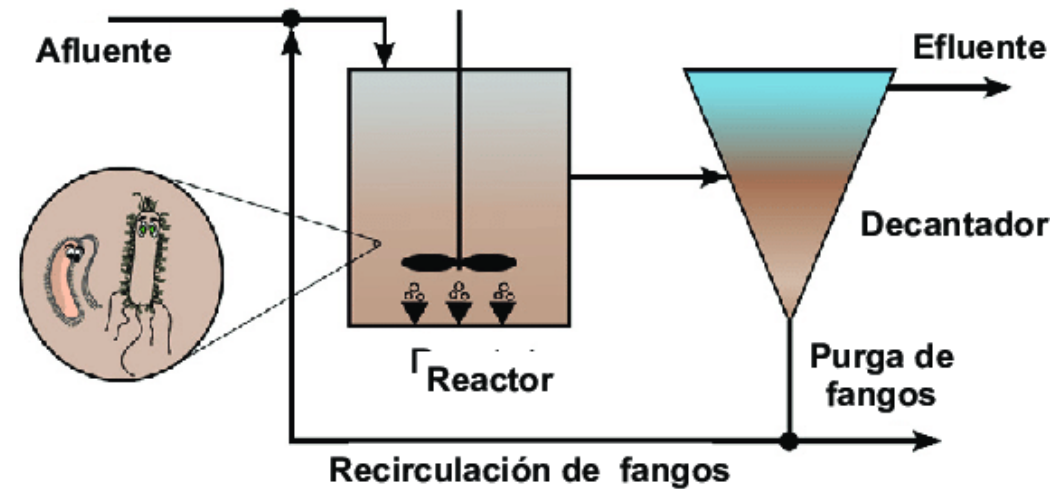
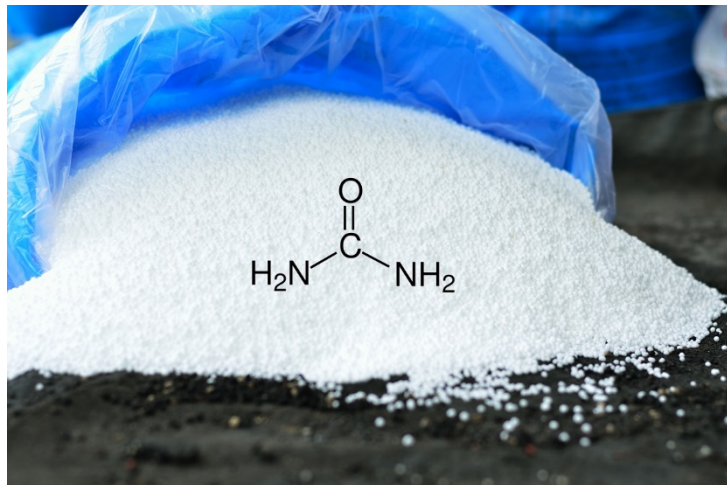
Parámetros	LMPs - PRODUCE	Muestra 1 (16/02/2017) (Procesos de Pelambre)	Resultado	Muestra 2 (17/02/2017) (Procesos de Curtido)	Resultado
pH	6.5 – 9.5	12.56	Fuera de rango	3.66	Fuera de rango
DBO5 (mg/L)	1000	9683	Sobrepasa	4670	Sobrepasa
DQO (mg/L)	2500	20987	Sobrepasa	8532	Sobrepasa
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES (mg/L)	1000	7580	Sobrepasa	1360	Sobrepasa
SULFURO (mg/L)	10	95.0	Sobrepasa	0.0294	Cumple
Cr ⁺⁶ (mg/L)	0.5	<0.002	Cumple	<0.002	Cumple
Cr TOTAL (mg/L)	5	1.5	Sobrepasa	724.3	Sobrepasa
N. AMONIACAL (mg/L)	50	513	Sobrepasa	253	sobrepasa

Requerimiento de nutrientes



$$\text{DBO5/N/P} = 100/5/1$$

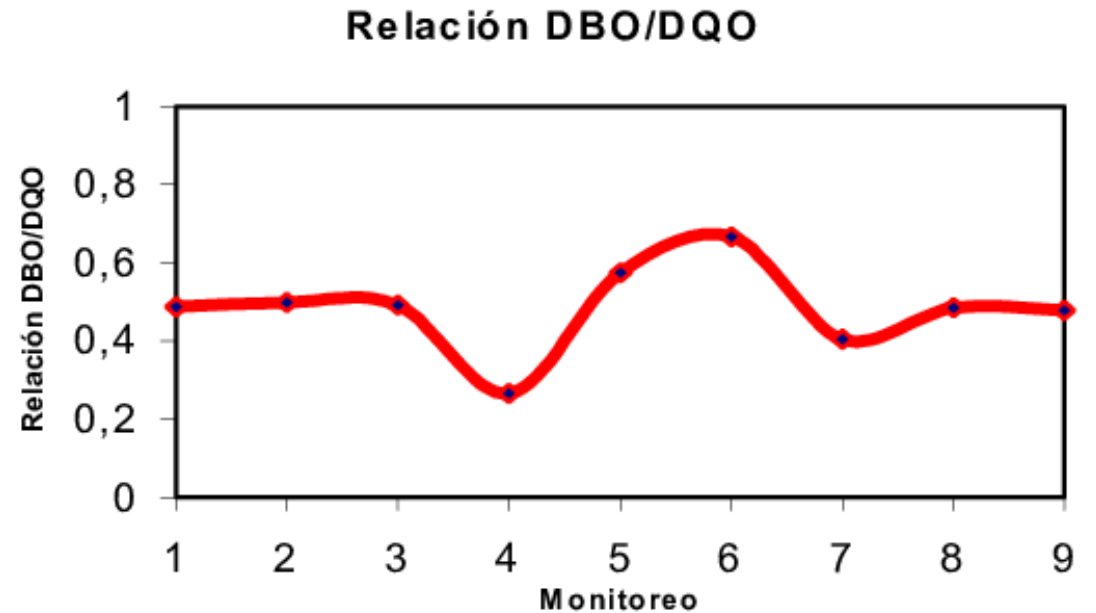
$$\text{DBO5/NH}_4^+/\text{P04-3} = 100/5/1$$



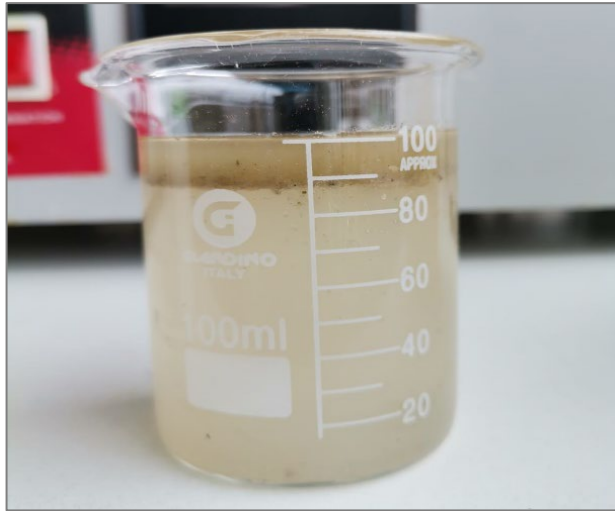
¿Cuándo elegir un tratamiento físico químico o un biológico?

➤ ÍNDICE DE BIODEGRADABILIDAD

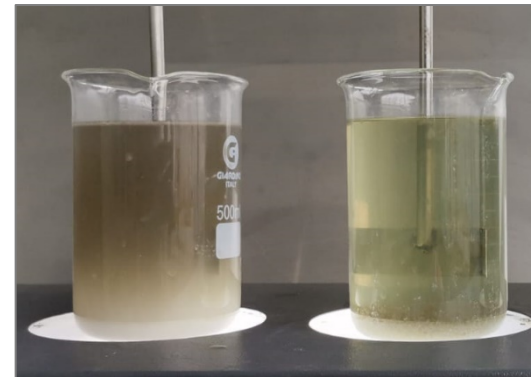
DBO ₅ / DQO	Índice de la biodegradabilidad
< 0.2	No biodegradable
0.2 – 0.4	Biodegradable
> 0.4	Muy biodegradable



¿Cuándo elegir un tratamiento físico químico o un biológico?

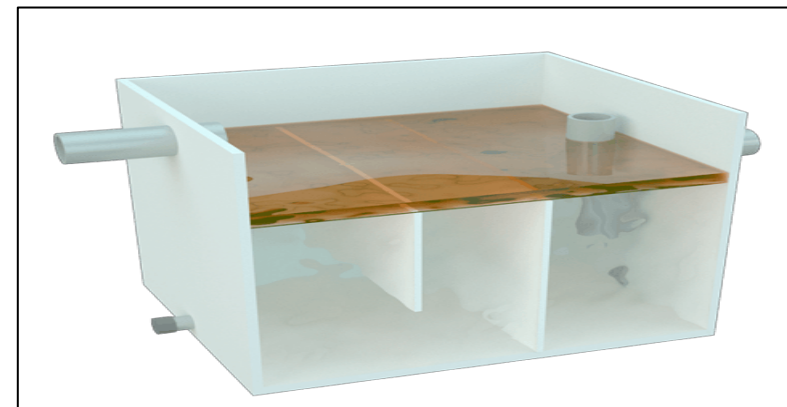


➤ SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES > 500 mg/l



➤ ACEITES Y GRASAS > 100 mg/l (FQ)

➤ ACEITES Y GRASAS: 50 – 100 mg/l → Remoción física



Reúso de aguas en calderas



Table 3-8 Recommended boiler water limits

Drum Operating Pressure (psig)	0-300	301-450	451-600	601-750	751-900	901-1000	1001-1500	1501-2000	OTSG
Steam									
TDS max (ppm)	0.2-1.0	0.2-1.0	0.2-1.0	0.1-0.5	0.1-0.5	0.1-0.5	0.1	0.1	0.05
Boiler Water									
TDS max (ppm)	700-3500	600-3000	500-2500	200-1000	150-750	125-625	100	50	0.05
Alkalinity max (ppm)	350	300	250	200	150	100	n/a	n/a	n/a
TSS Max (ppm)	15	10	8	3	2	1	1	n/a	n/a
Conductivity max (µmho/cm)	1100-5400	900-4600	800-3800	300-1500	200-1200	200-1000	150	80	0.15-0.25
Silica max (ppm SiO ₂)	150	90	40	30	20	8	2	1	0.02
Feed Water (Condensate and Makeup, After Deaerator)									
Dissolved Oxygen (ppm O ₂)	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	n/a
Total Iron (ppm Fe)	0.1	0.05	0.03	0.025	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
Total Copper (ppm Cu)	0.05	0.025	0.02	0.02	0.015	0.01	0.01	0.01	0.002
Total Hardness (ppm CaCO ₃)	0.3	0.3	0.2	0.2	0.1	0.05	ND	ND	ND
pH @ 25° C	8.3-10.0	8.3-10.0	8.3-10.0	8.3-10.0	8.3-10.0	8.8-9.6	8.8-9.6	8.8-9.6	n/a
Nonvolatile TOC (ppm C)	1	1	0.5	0.5	0.5	0.2	0.2	0.2	ND
Oily Matter (ppm)	1	1	0.5	0.5	0.5	0.2	0.2	0.2	ND

Source: Boiler Water Quality Requirements and Associated Steam Quality for Industrial/Commercial and Institutional Boilers (American Boiler Manufacturers Association, 2005)

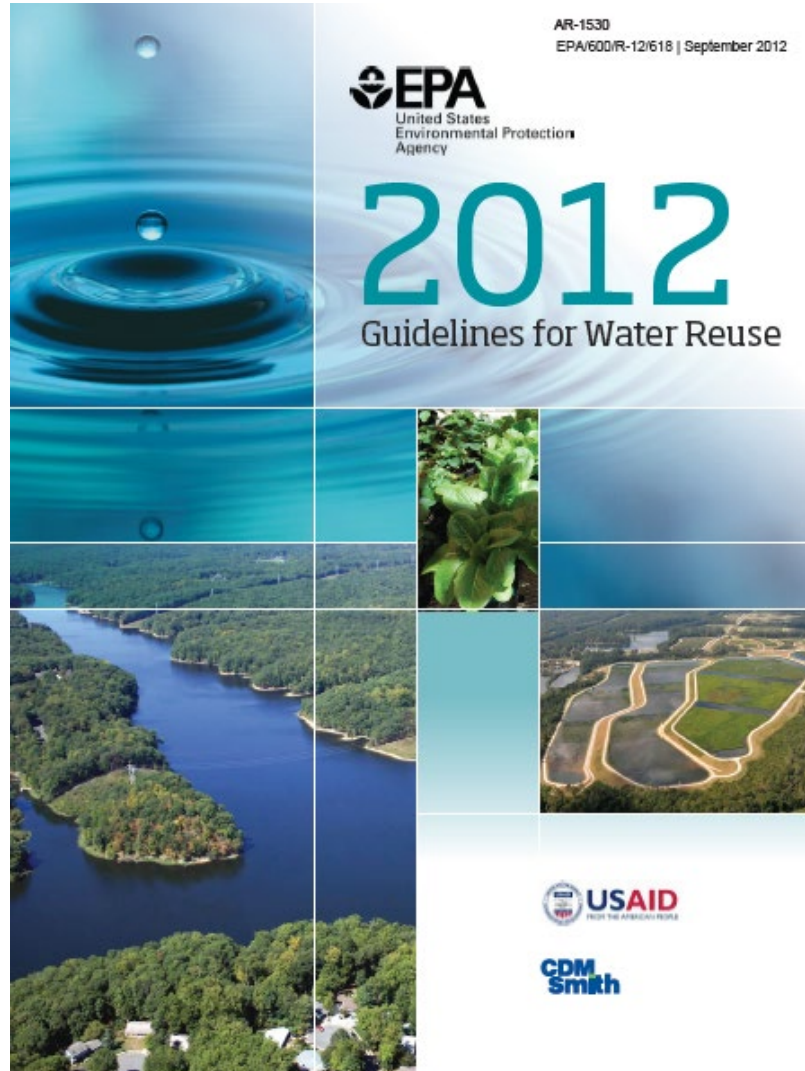
Reúso de aguas en torres de enfriamiento

Crterios de calidad del agua de refrigeración recomendados para el agua de reposición en los sistemas de recirculación.



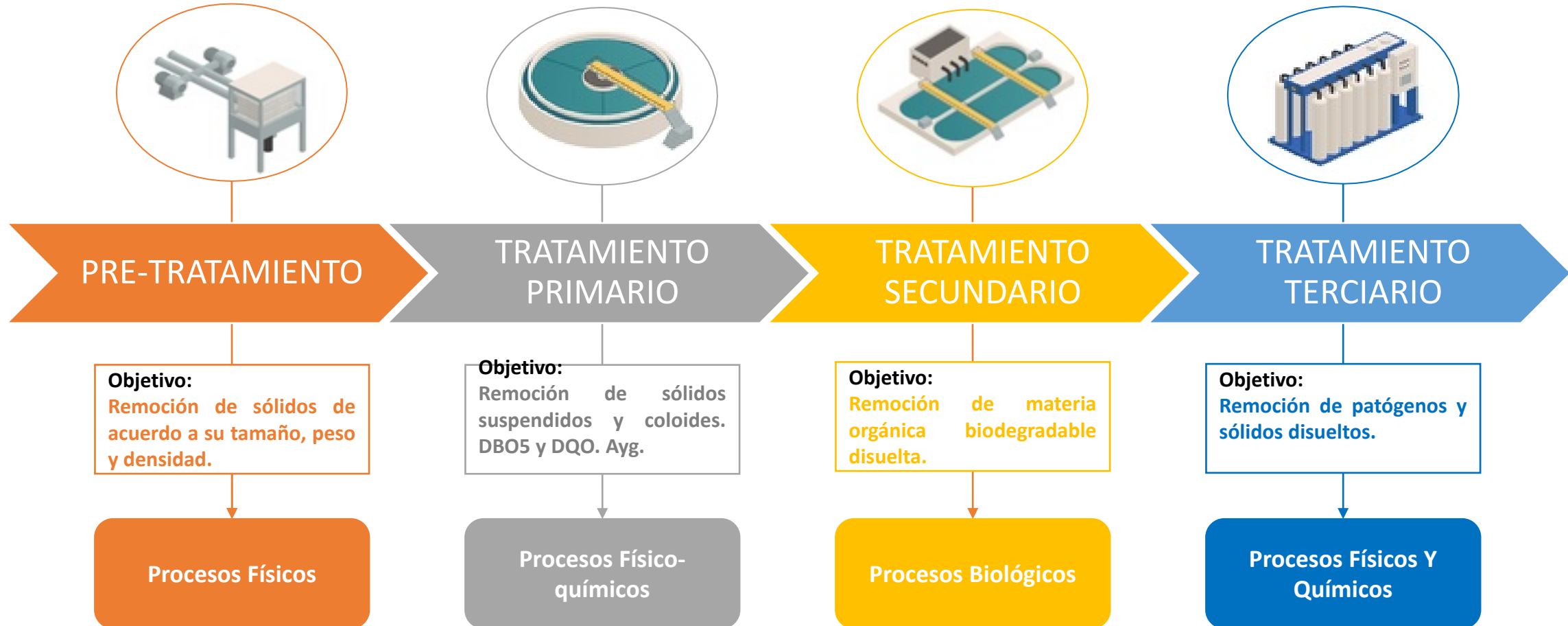
Parameter	Recommended Limit
Cl	500 mg/l
SO ₄	200 mg/l
HCO ₃	24 mg/l
PO ₄	4.0 mg/l
Silica	80 mg/l
Al	0.1 mg/l
Fe	2.0 mg/l
Mn	0.5 mg/l
Hardness	600 mg/l
Caicium	600 mg/l
Magnesium	150 mg/l
Total Alkalinity	600 mg/l
PH	6.5-9.0
TDS	1000 mg/l
COD	40 mg/l
BOD	15 mg/l
Organics	1.0 mg/l
Ammonia	40 mg/l
Turbidity	50 NTU
TSS	10 mg/l

Guía para reúso



<https://www.epa.gov/sites/production/files/2019-08/documents/2012-guidelines-water-reuse.pdf>

Tren de tratamiento de efluentes



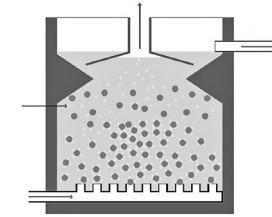
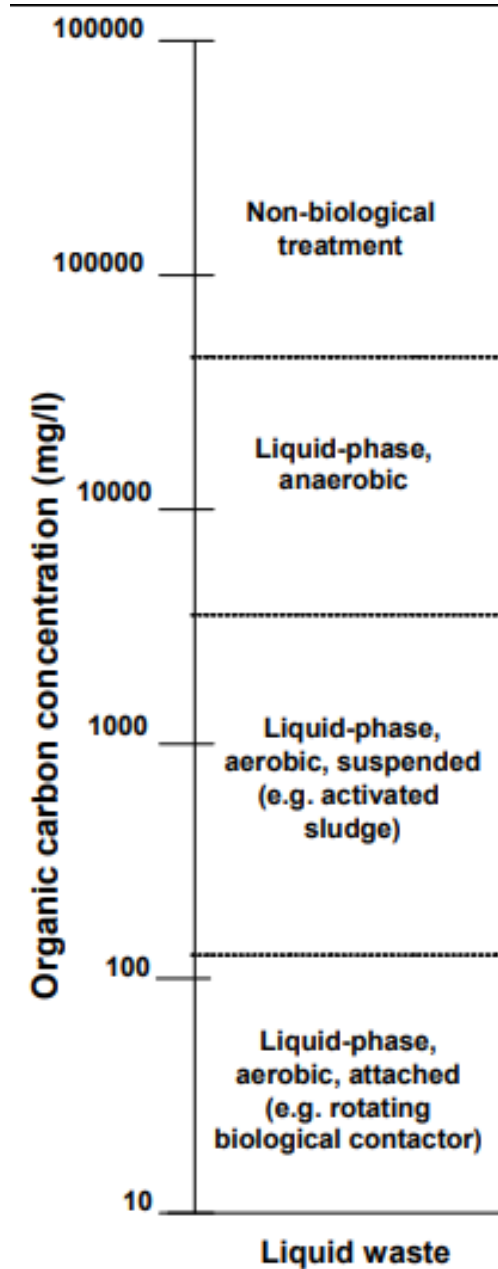
Selección de etapas de tratamiento

Listado de contaminantes al agua Anexo I IPPC Tecnologías de depuración incluidas en la IPPC	N Total	P Total	Metales Pesados y Compuestos	Sustancias Orgánicas Cloradas	Benceno, Tolueno, etilbenceno, xilenos	Difeniléter bromado (PBDE)	Compuestos organoestánicos	Fenoles	Hydrocarburos aromáticos policíclicos	Carbono Orgánico Total (COT)	Cloruros	Cianuros	Fluoruros	Sólidos en suspensión
Desbaste										■				■
Tamizado										■				■
Separación de aceites										■				■
Caf										■				■
Decantación										■				■
Oxidación- Reducción			■									■		
Tratamiento Físico-químico + Decantación		■	■				■			■			■	■
Tratamiento Físico-químico + Flotación (DAF)		■	■				■			■				■
Cristalización		■	■											
Extracción				■				■		■				
Destilación				■						■				
Evaporación			■							■	■	■	■	
Stripping	■			■	■				■					
Biológico anaerobio			■			■				■				
Biológico aerobio	■	■	■	■	■		■	■	■	■				■
Lagunaje (terciario)	■	■	■	■	■		■	■	■	■				■
Filtración de arena (terciario)										■				■
UF/MF									■	■				■
Adsorción (GAC)				■	■	■		■	■	■				
Oxidación Química ADPs				■	■			■	■	■		■		
Oxidación húmeda WAO				■	■			■		■				
Oxidación superoóxica				■	■			■		■	87			
NF/OI			■	■				■	■	■	■			
Intercambio iónico	■		■					■	■	■	■	■	■	

La relación DBO/COT para aguas residuales no tratadas varia de 1,2 a 2,0.

$$DBO_5 = 2 \times COT$$

<http://www.prtr-es.es/data/images/BREF%20Tratamiento%20de%20Residuos-21891D712A33A259.pdf>





JRC SCIENCE FOR POLICY REPORT

Best Available Techniques (BAT) Reference Document for Waste Treatment

*Industrial Emissions Directive
2010/75/EU
(Integrated Pollution
Prevention and Control)*

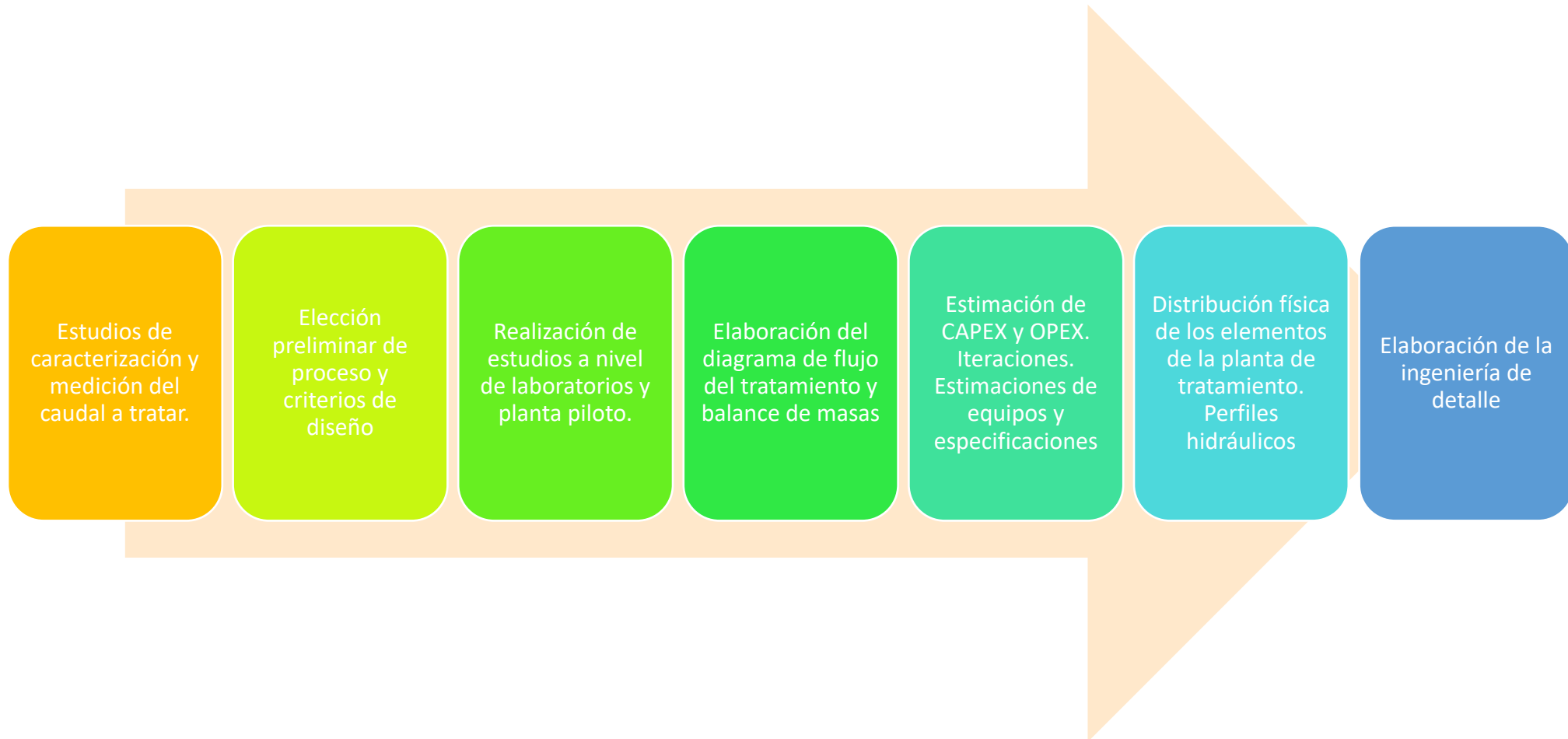
Antoine Pinasseau, Benoit Zerger,
Joze Roth, Michele Canova,
Serge Roudier

2018

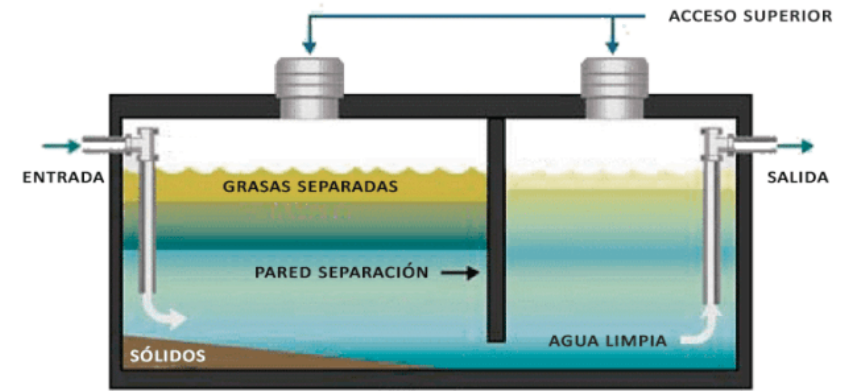


http://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/bitstream/JRC118637/jrc118637_wi_bref_2019_published.pdf

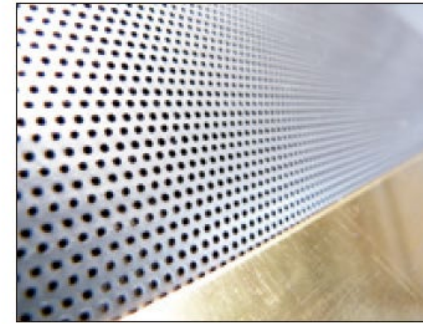
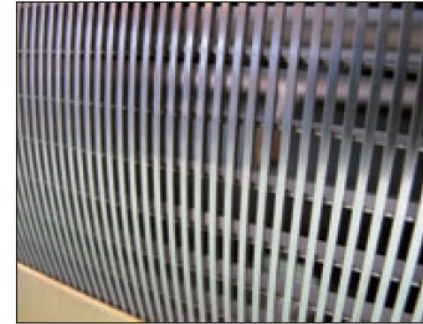
ETAPAS DE INGENIERIA PTARI



PRE-TRATAMIENTO



PRE-TRATAMIENTO

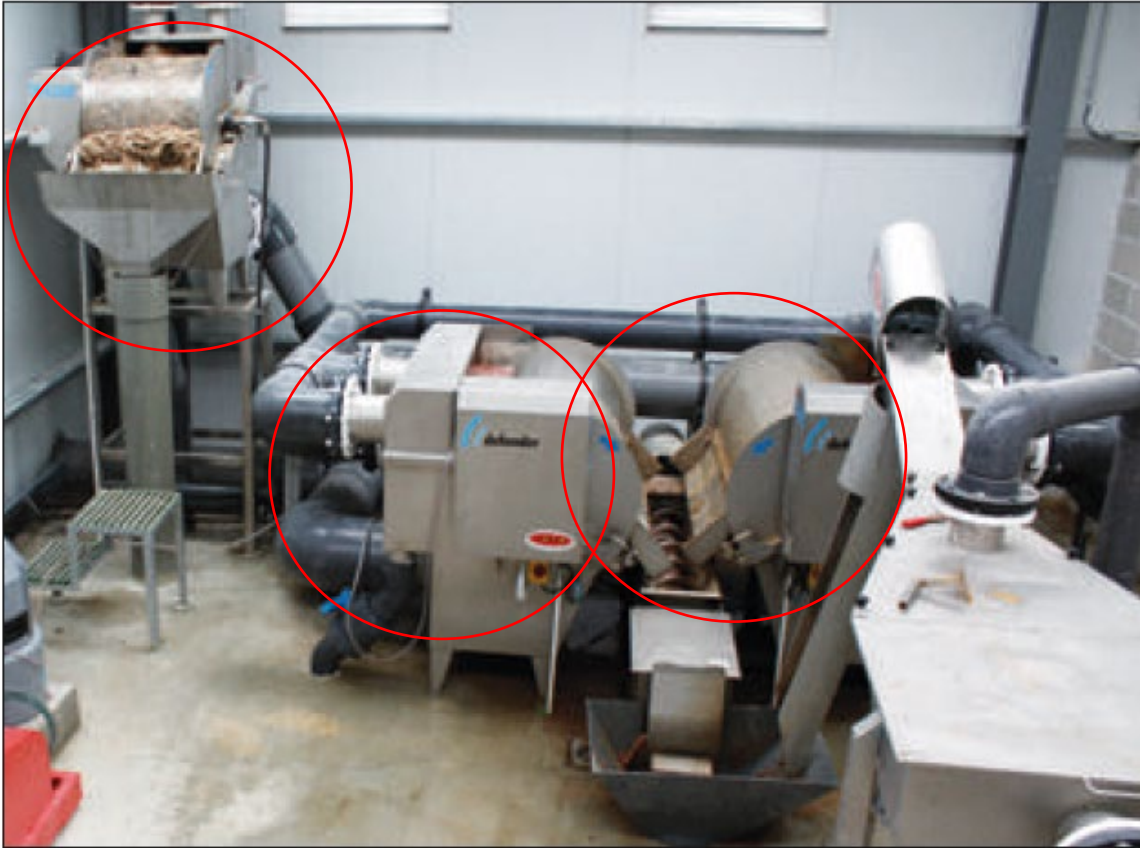


MALLA DE REJILLA ▼▼	MALLA PERFORADA Ø	SÓLIDOS
☹	☺	Escamas - Cuerpos gelatinosos
☹	☺	Film, plásticos...
☺	☺	Fibras largas - ej. cabellos, cerdas...
☺	☹	Grasas *
☺	☺	MSS
☹	☺	Arenas
☹	☺	Lavado de Lanas

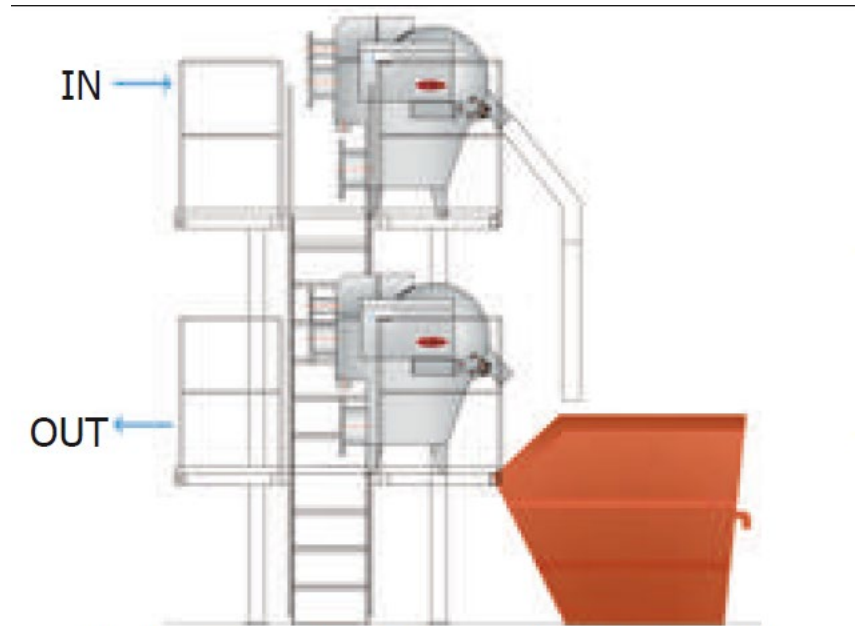
Recomendaciones:

☺ Aconsejable ☹ Desaconsejable ☹ Indiferente

Pretratamiento en serie



Montaje en Serie / Paralelo



*Ej.: Luz Superior 2.00 mm, Luz Inferior 0.25 mm

• Pre-tratamiento

Acondicionamiento del influente, se retiran residuos como trozos de tela, borra y algunos otros objetos no sedimentables.

01

Rejas

- Manuales



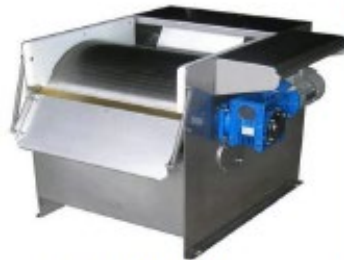
- Automaticas



02

Criba

- Rotativa



- Tangencial



03

Torre enfriamiento

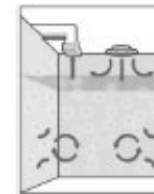
En algunos procesos el agua residual es retirada a altas temperaturas, por lo que se requiere disminuirla.



04

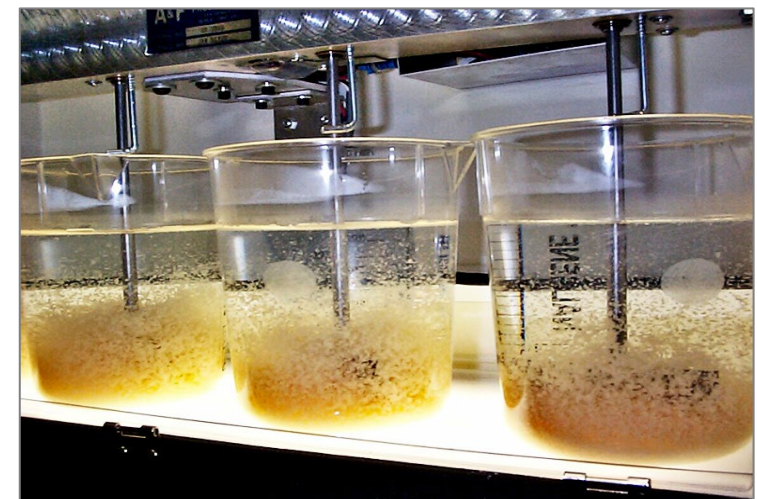
Tanque de ecualizacion y homogenizacion

Sistema mediante el cual se controla el caudal, la carga organica y el pH

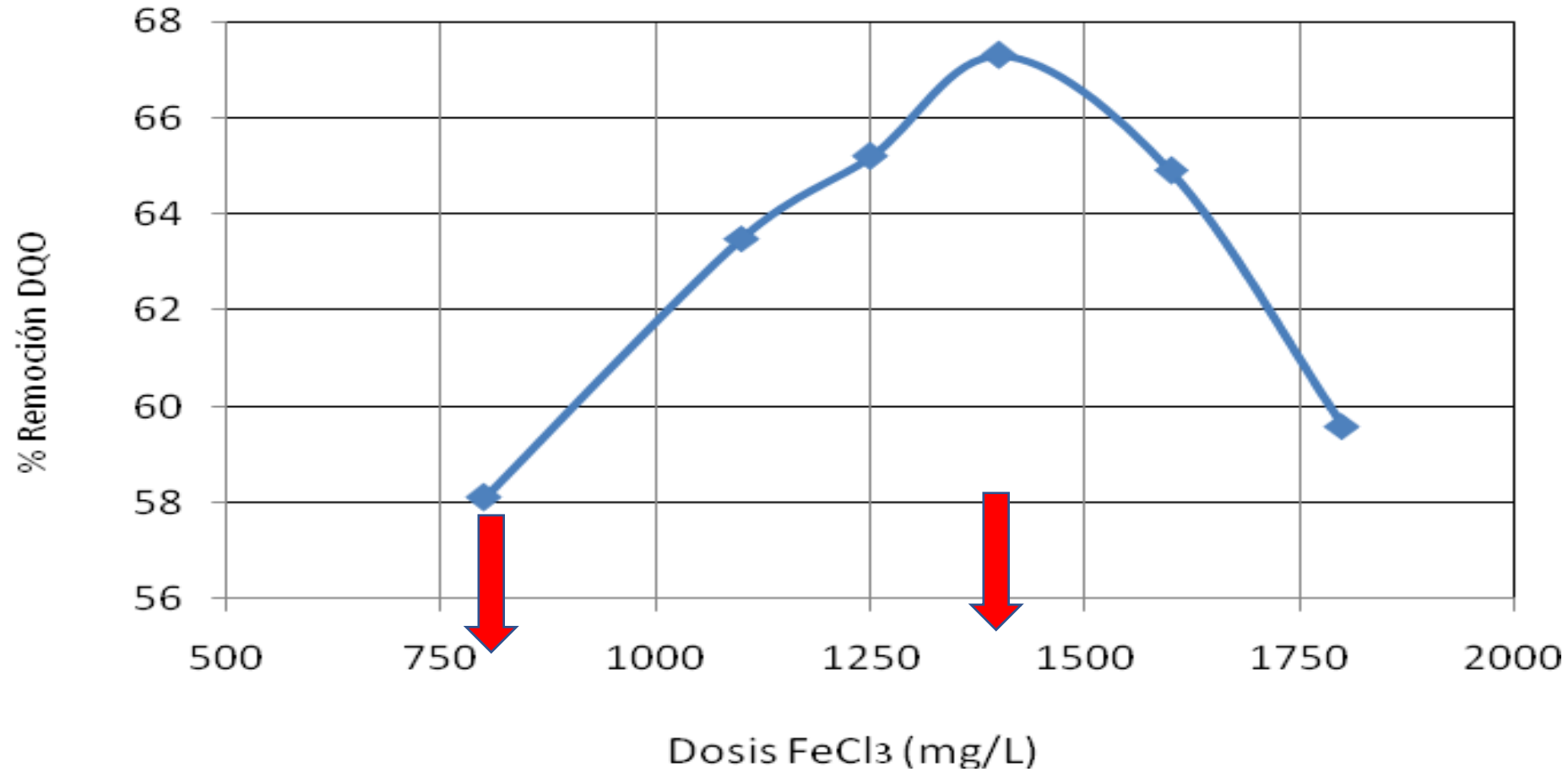


¿Qué factores afectan la coagulación y floculación?

- Tipo de coagulante y floculante
- Dosis de coagulante y floculante
- Turbidez inicial
- La concentración de sólidos suspendidos totales y sedimentables
- Tamaño de los sólidos
- Ph del agua
- Tiempo de mezcla
- Grado de agitación
- Temperatura del agua
- Alcalinidad del agua
- Sales disueltas



Curvas de remoción DQO

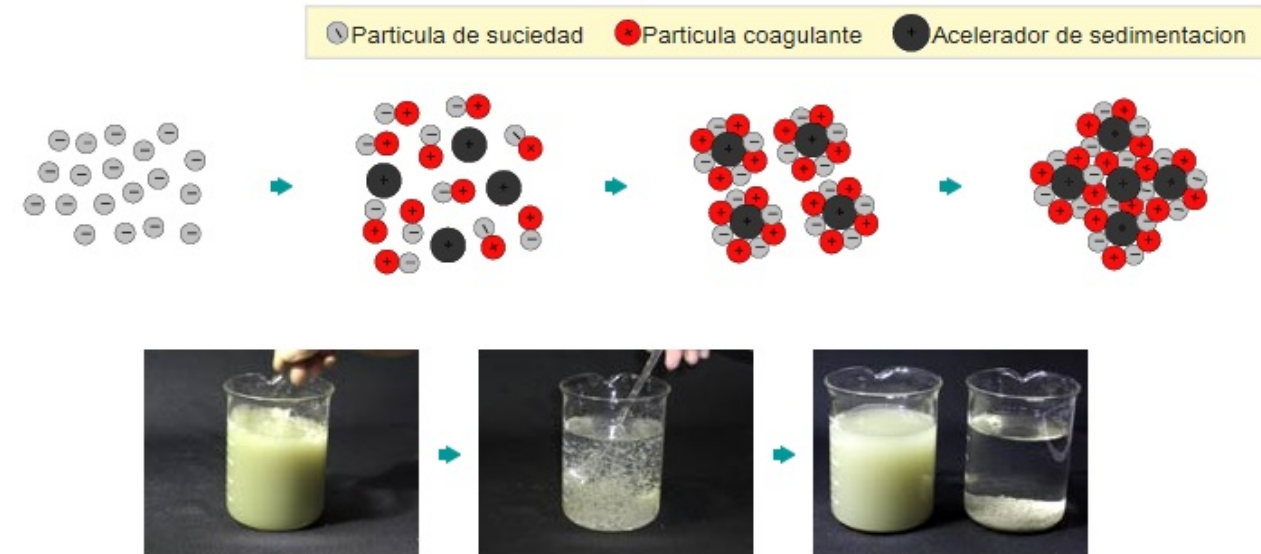
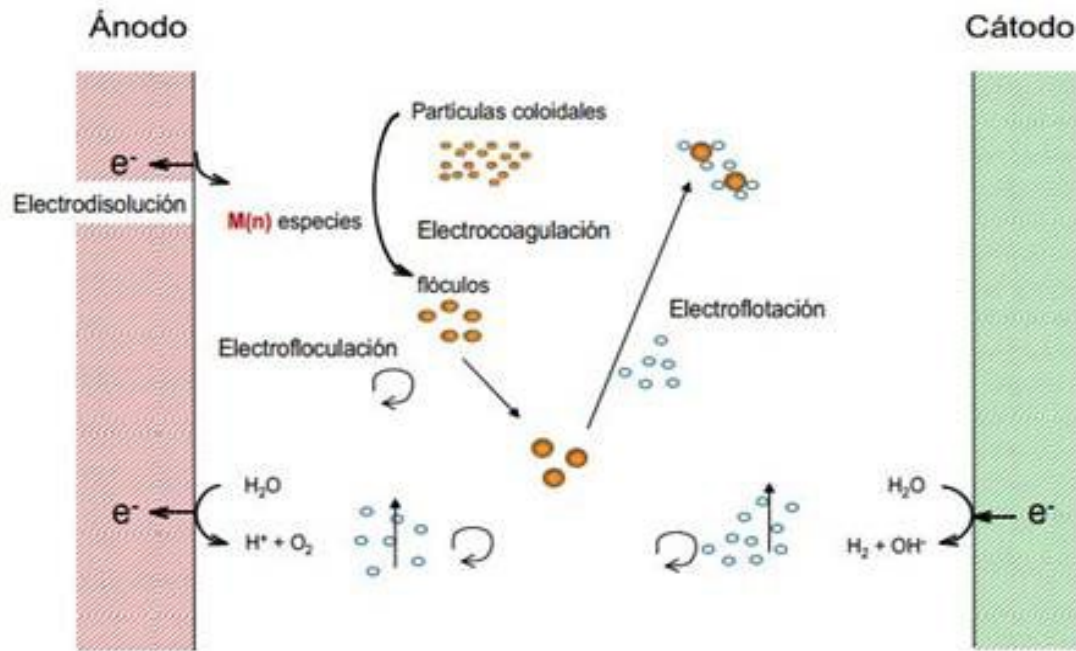


¿OPEX?

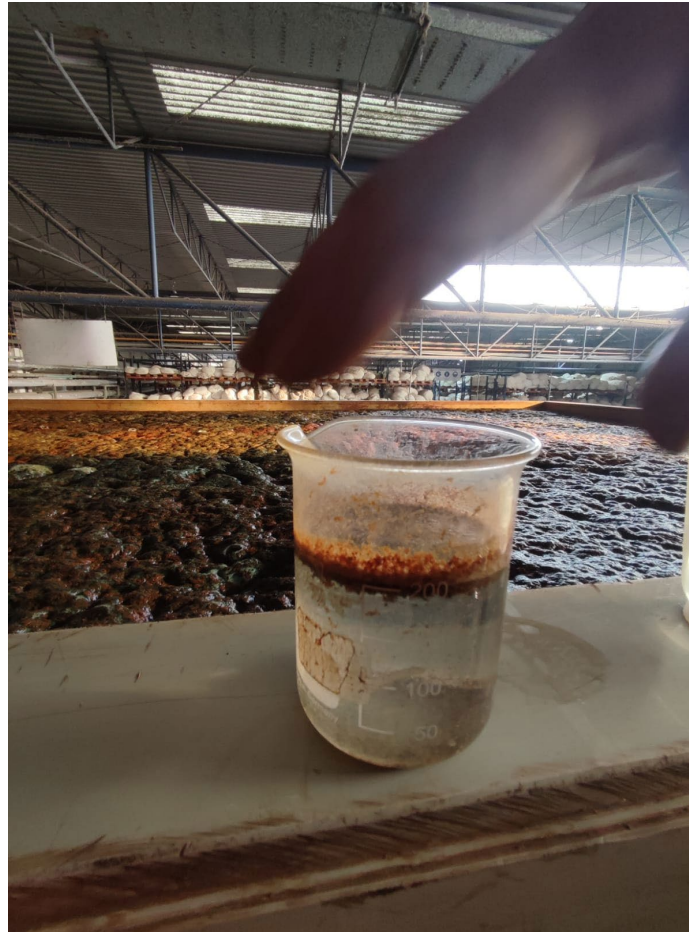
¿Qué parámetros no se eliminan con la coagulación/floculación?

- DBO y DQO disuelta**
- Metales disueltos (Plomo, Zinc, Cobre, Hierro, Manganeso, etc.)**
- Detergentes**
- Aniones disueltos (Sulfatos, nitratos, cloruros, etc.)**
- Sales disueltas**
- Sulfuros**
- Sustancias químicas disueltas (alcohol, solventes)**

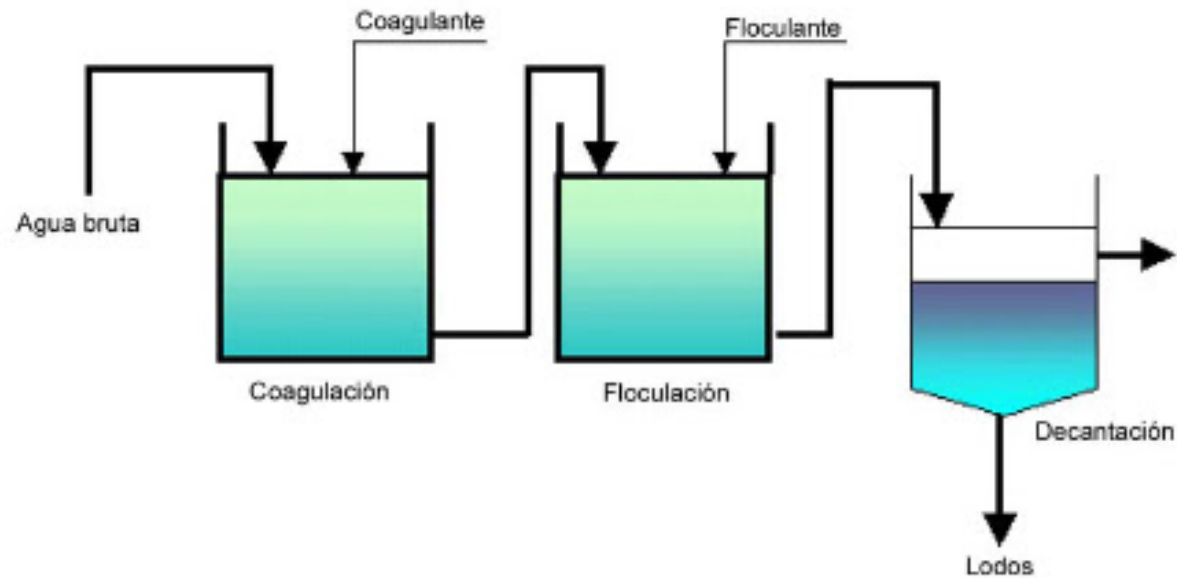
¿Electrocoagulación vs coagulación?



Reactor de electrocoagulación



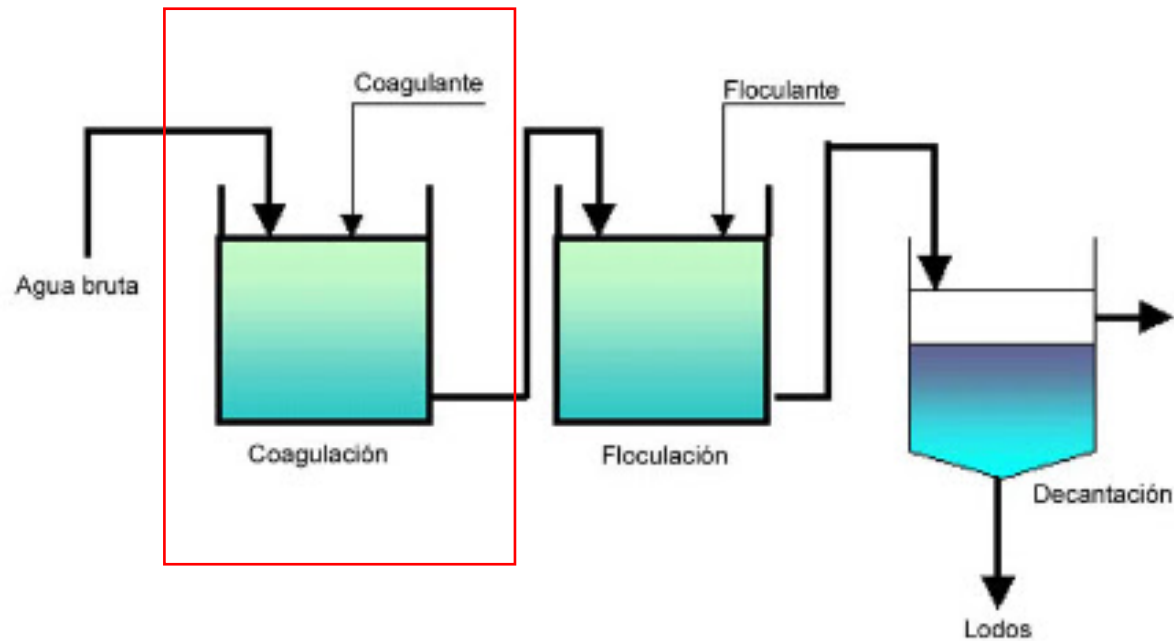
¿Electrocoagulación vs coagulación?



- Uso de coagulantes líquidos.
- Uso de floculante
- Ajuste de ph en caso sea necesario
- Sedimentación o flotación según el tipo de efluente.
- Mezcla de coagulante en tubo floculador o tanque de mezcla.



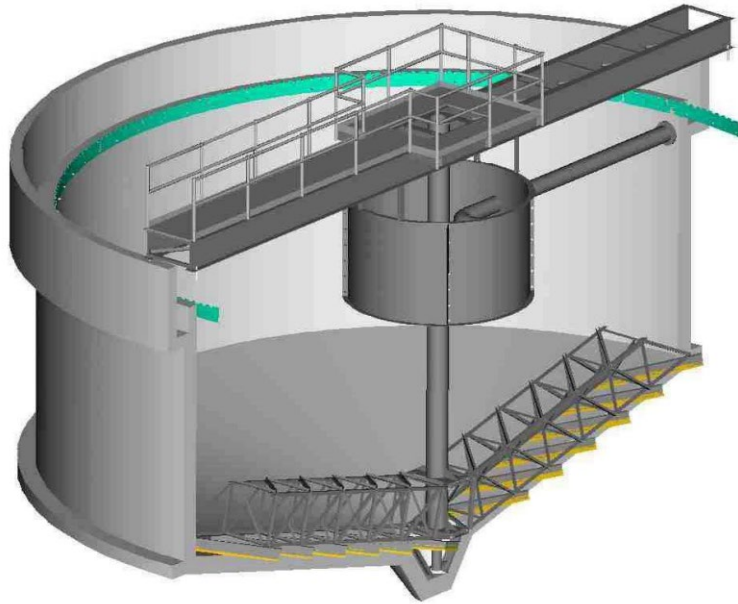
¿Electrocoagulación vs coagulación?



- Uso de placas de Fe/Al
- Uso de floculante.
- Ajuste de ph en caso sea necesario.
- Flotación de lodos o decantación.
- Requiere un reactor de electrocoagulación, tiene un costo elevado, CAPEX.



¿Flotación o sedimentación?



Mayor tiempo de TRH.
Menor concentración de sólidos en el lodo, 1-3%
Menor consumo energético.
Problemas de sedimentación con AyG.
Menor coste mantenimiento. Menos equipos.

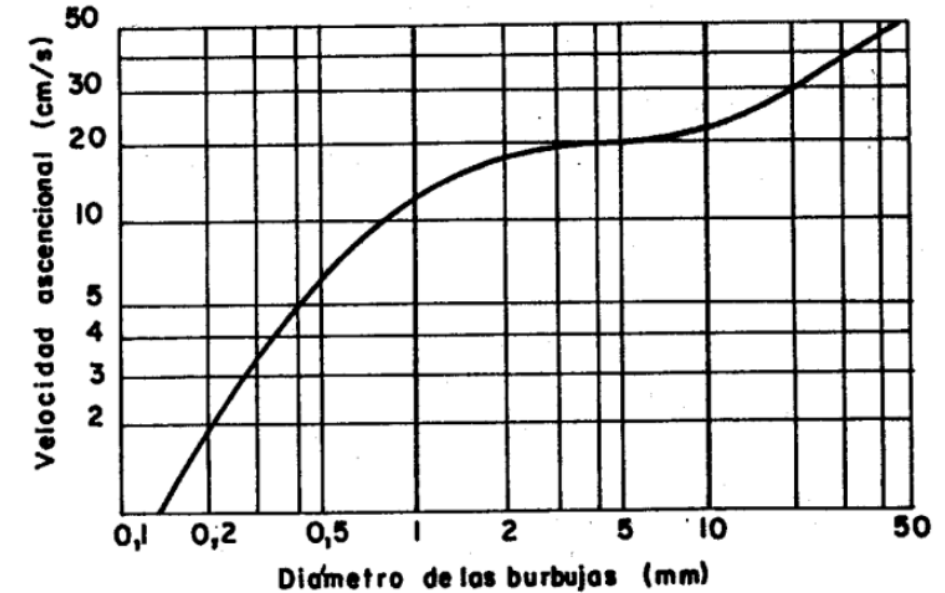
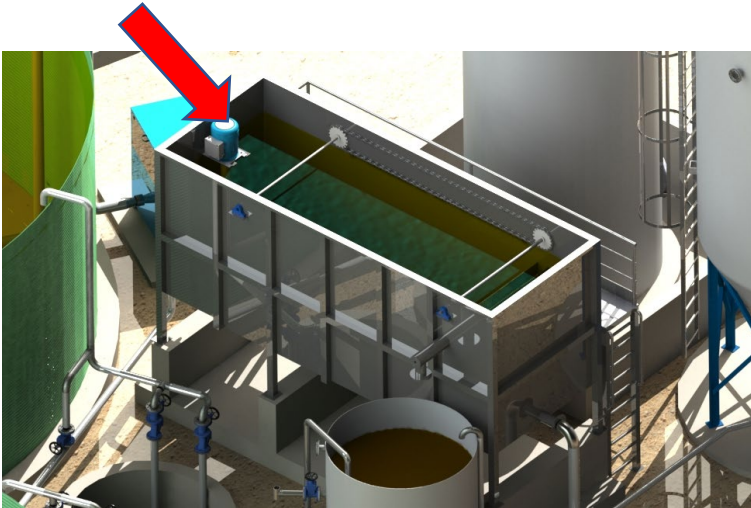


Menor tiempo de TRH, mas compacto.
Mayor concentración de sólidos en el lodo, 3-7%
Mayor consumo energético.
Remoción de grasas y aceites.
Mayor coste Mantenimiento.

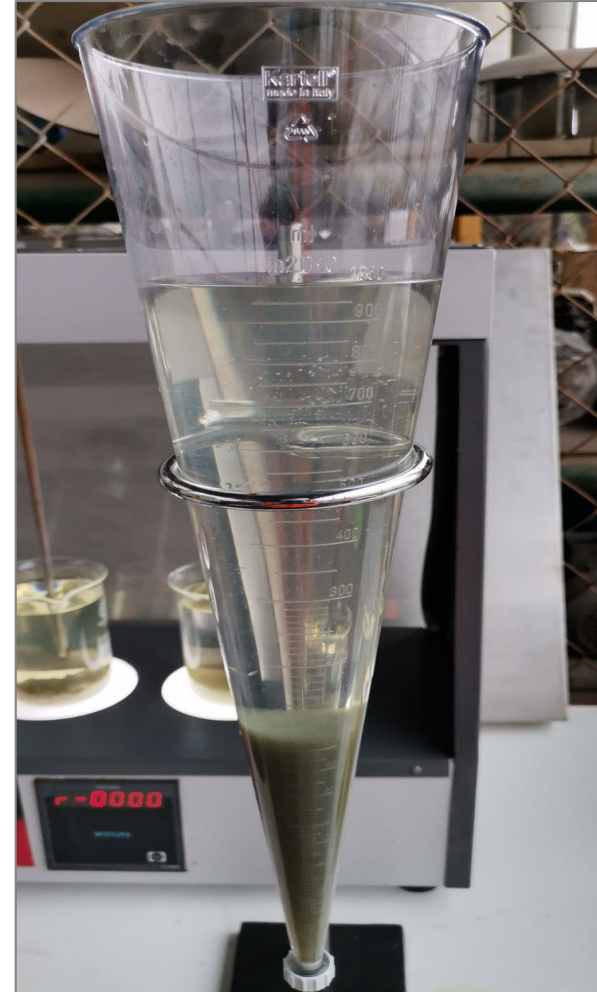
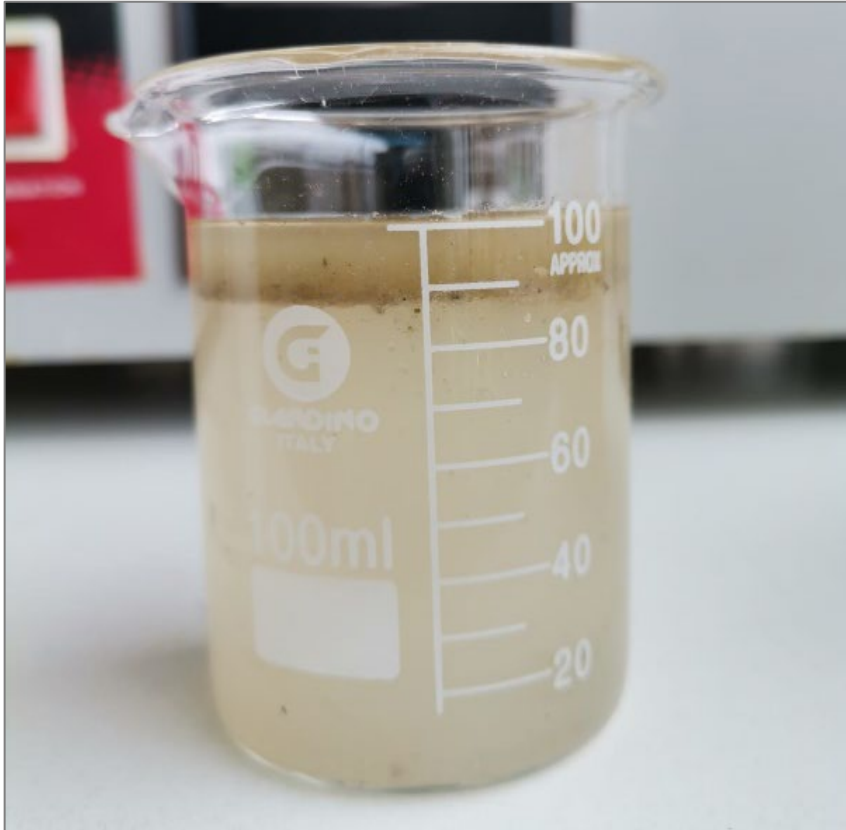
CAF – IAF - DAF

Existen tres métodos para la inducción de la formación de la burbuja:

1. Inyección de aire a presión (CAF)
2. Inducción de aire en la aspiración de una bomba (IAF)
3. Inyección de aire en el líquido sometido a presión y posterior liberación de la presión a que está sometido el líquido, (flotación por aire disuelto DAF). 10-50 μ m.



Agroindustrias Alcachofa



Agroindustrias Alcachofa



Calculo de Costo de Energia	
Item	Valor
Consumo de potencia total (kwh/dia)	1083.002
Costo (USD/kwh)	0.07
Caudal de operación(m3/dia)	300
Costo de Enegia electrica (USD/m3)	0.25

Calculo de costos de insumo quimicos			
Reactivo	Costo Unid. (USD/Kg)	Dosis (mg/L)	Costo Total (USD/m3)
Coagulante-Policloruro de aluminio comercial	1	738	0.7380
Floculante Anionico-CHEMLOCK 0.1% para DAF	4.5	5.88	0.0265
Soda caustica 50% para DAF	0.45	53.25	0.0240
Floculante Catiónico 0.2% para lodos	6	11	0.0660
Hipoclorito de sodio 7.5%	0.6	16.7	0.0100
Total			0.8644425

Calculo de costo de mano de obra	
Item	Valor
Costo de operador(USD/h)	2.60
Horas de trabajo operador (h/dia)	8
Costo(USD/dia)	20.8
Costo de mano de obra (USD/m3)	0.07

Costo de disposición de residuos (lodos)	
Item	Valor
Costo de disposición de lodos(USD/ton)	40.00
Cantidad de lodos generador (ton/m3 de efluente)	0.01
Costo total	0.4

Determinación de la dosis óptima de coagulante y floculante en el tratamiento físico-químico de las aguas residuales de camales



Aguas residuales de camales

Objetivo: Cumplir con los VMA



DOSIS OPTIMA:

PAC : 0.4 ml/l al 20%

Floculante aniónico: 4 ml/l al 0.1%

PARÁMETROS	UNIDAD	AGUA RESIDUAL ANTES	AGUA RESIDUAL DESPUES	REMOCIÓN (%)
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg BOD5/L	4290.0	1882.0	56.1
Demanda Química de Oxígeno	COD as mg O2/L	9034.0	3059.0	66.2
Sólidos Suspendidos Totales	mg /L	2433.0	125.0	94.9
Aceites y Grasas	mg/L	57.20	5.30	90.7
Aluminio	mg/L	0.211	0.084	60.2
Arsénico	mg/L	0.001	0.001	0.0
Boro	mg/L	0.5629	0.5141	9.5
Cadmio	mg/L	0.0002	0.0002	0.0
Cianuro Total	mg CN-/L	0.0125	0.0125	0.0
Cobre	mg/L	0.0174	0.0002	98.9
Cromo Hexavalente	mg CrVI/L	0.01	0.01	0.0
Cromo	mg/L	0.0003	0.0003	0.0
Manganeso	mg/L	0.00005	0.00005	0.0
Mercurio	mg/L	0.0002	0.0002	0.0
Níquel	mg/L	0.0004	0.0004	0.0
Plomo	mg/L	0.003	0.003	0.0
Sulfatos (*)	mg/L	650.0	110	83.1
Sulfuro	mg S2-/L	0.020	0.020	0.0
Zinc	mg/L	0.2218	0.0002	99.9
Nitrógeno Amoniacal	mg N-NH3/L	24.83	12.50	49.7
pH (*)	Unidad	7.30	7.20	1.4
Sólidos Sedimentables (*)	ml/l/h	50	1	98.0
Temperatura (*)	°C	16.7	15.3	8.4

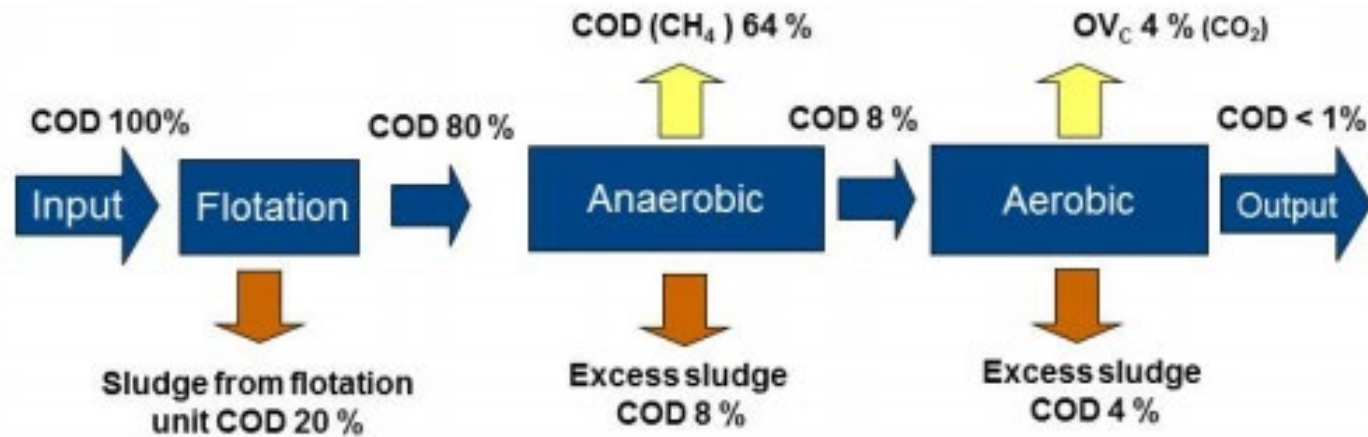


REACTOR ANAEROBIO

REACTOR AEROBIO



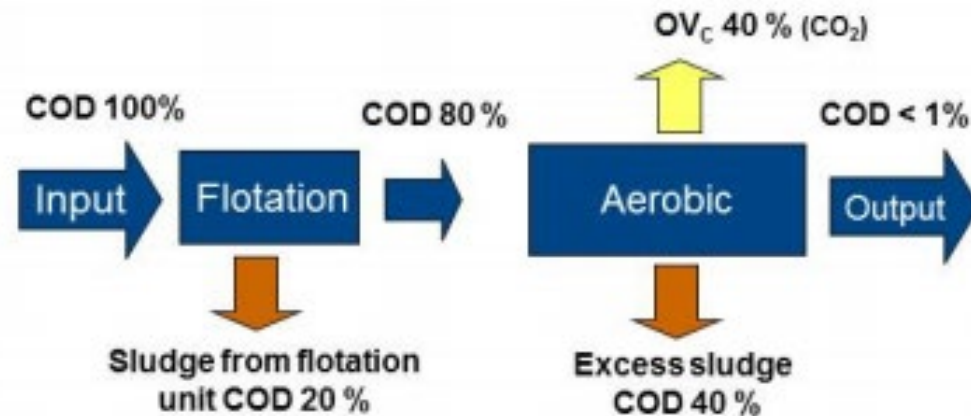
Reactor aerobio vs Reactores anaerobio+aerobio



0.5 m³ Biogás por cada 1 Kg de DQO eliminado en el reactor anaerobio.

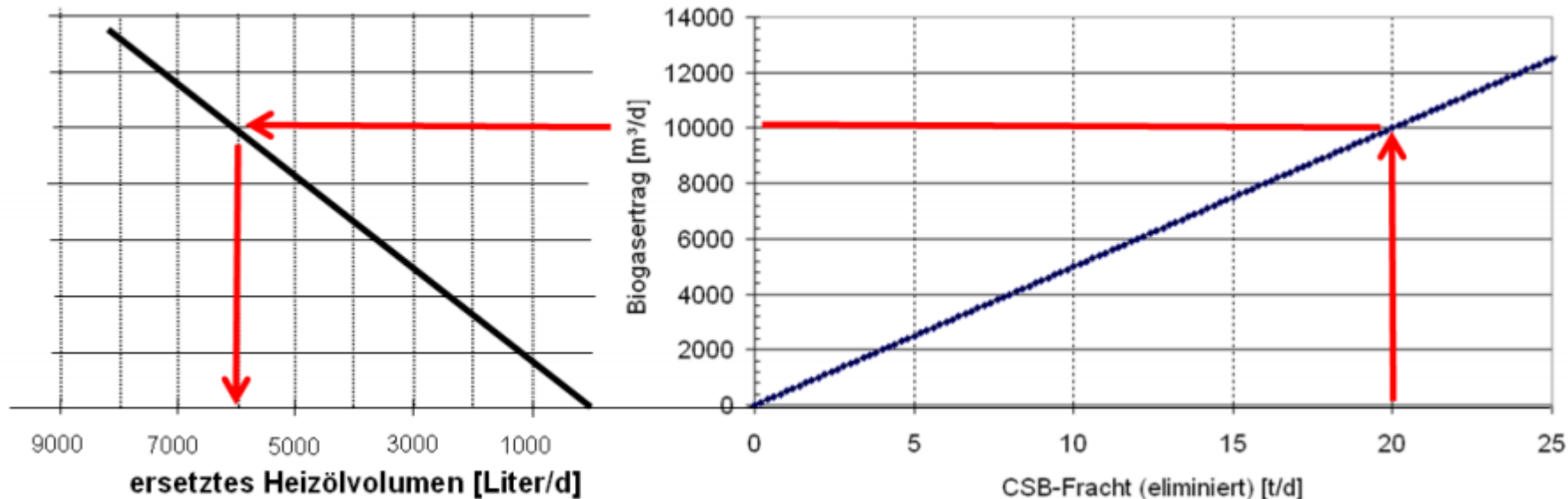
La proporción de metano en el biogás es de aprox. 60 - 80%.

Un kilogramo de eliminado COD crea aprox. 0,35 Sm³ CH₄ / kg DQO



Reactor aerobio vs Reactor aerobio

Una fábrica produce un volumen diario de hasta 10.000 m^3 / día de biogás a partir de 1000 m^3 / día de efluente con 20000 mg/L de DQO (que representa aproximadamente 20 t DQO / d)

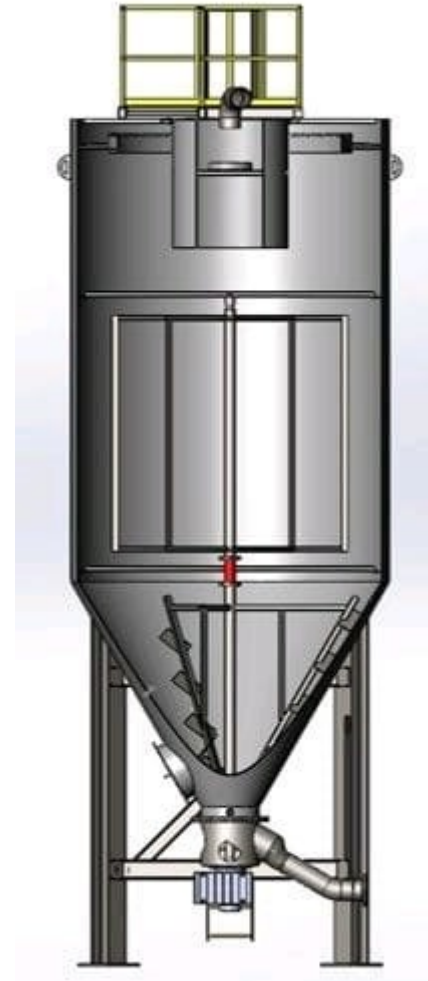


1m³ Biogás = 0.6 L Gasolina

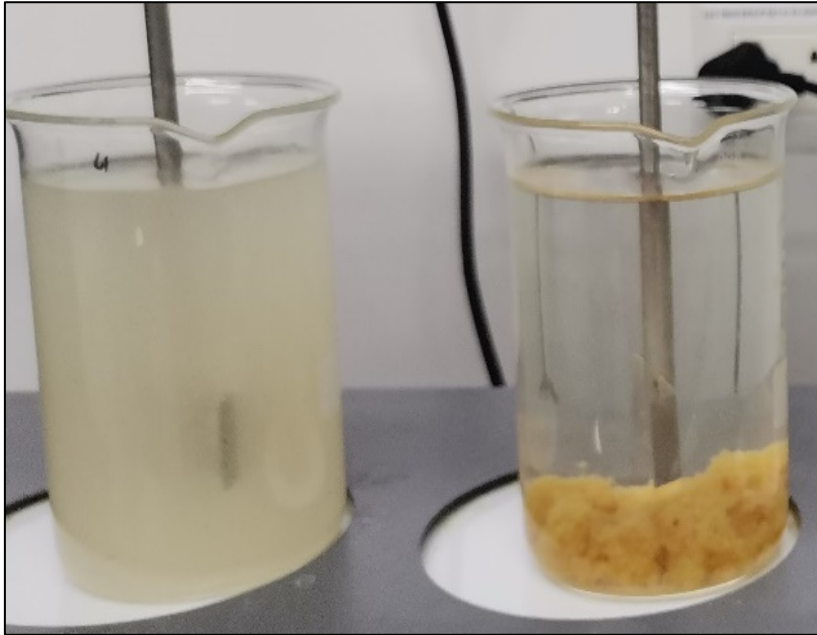
0.5 m³ Biogás por cada 1 Kg de DQO eliminado en el reactor anaerobio.

1m³ Biogás = 2.5 kwh aprox.

Efluentes mineros – metalúrgicos



Efluentes mineros – metalúrgicos



DOSIS OPTIMA:

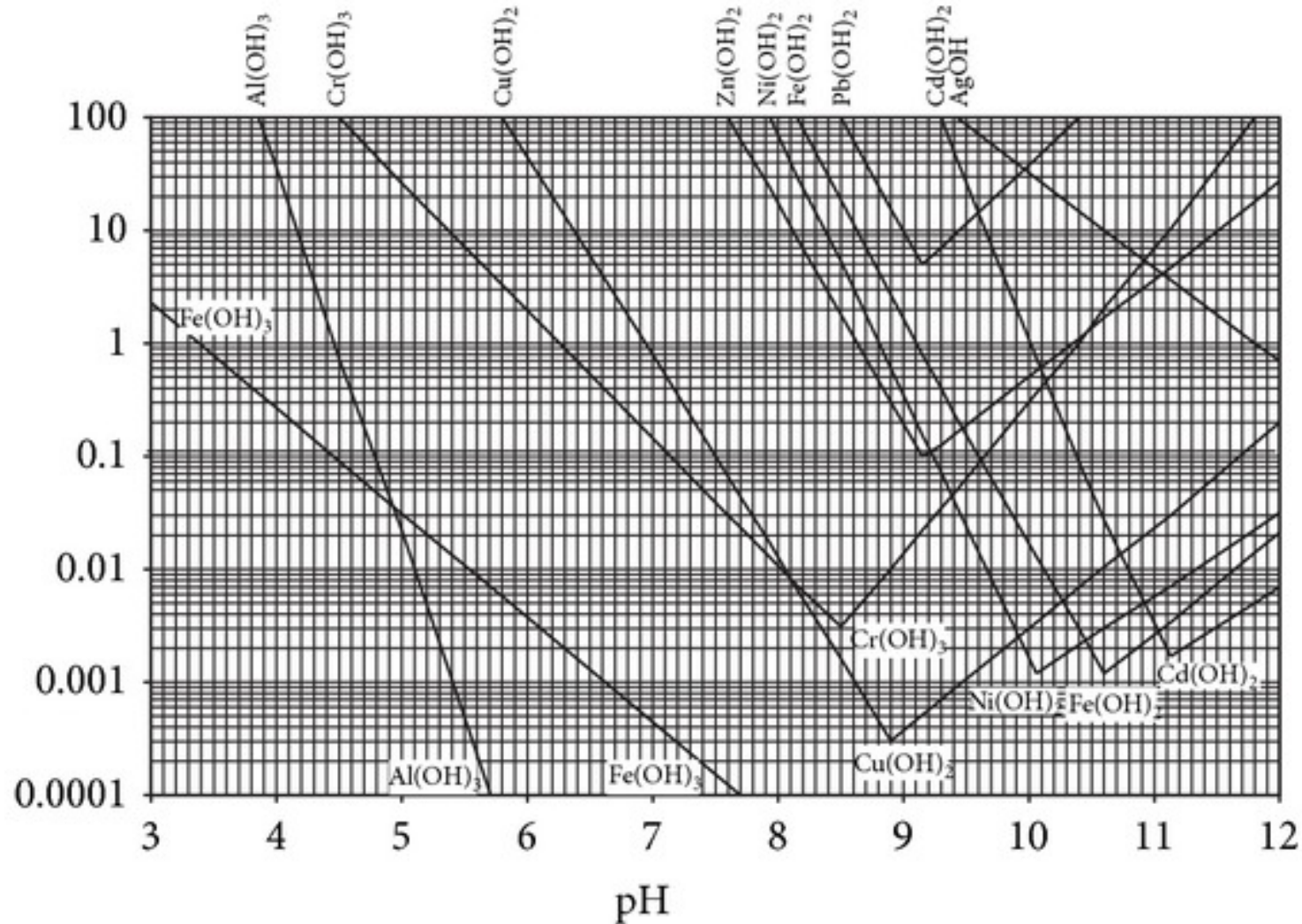
Soda caustica: 0.5 ml/l al 50%

Sulfato de aluminio: 0.1 ml/l al 40%

Floculante aniónico: 2 ml/l al 0.1%


PARÁMETRO	UNIDAD	LÍMITE PARA EL PROMEDIO ANUAL	AGUA RESIDUAL ANTES	AGUA RESIDUAL DESPUES	REMOCIÓN (%)
pH		6 - 9	4.5	8.05	-
Sólidos Totales en Suspensión	mg/L	25	245	7	97.14
Aceites y Grasas	mg/L	16	-	-	-
Cianuro Total	mg/L	0.8	-	-	-
Arsénico Total	mg/L	0.08	0.0038	0.001	73.68
Cadmio Total	mg/L	0.04	< 0.00010	< 0.00010	-
Cromo Hexavalente(*)	mg/L	0.08	0.0044	< 0.0007	-
Cobre Total	mg/L	0.4	1.097	0.067	93.89
Hierro (Disuelto) (*)	mg/L	1.6	5.859	0.336	94.27
Plomo Total	mg/L	0.16	0.0042	< 0.0002	95.24
Mercurio Total	mg/L	0.0016	< 0.00005	< 0.00005	-
Zinc Total	mg/L	1.2	0.043	< 0.008	81.40
Selenio	mg/L	0.02	0.0296	0.0273	7.77
Modibdeno	mg/L	0.07	0.0881	0.0596	32.35
Aluminio	mg/L	5	4.376	0.291	93.35
Conductividad	mS/cm	-	0.51	0.51	-
Solidos Disueltos Totales	ppt	-	0.25	0.25	-
Temperatura	°C	-	16.5	16.7	-

Efluentes mineros – metalúrgicos



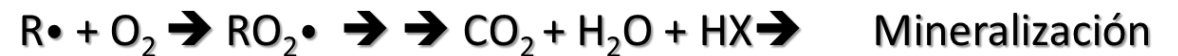
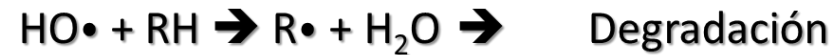
Procesos de oxidación avanzada

Potenciales de oxidación de algunos oxidantes

Especies	Potencial de oxidación (eV)
Flúor	3.03
Radical hidroxilo	2.8 
Oxígeno atómico	2.42
Ozono	2.07
Peróxido de hidrógeno	1.78
Radical perhidroxilo	1.7
Permanganato	1.68
Ácido hipobromoso	1.59
Dióxido de cloro	1.57
Ácido hipocloroso	1,49
Ácido hipoiódico	1,45
Cloro	1.36
Yodo	0.54

PAOs basados en el radical hidroxilo (HO•)

Reacciones del radical hidroxilo (HO•)

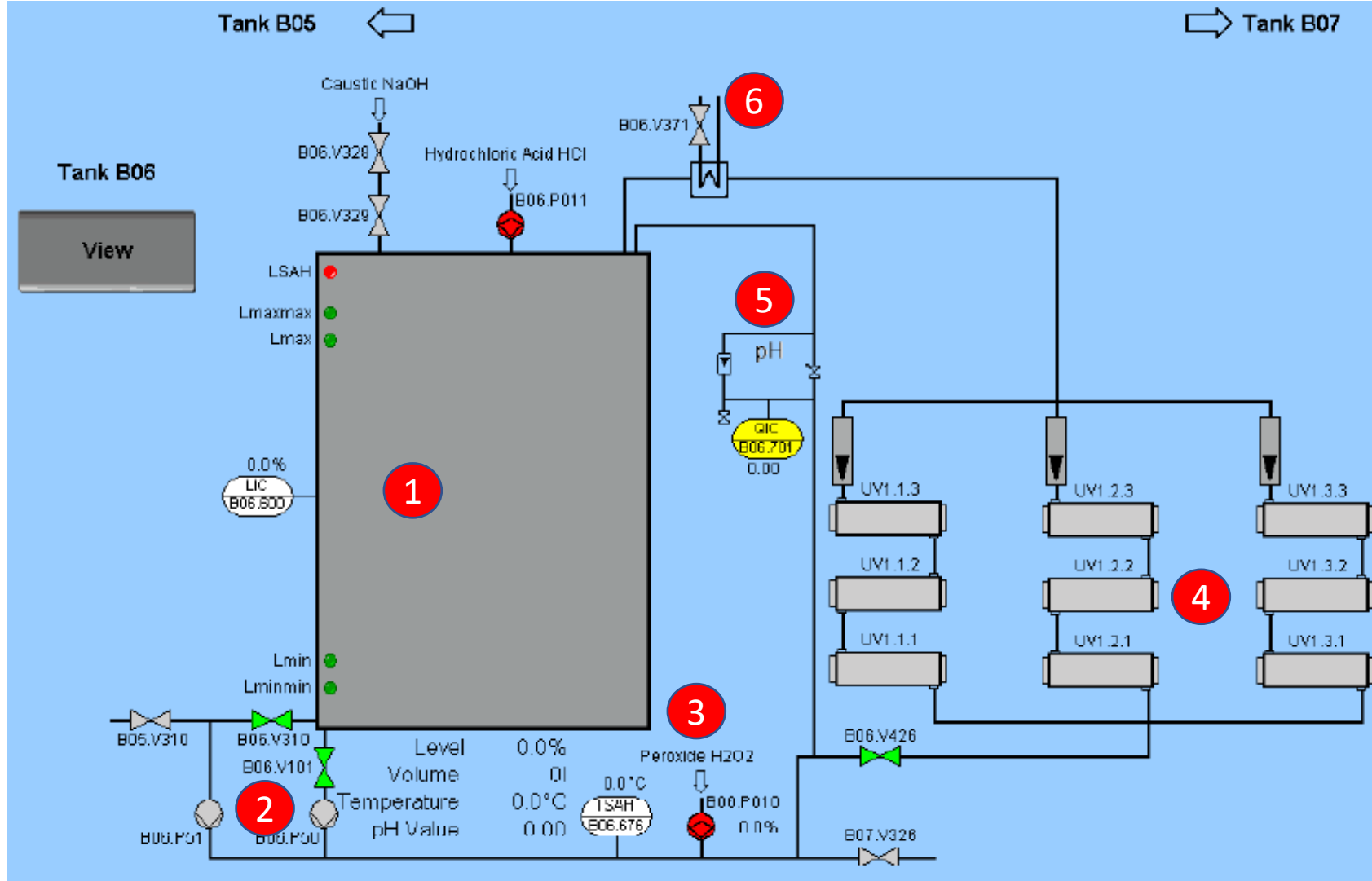




Sistema de oxidación UV prefabricado

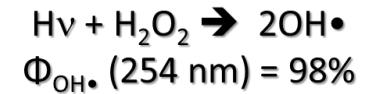


Procesos de oxidación avanzada



Características de los PAOs

UV/H₂O₂





DOCTOR AGUA

¿NECESITAS UN TRATAMIENTO PARA CURAR TUS AGUAS?
¡YO TE AYUDO!

f wdoctoragua @ doctoraguaoficial +51 938 161 818

Dr. Agua - Wilian Gonzales
Ayudo a reusar tus aguas residuales y efluentes | Soluciones que maximizan tus ahorros | Asesorías y capacitaciones.
Temas que suele tratar: ##water, ##wastewater, ##medioambiente, ##watertreatment y ##sostenibilidadambiental
Perú · [Información de contacto](#)
<https://flowen.com.pe/site/>
12.930 seguidores · Más de 500 contactos

[Tengo interés en...](#) [Añadir sección](#) [Más](#)

 Flowen
 Universidad Nacional de Ingeniería

<https://www.linkedin.com/in/doctoragua/>

DR. AGUA



Prueba de jarras en aguas residuales de lavado

hace 8 semanas · 1,9 mil reproducciones



Evalúa tu planta piloto de tratamiento de aguas residuales

hace 8 semanas · 1,1 mil reproducciones



¡Nunca te saltees la prueba de jarras!

hace 8 semanas · 923 reproducciones



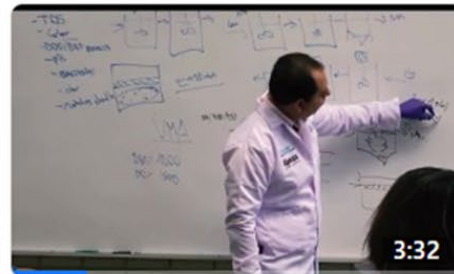
Flotación por aire disuelto DAF en industria textil

hace 8 semanas · 1,4 mil reproducciones



Flotación por aire disuelto DAF

hace 8 semanas · 1,4 mil reproducciones



Tratamiento físico químico con DAF o sedimentador.

hace 9 semanas · 2,6 mil reproducciones

+26 mil seguidores en facebook

13 mil seguidores en LinkedIn

<https://www.facebook.com/wdoctoragua>

MasterClass
patrocinada por:



**Muchas gracias
por su atención.**

AGUASRESIDUALES.INFO



Ciclo de 20
MasterClass

AGUASRESIDUALES.INFO