



CONASA
Consejo Nacional de Agua
Potable y Saneamiento



para todos
por siempre
AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN HONDURAS

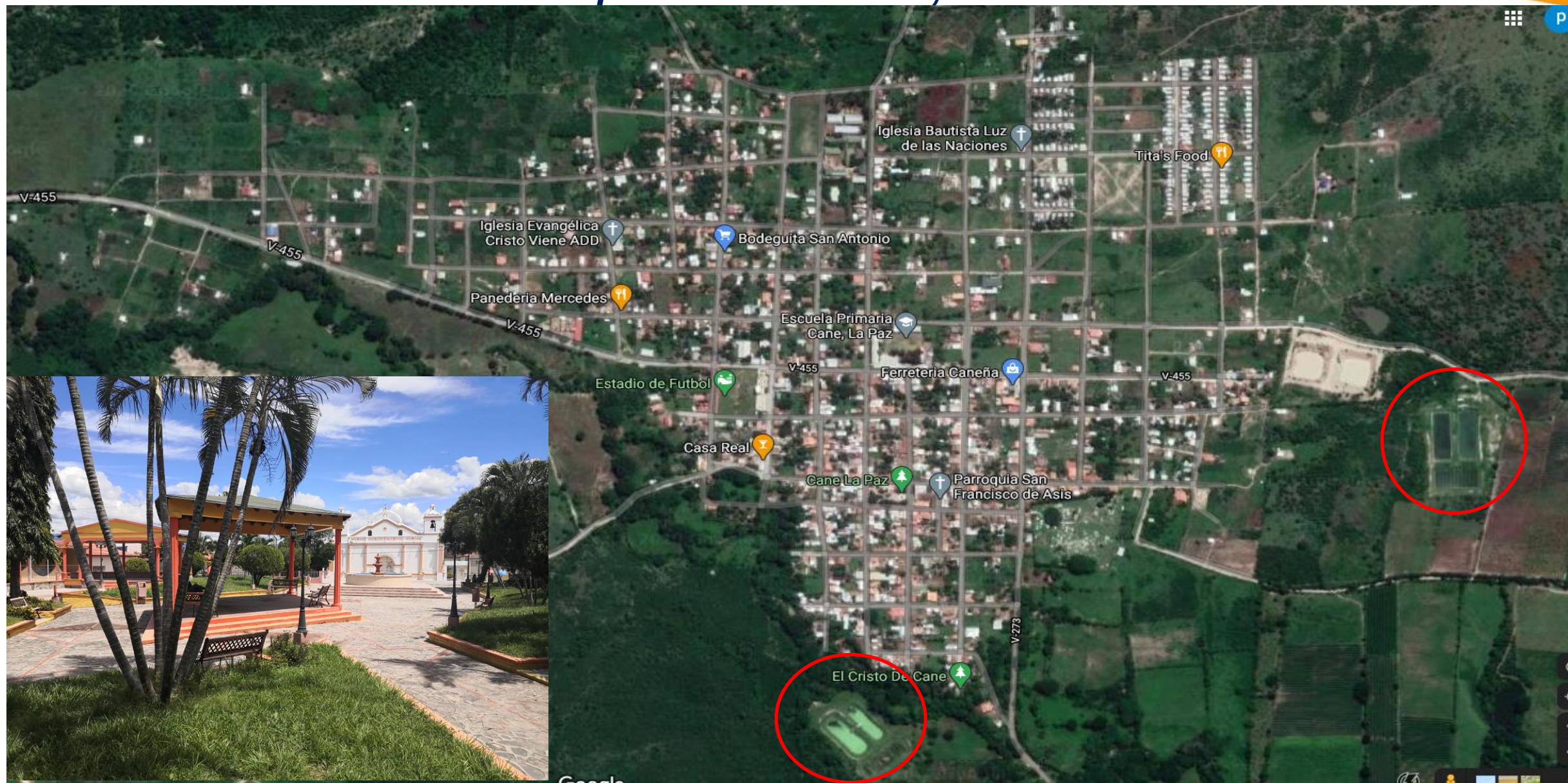
Operación y mantenimiento Planta depuradora de Cane, La Paz



Ing. Pedro E. Ortiz B.

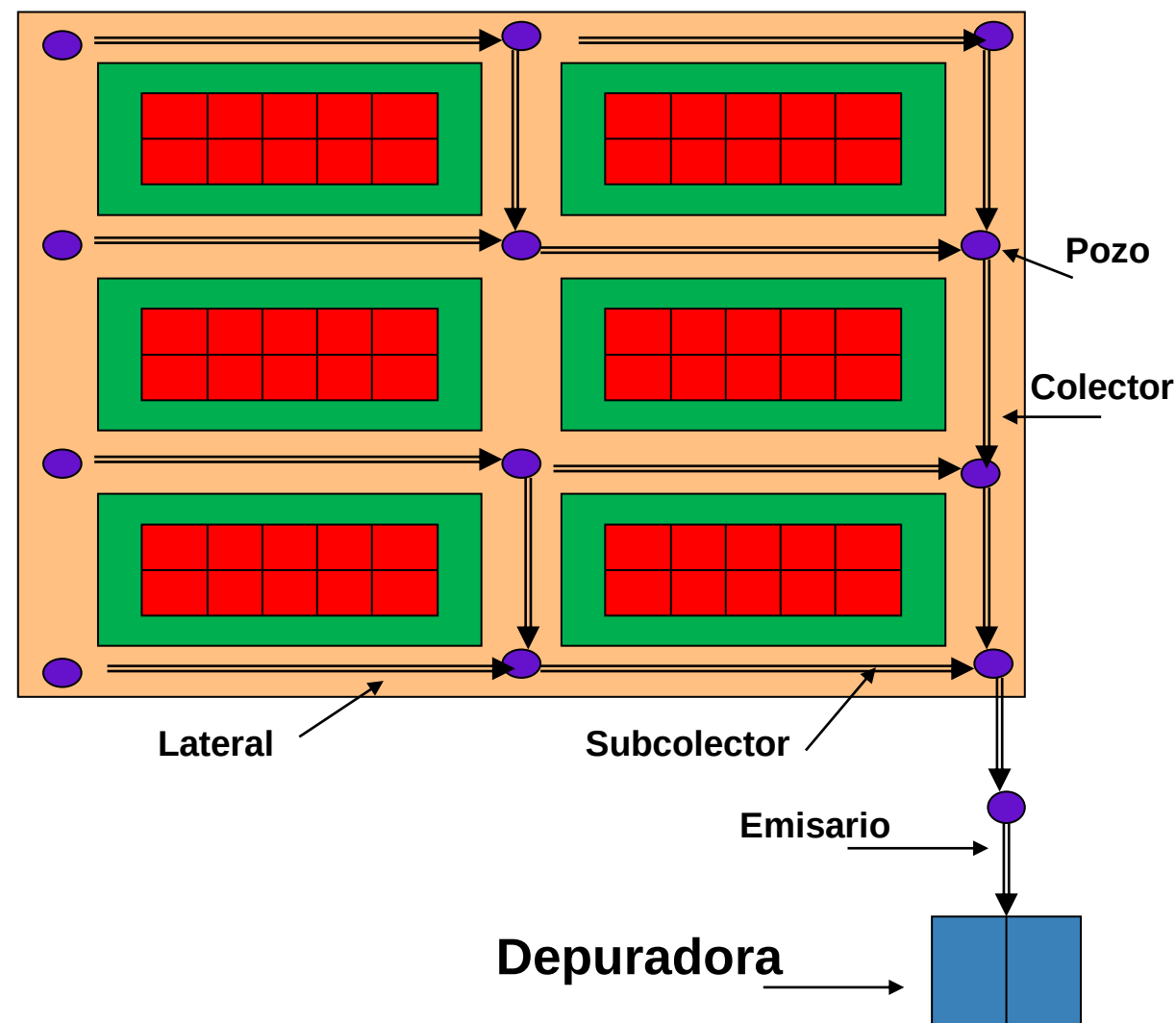
Octubre 2020

Municipio de Cane, La Paz

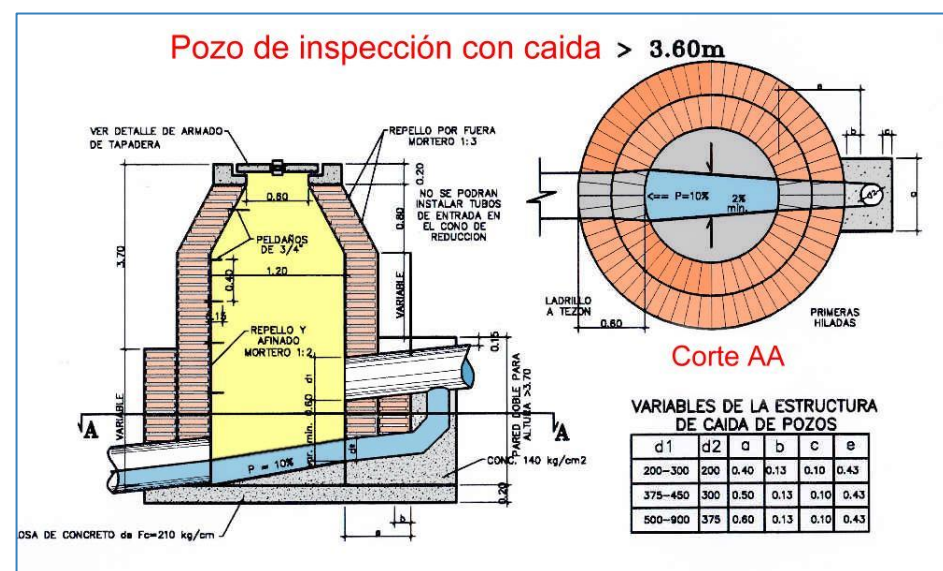
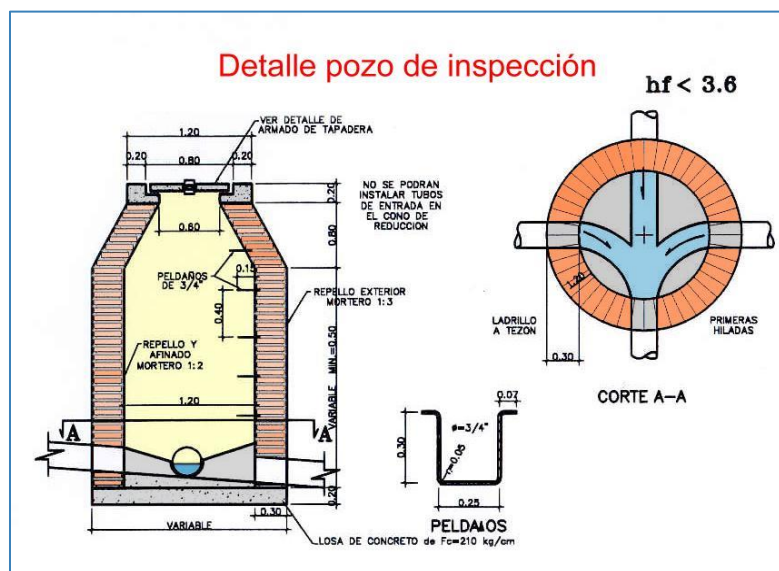
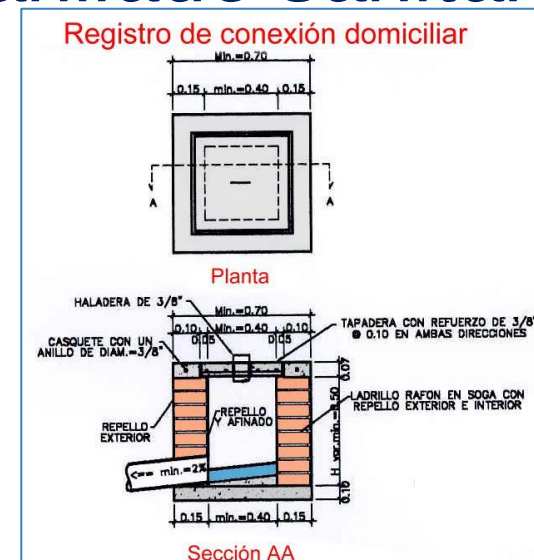
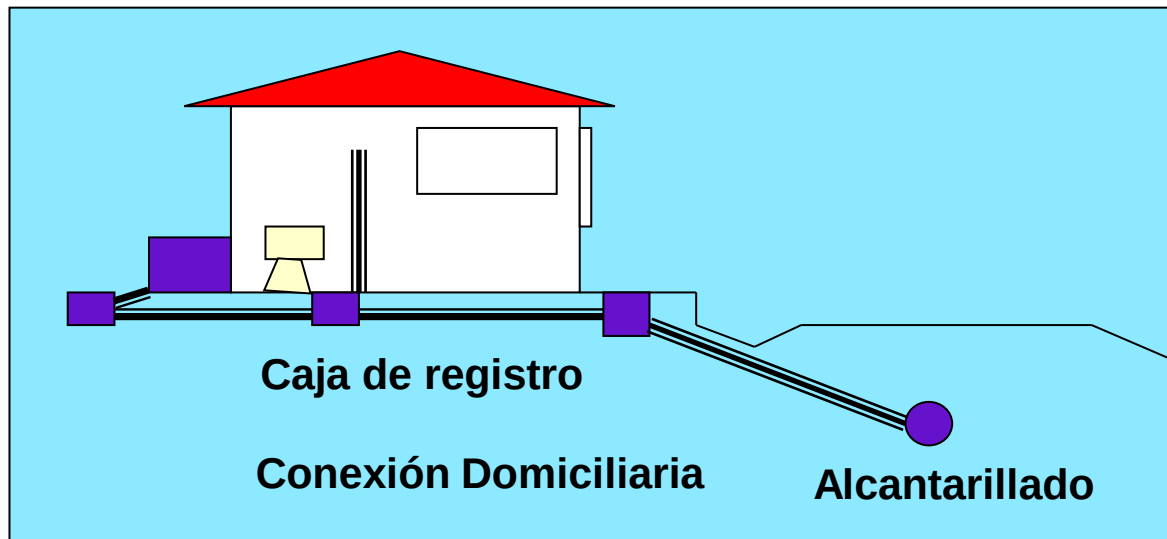


Sistema de alcantarillado sanitario y sus componentes

Los conductos que recogen y transportan el agua residual se denominan alcantarillas y el conjunto de las mismas constituyen la red de alcantarillado



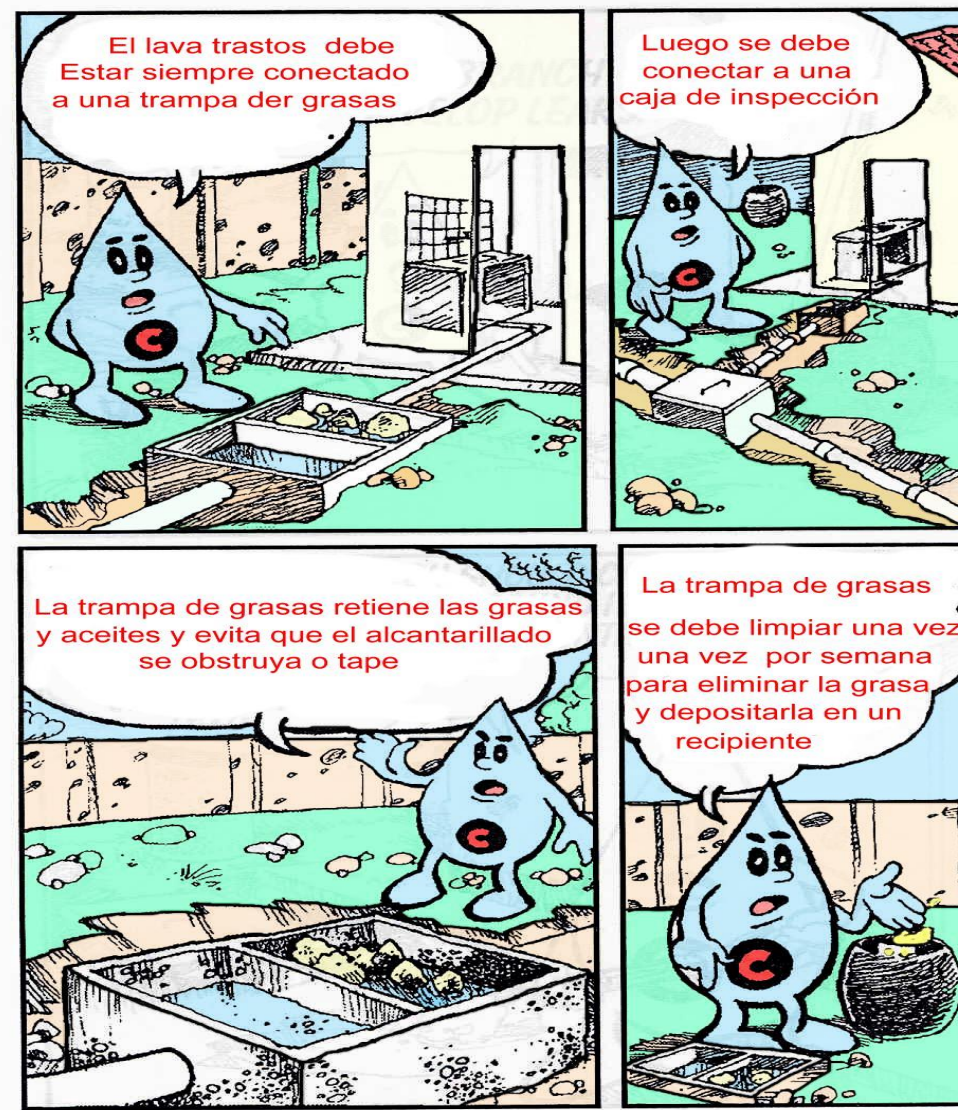
Detalles de componentes del alcantarillado sanitario



Uso apropiado del alcantarillado sanitario

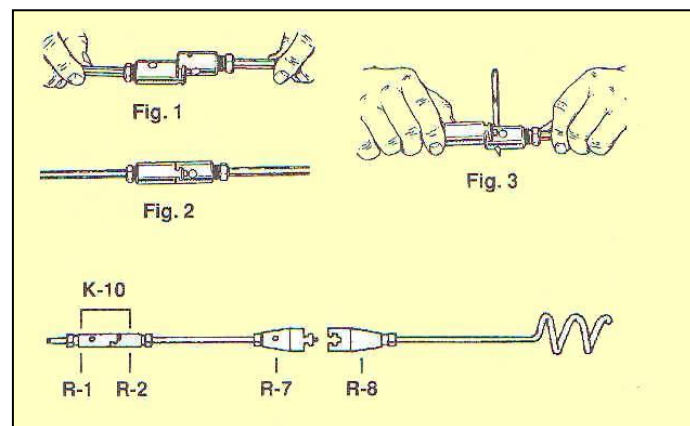
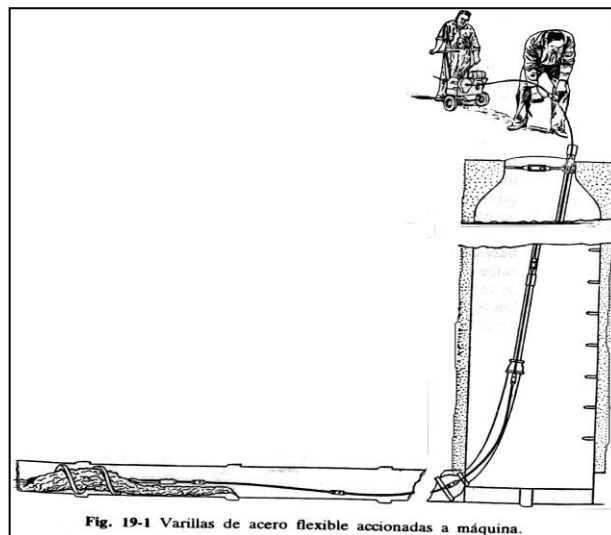
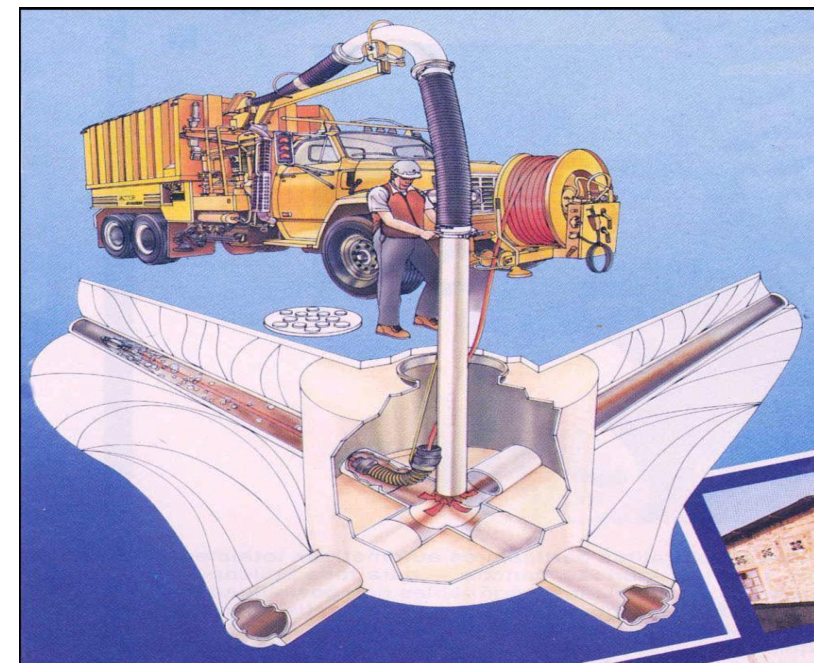
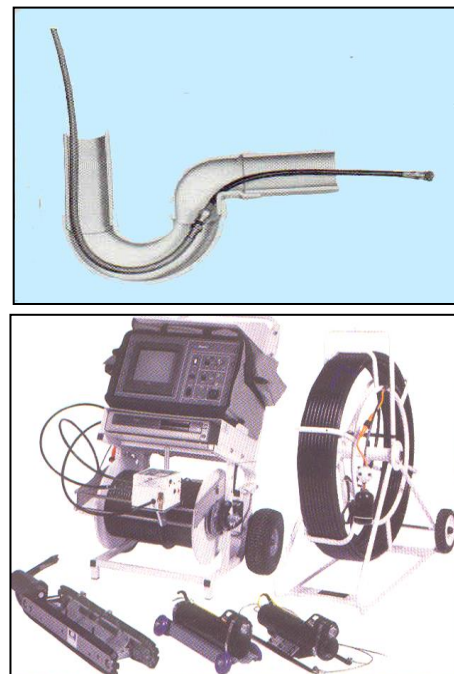
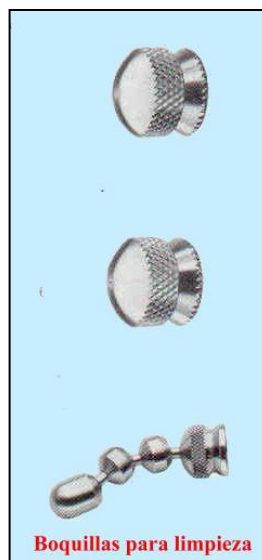


5

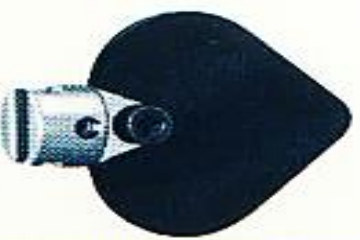


7

Equipos de Limpieza para alcantarillas



Barrenas y cortadoras para limpieza de alcantarillas

Barrena Articulada Para limpiar unidades montadas espalda a espalda, es decir para sumideros en los que el cable tiene que ser introducido al tubo de bajada.  	Barrena Recta Para su empleo en la exploración y para soltar atascos o para retornar muestras a la superficie para así determinar la herramienta correcta.  	Barrena de Embudo Para su empleo como herramienta secundaria en líneas de tubos. Alloja atascos dejados por el sintín recto.  	Barrena de Gancho Se emplea en atascos pesados causados por raíces en tubos que requieren enganche y alojamiento.  
Barrena Recuperadora Para búsquedas, para cables que se han roto en la línea.  	Cortadora de Pala Para atascos causados por materiales endurecidos, tales como depósitos químicos.  	Cortadora de Cuatro Hojas Con Dientes de Sierra Para repasar el trabajo de los sintines y para desatorar desagües de piso.  	Cortadora de Grasa Para abrir líneas que han sido contaminadas con grasa de detergentes.  

Cortadoras para limpieza de alcantarillas

Cortadora de Sierra Espiral Para la limpieza de cualquier atasco, tal como raíces, trapos, palos, etc.  	Cortadora de Diente de Sierra Para limpiar líneas que han sido bloqueadas por raíces. Su diseño único permite extraer la cortadora del tubo dañado sin que el mismo se agarrote.  	Cortadora de Barra Espiral Para desagües principales bloqueados por raíces, desechos de hojas, palos, aserrín, trapos, costales.  	Cortadora de Diente de Tiburón Para su empleo en la limpieza de tubos con atascamiento de material general adherido a las paredes del tubo.  
Cortadora de Grasa "C" Para atascos de grasa en líneas que conducen de la máquina de desecho de basura o del tubo de deserdicios.  	Cortadora Expansible de Acabado Para la eliminación final de materiales adheridos a las paredes y de ciertas raíces de naturaleza fibrosa.  	Golpeadora de Cadena Para su empleo en situaciones en las que se requiere una acción vigorosa para la limpieza de escamas en tubos y calderas.  	Escobilla Para Tubos de Humo Para la limpieza final de tubos de calderas y de intercambiadores de calor.  

Objetivos del tratamiento de agua

- ➡ Proteger la salud humana.
- ➡ Proteger el recurso agua en sus diferentes usos.
- ➡ Proteger el ambiente.

Importancia del tratamiento

- ✳ Reduce los gastos por enfermedades hídricas.
- ✳ Se reduce el gasto por eliminación de plagas.
- ✳ Evita la Disminución de la productividad por muertes y enfermedades.
- ✳ Evita la pérdida de recursos piscícolas por la destrucción de la fauna y flora.
- ✳ Reduce los gastos de Potabilización necesario para los usos posteriores a los vertidos.
- ✳ Se conservan los lugares para deportes y esparcimiento, y el valor de las tierras.
- ✳ Evita la pérdida de divisas generadas por el turismo.
- ✳ Evita las pérdidas de cosechas y la disminución de la fertilidad del suelo agrícola.
- ✳ Recuperación de materias y sustancias valiosas utilizadas en los procesos industriales
- ✳ Recirculación y reúso del agua en las Plantas industriales.

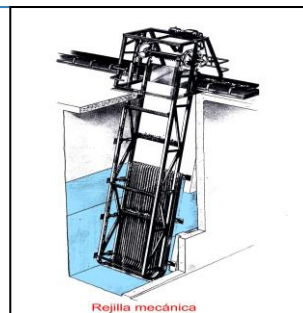




Pretratamiento



LA LIMPIEZA DEL AGUA



1 PARA LOS DESPERDICIOS Y LOS PAPELES



Un simple colador basta.



2 PARA LA ARENA Y OTRAS PARTÍCULAS PESADAS



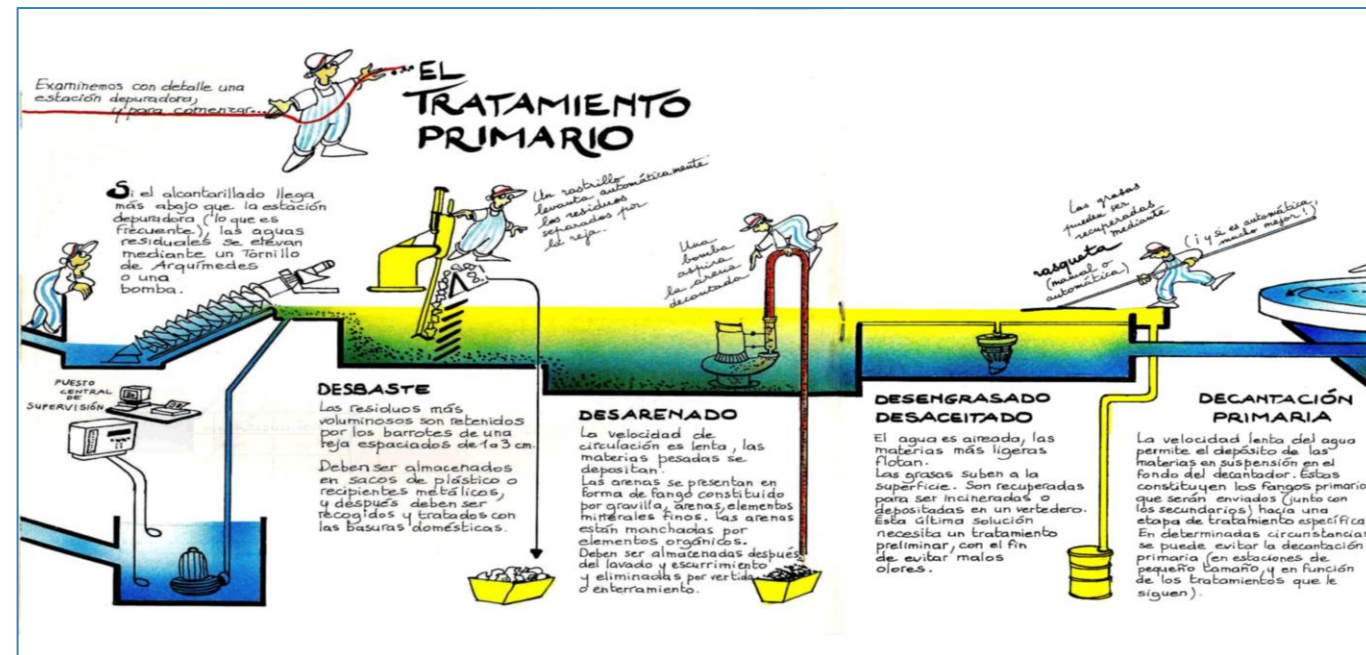
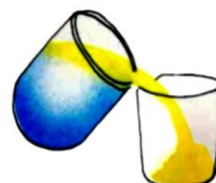
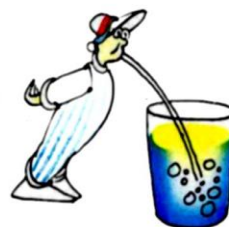
Si hacéis circular el agua len... ta... men... te... caerán al fondo.



3 PARA EL ACEITE... Y LAS GRASAS

Como son más ligeras que el agua, flotan.

Si además sopláis en el agua, se acentúa el fenómeno.

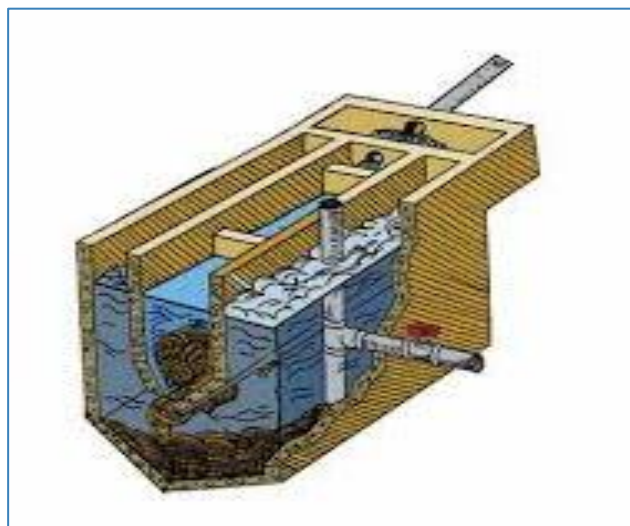
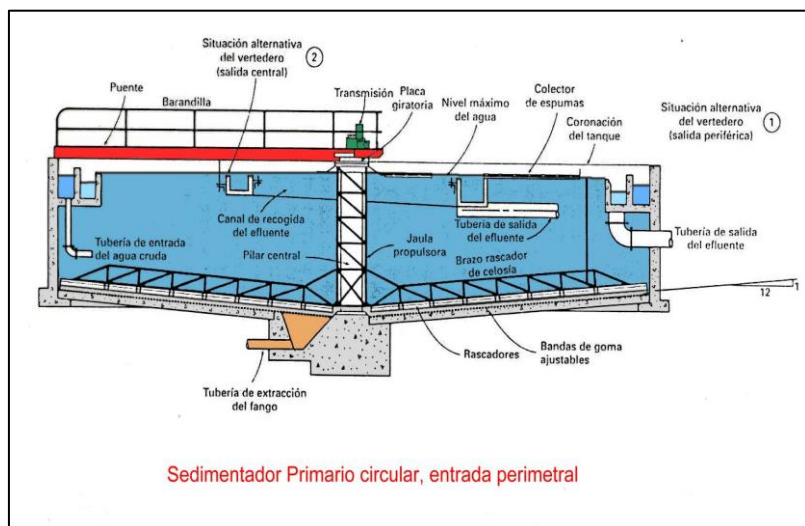


Tratamiento Primario

Elimina una fracción de los **Sólidos Suspendidos** y de la **Materia Orgánica** del agua residual.-
Esta eliminación suele llevarse acabo mediante operaciones físicas tales como:

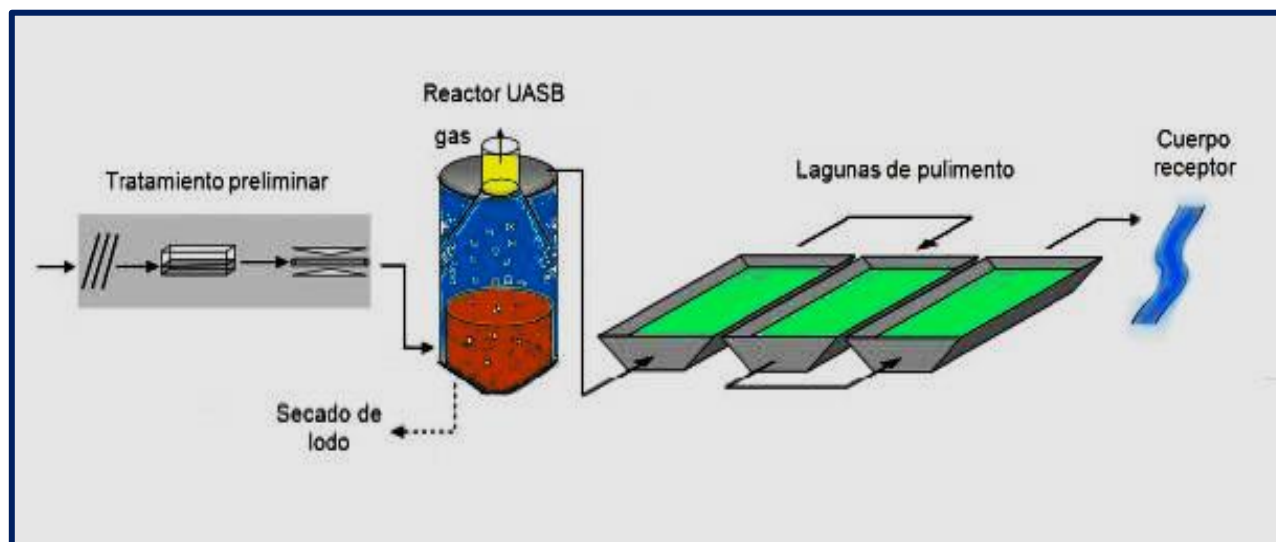
- ☐ **Tamizado**
- ☐ **Sedimentación**

El efluente resultante contiene una cantidad considerable de: **Materia Orgánica y alta DBO**



Tratamiento Secundario Convencional

Está principalmente encaminado a la eliminación de los Sólidos en Suspensión y de los Compuestos Orgánicos Biodegradables, aunque a menudo se incluye la desinfección como parte del tratamiento secundario

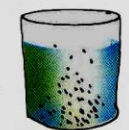


4 PARA LAS MATERIAS EN SUSPENSIÓN

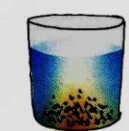
Pues bien, se deja decantar...



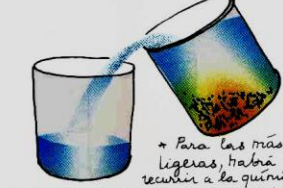
Al cabo de 1 a 2 horas...



las más pesadas* están en el fondo.



* Para las más ligeras, habrá que recurrir a la quinilla para lastimarlas y hacerlas más pesadas..



5 PARA EL VINO, EL AZÚCAR Y LA LECHE...

que están disueltos en el agua.

¿Lo habéis encontrado? Difícil ¿eh?

La lógica no bastaba: tenían la palabra los biólogos...

¿Os acordáis de los microorganismos que limpiaban el agua de los ríos?

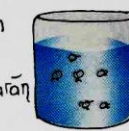
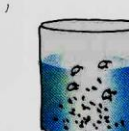
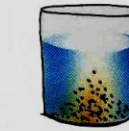
Pues bien, si metéis algunas de estas bacterias en el agua...



Les dais oxígeno para que puedan desarrollarse.



Se "comerán" las materias disueltas, las digerirán y las transformarán en ... suspension, lo que nos lleva al problema anterior.

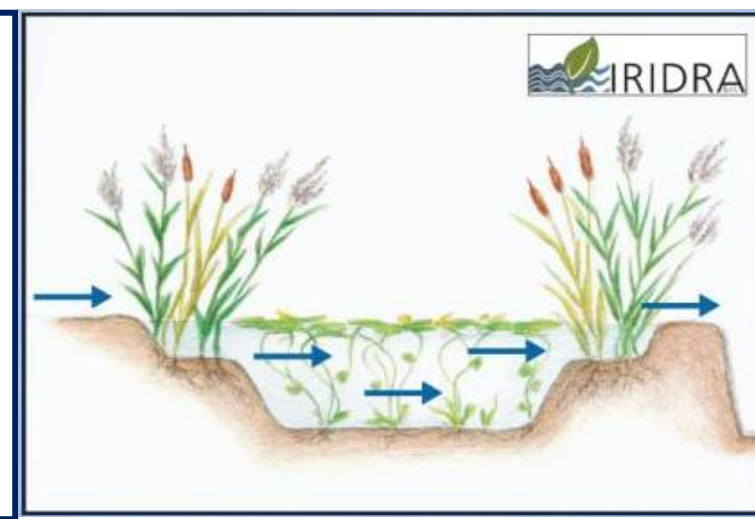
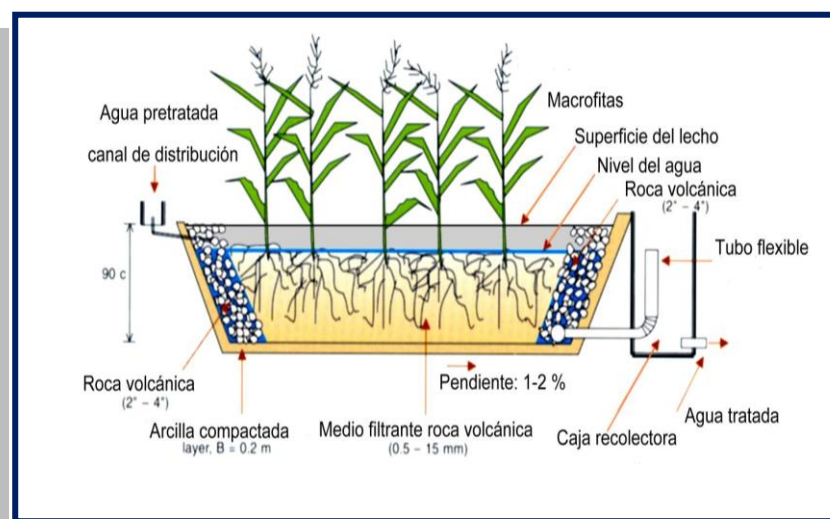





Tratamiento Terciario o Avanzado

Es el nivel de tratamiento necesario, después del tratamiento Secundario Convencional, para la eliminación de constituyentes de las aguas residuales que merecen especial atención como los: Nutrientes, Compuestos Tóxicos, excesos de Materia Orgánica y Sólidos en Suspensión.

Ejemplo de estos procesos son:

- Eliminación de nutrientes
- Coagulación Química, Floculación, Sedimentación y Filtración y carbón activado
- Intercambio Iónico
- Osmosis Inversa



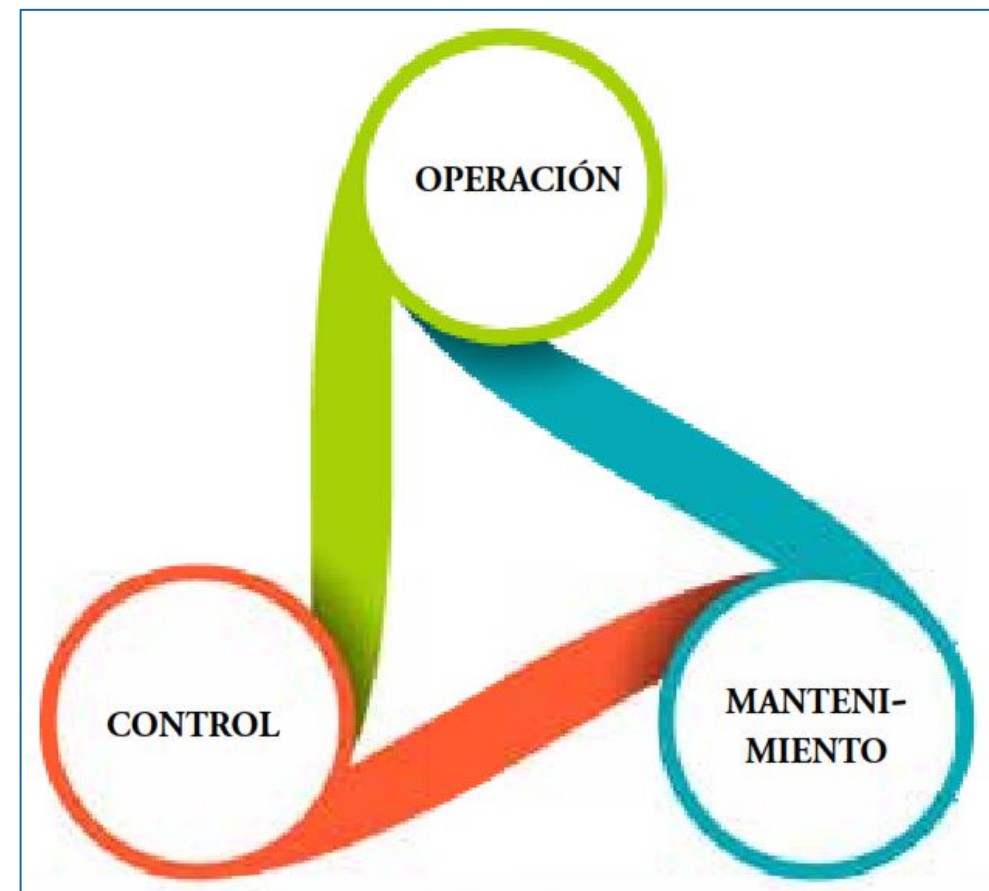
Operación, control y mantenimiento de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

Para mantener la eficiencia y las buenas condiciones en las que una PTAR trabaja, se necesita realizar los siguientes puntos:

- ✓ Operación adecuada de la PTAR.
- ✓ Control continuo.
- ✓ Mantenimiento regular.

Operación adecuada

Se refiere a los trabajos que tienen una influencia directa en la eficiencia de la PTAR. En el caso de un sistema de lagunas, no hay mucho que se pueda hacer para afectar directamente la eficiencia, pero si no se realiza la operación necesaria puede afectarse su eficiencia.



Control

Los objetivos del control son la **documentación de lo ocurrido**, el comprobante de una buena operación y la oportunidad de estimar la eficiencia en el futuro. Tener la posibilidad de **comprobar una buena operación** y eficiencia es imprescindible, especialmente si existe temor y escepticismo en la población, ya que con una presentación de buenos resultados se puede terminar con los rumores y acusaciones falsas.

Asimismo, **el control identifica problemas existentes** que no se hubieran notado de otra manera, y si sobresale una falencia del funcionamiento a través de la muerte de peces en el cuerpo receptor ya es demasiado tarde. Un incidente de esta forma siempre conlleva a una pérdida de credibilidad y confianza. Por eso **un control es preponderante para arreglar la falla.**

Un control adecuado se realiza a través de la anotación del mantenimiento, la operación y por la documentación de observaciones generales. **Para conseguir datos sobre la eficiencia y el estado de la PTAR, es importante medir el caudal, sacar muestras y que un laboratorio realice los análisis.**

Componentes de la Planta de Cane, La Paz

Sistema de Tratamiento

- Lagunas de estabilización (LF+LM)

Pretratamiento

- Rejas
- Desarenador

Medición de caudal

- Canal Parshall

Tratamiento Primario

- Laguna facultativa

Tratamiento Secundario

- Laguna maduración con fables



Planta de tratamiento Sector Este



Esquema Planta de tratamiento Sector Oeste





Plano de la ciudad, Área de servicio



Pretratamiento

Desbaste

Consiste en la separación del agua residual de sólidos tales como piedras, ramas, plásticos, trapos, etc. Mediante rejas o tamices

Objeto

- Proteger la planta de los objetos capaces de provocar obstrucción en las distintas unidades de la instalación.
- Separar y evacuar fácilmente las materias voluminosas arrastradas por el agua, que podrían disminuir la eficiencia de los tratamientos siguientes, o complicar la realización de los mismos

Observaciones:

- No hay rejas para desbaste de sólidos gruesos.
- Están trabajando los dos desarenadores, ya que las dos compuertas están abiertas.
- No se observo el vertedero de demasías.
- No se observo depósito para almacenamiento de arenas.



Rejas (Desbaste)

Consiste en la separación del agua residual de sólidos tales como: Piedras, ramas, plásticos, trapos etc. mediante rejas o tamices.

Tiene como objeto:

- Eliminar los objetos capaces de provocar obstrucciones en las distintas unidades de la planta.
- Separar y evacuar fácilmente las materias voluminosas arrastradas por el agua bruta, que podrían disminuir la eficiencia de los tratamientos siguientes, o complicar la realización de los mismos.

En las rejas, la separación de los sólidos se realiza mediante barrotes, su limpieza se hace en forma manual empleando un rastrillo, esta labor se realiza en forma periódica y los objetos rastrillados previamente a su eliminación se escurren sobre una placa perforada situada sobre el canal, posteriormente se depositan en un hoyo excavado en el terreno y ubicado las inmediaciones a la reja.





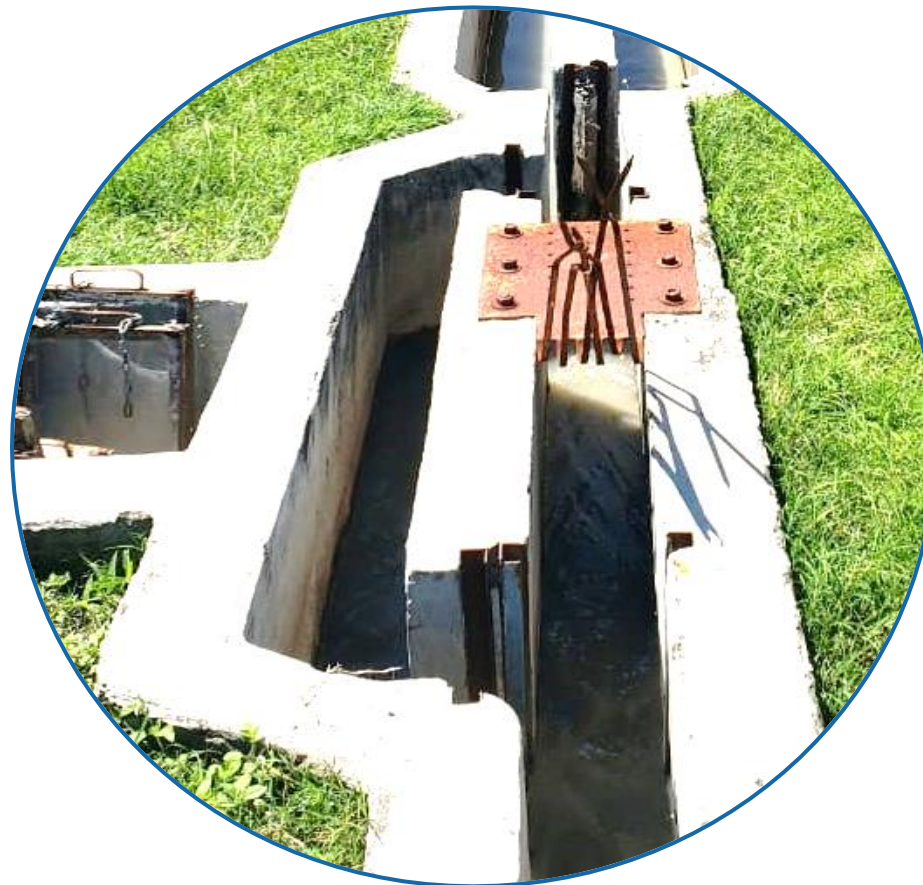
Rejas de Planta sector Sur Este



Observaciones

La reja esta colmatada necesita limpiarse.

El By-pass tiene compuertas, si no se abren a tiempo el canal rebalsará.



Operación y mantenimiento de rejas

Operación

Es necesario que diariamente se revise el canal y semanalmente se proceda a rastrillar hacia el escurridor los materiales retenidos.

Mantenimiento

El mantenimiento puede ser de 2 tipos, preventivo y correctivo, el mantenimiento preventivo se refiere a las acciones que se deben realizar para que el sistema no colapse por alguna falla pequeña o grande. Mientras que el correctivo es el que se debería evitar. Se refiere a las acciones que hay que hacer para volver a poner en funcionamiento el sistema de la manera en que fue concebido.

Preventivo

- ✓ El mantenimiento preventivo de esta unidad se refiere a que el operador de la planta debe utilizar un rastrillo o un elemento similar para extraer los sólidos que hayan sido detenidos por las rejas del canal para evitar que las aguas residuales se derramen a la entrada de la planta.

Correctivo

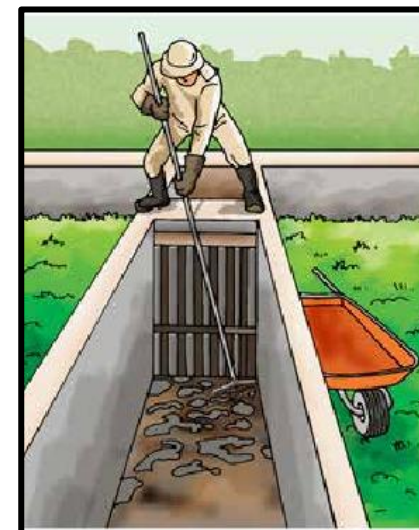
- ✓ Lo más común que sucede con el canal de rejas es la oxidación de las barras que lo forman, por consiguiente, habrá que estar preparado con pintura anticorrosiva y aplicarla.

Operación de rejás

Limpieza de la Rejilla

Para la limpieza de la rejilla se debe seguir los siguientes pasos:

1. **Realizar dos limpiezas al día**, una al mediodía y otra a las seis de la tarde. En el caso que haya pocos sólidos, la limpieza podría hacerse eventualmente.
2. Cerrar lentamente la válvula de ingreso
3. **Utilizar los equipos de protección personal**, y las herramientas necesarias para realizar esta actividad (rastrillo, balde y una pala cuadrada).
4. **Utilizar el rastrillo y la pala** cuadrada para desprender el material retenido en la rejilla, dejarlos escurrir en la plataforma sobre el canal recoger en un balde o en una caretila y transportarlos al sitio de disposición final
5. Antes de su traslado **se pesará la cantidad de material recolectado** con una balanza de mano romana.
6. La basura recolectada será llevada por el personal de operación.
7. Esta actividad se la debe realizar diariamente.
8. **Limpiar las herramientas** utilizadas.
9. **Registrar en el Formulario de Control Operativo**, la ejecución de esta actividad en las fechas que se realizó, de igual manera cualquier novedad presentada.



Fotos Mantenimiento de rejas

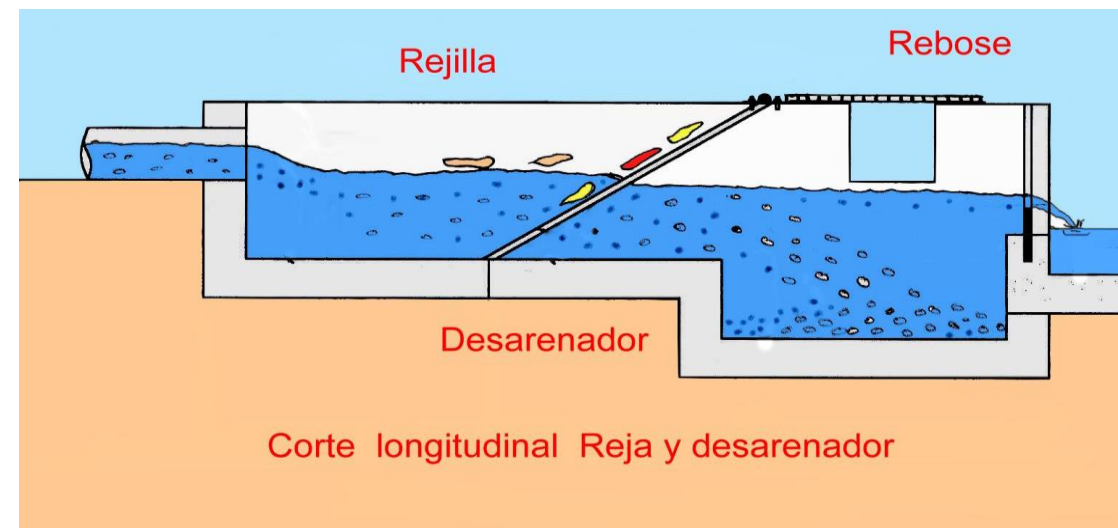
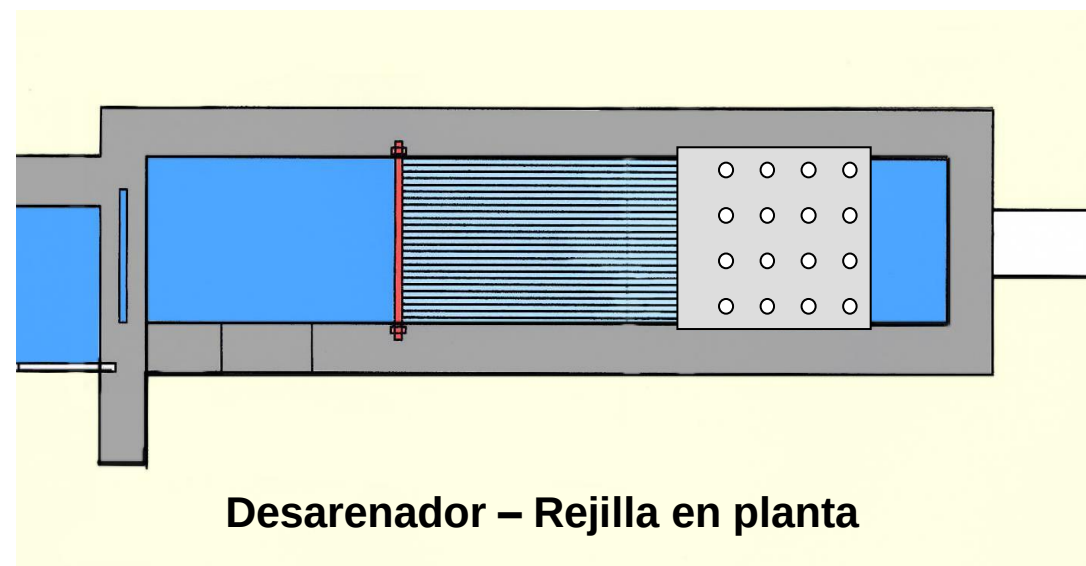


Desarenador

Tiene por objeto eliminar las materias más pesadas que el agua y **mayores que 2 milímetros**, con el fin de evitar que se produzcan sedimentos en los canales y tuberías, proteger las bombas del desgaste y evitar sobrecargas en las fases de tratamiento siguientes.

Aunque su propósito es eliminar arenas (incluyendo gravas y partículas minerales), **también se eliminan otros elementos de origen orgánico**, no putrescible, como: granos de café, semillas, huesos, cáscaras de frutas y de huevos, etc.

El mantenimiento de los desarenadores tiene que ser por lo menos semanal y cada dos días debe hacerse un barrido o limpieza de fondo para liberar el material orgánico retenido entre el material granular, evitando así la descomposición del mismo.



Funciones del desarenador

- ✓ Protección de equipos mecánicos contra la abrasión
- ✓ Reducción de la formación de depósitos pesados en tuberías, conductos y canales.
- ✓ Reducción de la frecuencia de limpieza de la arena acumulada en los procesos siguientes (fosas sépticas, filtros anaerobios, reactores anaerobios).
- ✓ Minimizar la pérdida de volumen en tanques de tratamiento biológico.
- ✓ Protección de centrifugas, intercambiadores de calor y bombas de diafragma de alta presión.



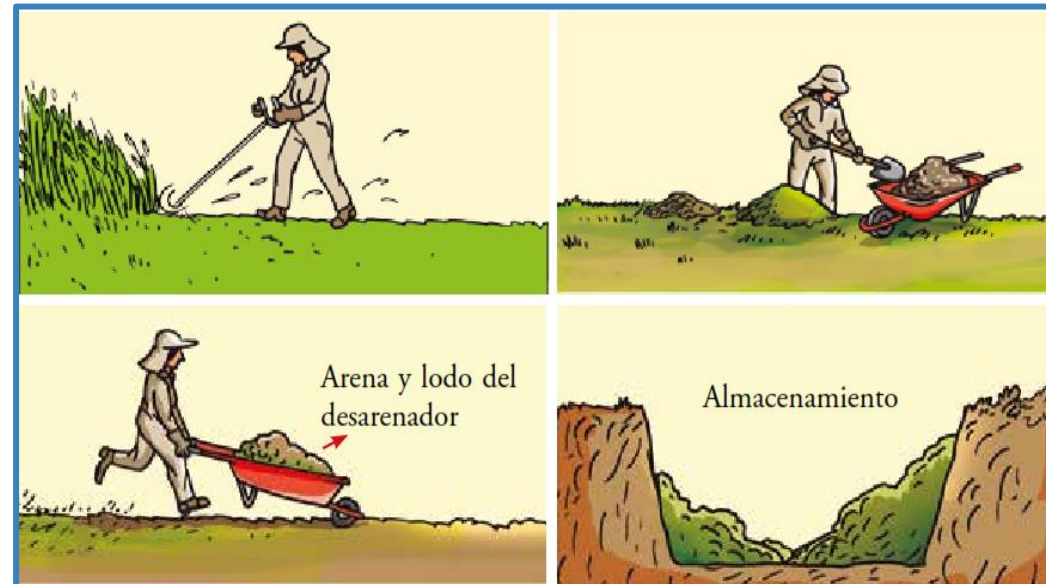
Operación del desarenador

- Medición dos veces a la semana el nivel de arena acumulado.
- Aislamiento del desarenador si el volumen de arena ocupa $\frac{2}{3}$ del volumen.
- Drenaje del agua residual de la cámara de sedimentación.
- Remoción de arena.
- Estimar la cantidad de arena removida y registrarla en el libro de operaciones.
- Transportar el material removido al sitio de disposición.
- Lavado del desarenador para utilizarlo nuevamente.
- Analizar la muestra de arena en términos de sólidos volátiles y efectuar la correcciones si hay alto contenido de estos.
- Verificar la cantidad de arena en la unidades siguientes.



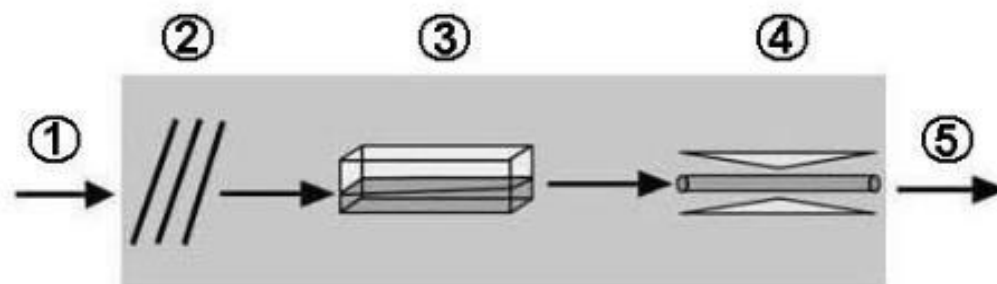
Cámaras de rejas, desarenador y medidor de caudal

Problema	Causa	Solución
Malos olores	■ Agua residual en estado de septicidad. ■ Manejo inadecuado de los residuos sólidos almacenados en el contenedor.	✓ Clorar el agua cruda en la obra de legada. ✓ Evacuar más seguido los residuos retenidos ✓ aplicarles cal viva.
Proliferación de insectos	■ Manejo inadecuado de los sólidos almacenados en el contenedor	✓ Evacuación mas seguida de los residuos sólidos. ✓ Adición de cal viva a los residuos



Programa de monitoreo del sistema

Monitoreo y operación del tratamiento preliminar



Parámetro (1)	Unidad	Puntos y frecuencia de muestreo				
		1	2	3	4	5
Caudal	L/s	-	-	-	diaria	-
Volumen de sólidos	L/s	-	diaria	-	-	-
Volumen de arena	L/d	-	-	diaria	-	-
Temperatura	°C	-	-	-	-	diaria
pH	-	-	-	-	-	diaria
Sólidos sedimentables	mL/L	diaria	-	-	-	diaria

Fuente: Carlos Augusto de Lemos Chernicharo, Universidad Federal de Minas Gerais - Brasil

Medidor de caudal



Observación

La escala de medición de caudal esta en la parte interna del canal, lo que no permite una lectura precisa y se requiere limpiar frecuentemente la escala.



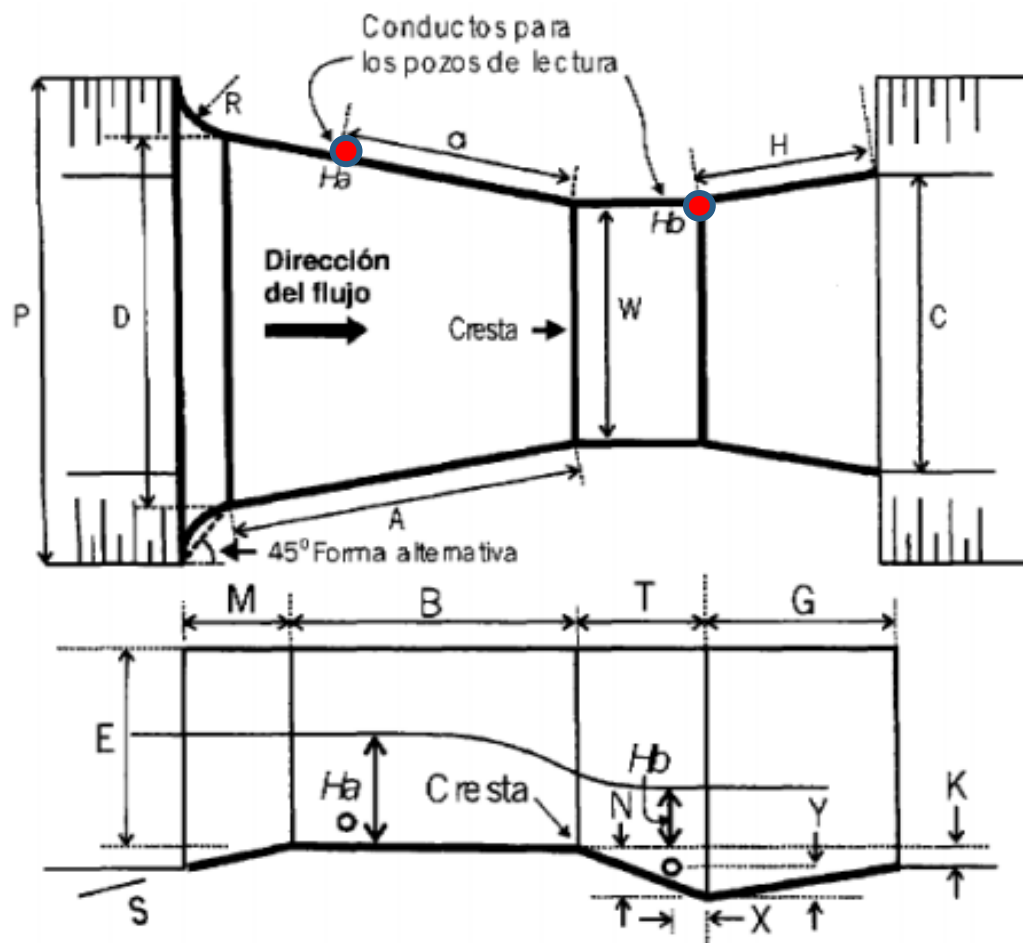


Medidor Parshall, Sector Sur Este



Medidor Parshall

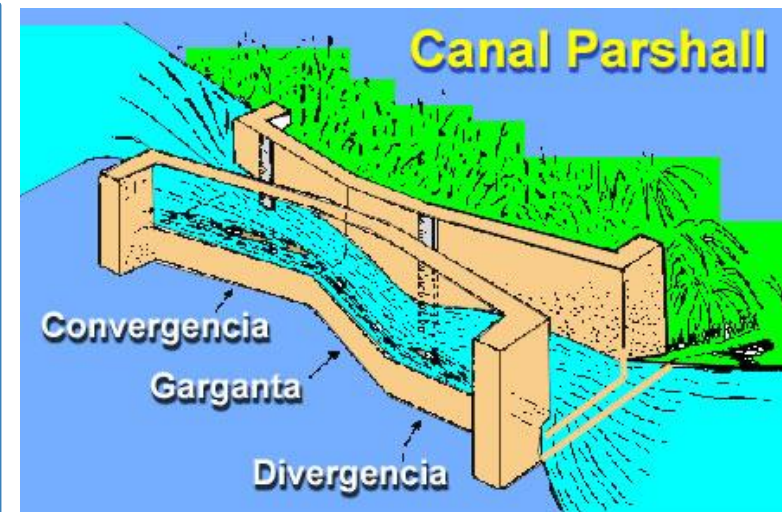
NOMENCLATURA DE LAS PARTES DEL AFORADOR PARSHALL



NOMENCLATURA

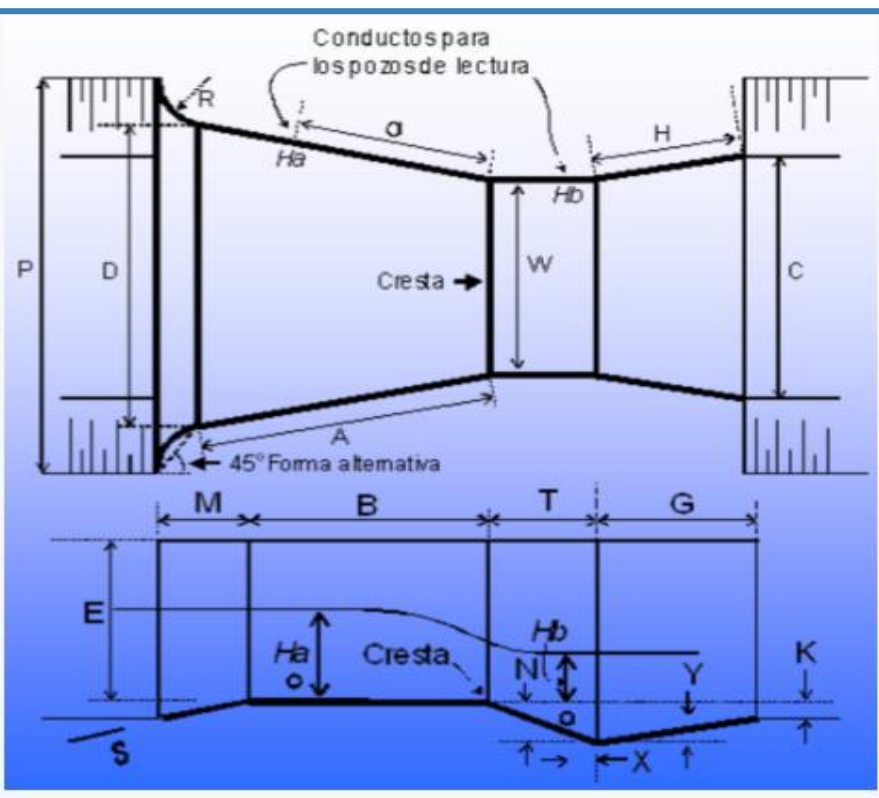
W= Ancho de la garganta
A= Longitud de las paredes de la sección convergente
a= Ubicación del punto de medición H_a
B= Longitud de la sección convergente
C= Ancho de la salida
D= Ancho de la entrada de la sección convergente
E= Profundidad total
T= Longitud de la garganta
G= Longitud de la sección divergente
H= Longitud de las paredes de la sección divergente
K= Diferencia de elevación entre la salida y la cresta
M= Longitud de la transición de entrada
N= Profundidad de la cubeta
P= Ancho de la entrada de la transición
R= Radio de curvatura
X= Abscisa del punto de medición H_b
Y= Ordenada del punto de medición

Respecto a la tabla 1, se aclara que los valores de M, P y R no se reportan en algunos casos, ya que es posible que se realice una transición entre el canal y el aforador con una pared vertical a 45° respecto del eje horizontal del aforador, tal como se observa en la figura 3.



Ancho de Garganta W		Caudal Q (l/s)	
pulg	cm	Mínimo	Máximo
3"	7.6	0.85	53.8
6"	15.2	1.52	110.4
9"	22.9	2.55	251.9
1'	30.5	3.11	455.6
1 1/2'	45.7	4.25	696.2
2'	61.0	11.89	936.7
3'	91.5	17.26	1426.3
4'	122.0	36.79	1921.5
5'	152.5	62.8	2422.0
6'	183.0	74.4	2929.0
7'	213.5	115.4	3440.0
8'	244.0	130.7	3950.0
10'	305.0	200.0	5660.0

Dimensiones medidor Parshall



Dimensiones de medidor Parshall en milímetros														
in	W mm	A	2/3 A	B	C	D	E	T	G	H	K	N	P	t e
1"	25	363	242	356	93	167	229	76	203	206	19	29	25	6 3
2"	51	414	276	406	135	214	254	114	254	257	22	43	25	6 3
3"	76	467	311	457	178	259	610	152	305	309	25	57	25	6 3
6"	152	621	414	610	394	397	610	305	610	622	76	114	38	10 6
9"	229	879	587	864	381	575	762	305	457	464	76	114	38	10 6
12"	305	1370	914	1343	610	845	914	610	914	927	76	229	76	12 6
18"	457	1447	965	1419	762	1026	914	610	914	927	76	229	76	12 6
24"	610	1525	1016	1495	914	1207	914	610	914	927	76	229	76	12 6
36"	914	1677	1118	1645	1219	1572	914	610	914	927	76	229	102	12 8
48"	1219	1829	1219	1794	1524	1937	914	610	914	927	76	229	102	12 8
60"	1524	1982	1321	1943	1829	2302	914	610	914	927	76	229	102	12 8
72"	1829	2134	1423	2092	2134	2667	914	610	914	927	76	229	102	12 8
84"	2134	2286	1524	2242	2438	3032	914	610	914	927	76	229	102	14 8
96"	2438	2438	1626	2391	2743	3397	914	610	914	927	76	229	102	14 8
120"	3048	4352	1829	4267	3658	4756	1219	914	1829	1854	152	343	102	14 8
144"	3658	4973	2032	4877	4470	5607	1524	914	2438	2472	152	343	102	14 8

Cálculo del caudal

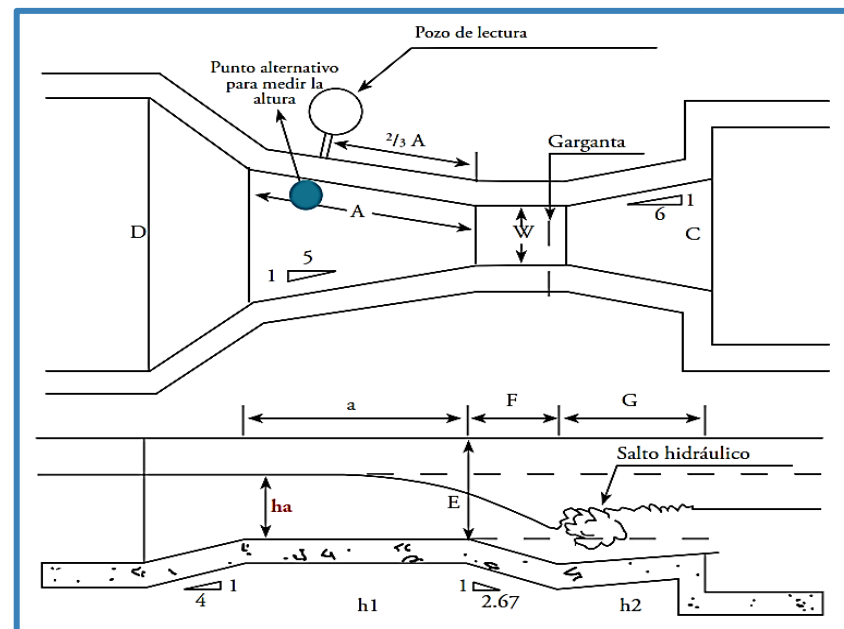
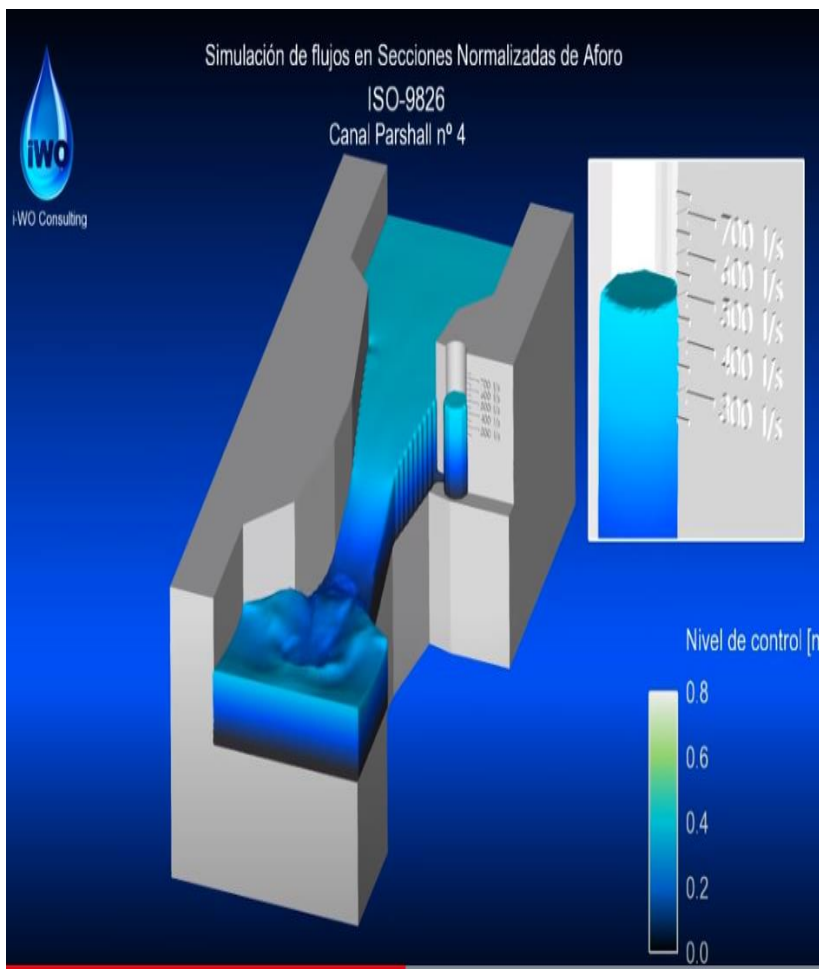
$$Q = C * (H_a)^n$$

Ancho de garganta, W mm	Ecuación de Caudal, Q L/s
25.4 (1")	$Q = 0.001352 H_a^{1.55}$
50.8 (2")	$Q = 0.002702 H_a^{1.55}$
76.2 (3")	$Q = 0.003965 H_a^{1.55}$
152.4 (6")	$Q = 0.006937 H_a^{1.50}$
228.6 (9")	$Q = 0.013762 H_a^{1.53}$

Ancho de garganta, W m	Ecuación de caudal Q m³/s
0.3048 (12")	$Q = 0.6909 H_a^{1.52}$
0.4572 (18")	$Q = 1.056 H_a^{1.538}$
0.6096 (24")	$Q = 1.428 H_a^{1.55}$
0.9144 (36")	$Q = 2.184 H_a^{1.566}$
1.2192 (48")	$Q = 2.953 H_a^{1.578}$
1.5240 (60")	$Q = 3.732 H_a^{1.587}$
1.8288 (72")	$Q = 4.519 H_a^{1.595}$
2.1336 (84")	$Q = 5.312 H_a^{1.601}$
2.4384 (96")	$Q = 6.112 H_a^{1.607}$

Observaciones:

- Con caudal libre se mide únicamente el nivel h_a , Nivel de agua antes de la garganta
- En la parte de salida, la única exigencia es que el flujo discorra libremente.
- $h_b < 0.7 \times h_a$ o bien 5 veces la garganta.



Validez de los caudales

Estas medidas de caudal son válidas si el canal Parshall trabaja a descarga libre, es decir, que la relación entre los calados en zona convergente (H_a) y garganta (H_b) se encuentra por debajo de estos valores:

Ancho de la garganta, W (mm)	Sumergencia máxima permitida, S (%)	Ancho de la garganta, W (m)	Sumergencia máxima permitida, S (%)	Ancho de la garganta, W (m)	Sumergencia máxima permitida, S (%)
25.4	50	0.3048	70	2.4384	70
50.8	50	0.4572	70	3.0480	80
76.2	50	0.6096	70	3.6580	80
152.4	60	0.9144	70	4.5720	80
228.6	60	1.2192	70	6.0960	80
		1.5240	70	7.6200	80
		1.8288	70	9.1440	80
		2.1336	70	12.1920	80
				15.2400	80

Cuando se superan esos umbrales, se dice que la descarga entra en sumergencia lo cual repercute en una reducción de los caudales según la siguiente relación:

Donde:

$$Q_s = Q - Q_e$$

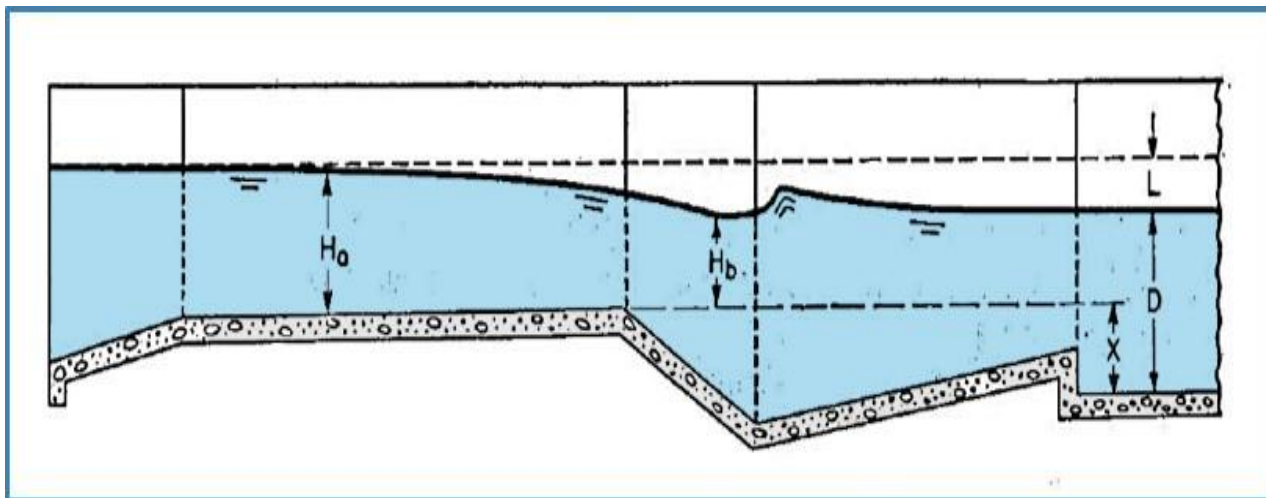
Q_s es el caudal aforado bajo condiciones de sumergencia,
 Q el caudal teórico de la expresión matemática general y
 Q_e el caudal de corrección

Sumergencia de la canaleta parshall

Es un parámetro que clasifica la descarga en libre o ahogada. Cuando la sumergencia excede los límites indicados (Ver Tabla) el flujo se vuelve sumergido.

$$s = \frac{H_b}{H_a}$$

El efecto de la sumergencia es de reducir el caudal. En este caso el caudal calculado mediante las ecuaciones anteriores debe corregirse mediante una cantidad negativa.



Correcciones de caudales

Ecuación para caudal sin sumergencia:

$$Q = 0.00396H^{1.55}$$

Sumergencia límite: **50%**

Ha, mm	Q, L/s
20	0.41
30	0.77
40	1.20
50	1.70
60	2.26
70	2.87
80	3.53
90	4.23
100	4.99
110	5.78
120	6.61
130	7.49
140	8.40
150	9.35
160	10.33
170	11.35
180	12.40
190	13.48
200	14.60
210	15.74
220	16.92
230	18.13

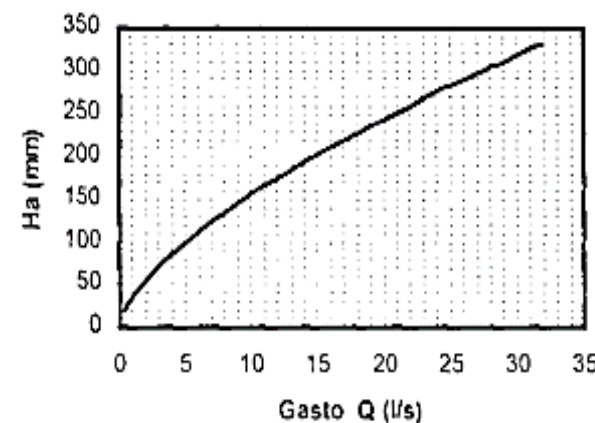


Figura A.7. Gasto sin sumergencia.

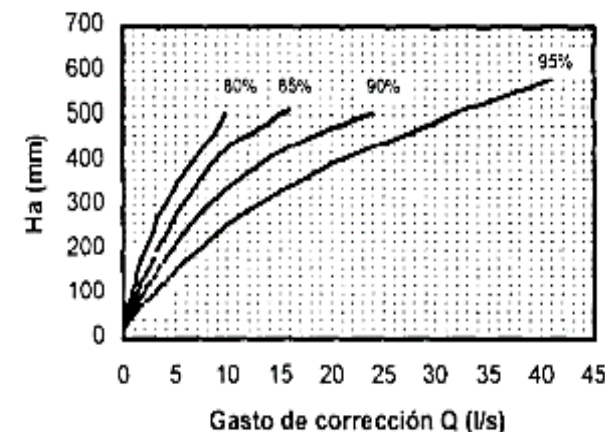


Figura A.9. Corrección de gasto para sumergencia de 80 a 95% (W= 76.2 mm)

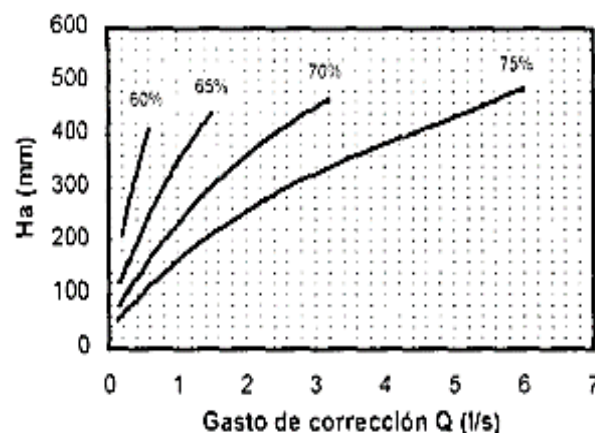


Figura. Corrección de caudal para sumergencia de 60 a 75% (W= 76.2mm).

Caudales en canaletas Parshall

FLUJOS (GASTO) DE AGUA PARA PARSHALL DE 1", 2" y 3"

PARSHALL 1"		PARSHALL 2"		PARSHALL 3"	
Ha (mm)	Q (l/s)	Ha (mm)	Q (l/s)	Ha (mm)	Q (l/s)
10	0.05	10	0.10	50	1.70
20	0.14	20	0.28	100	4.99
30	0.26	30	0.53	150	9.36
40	0.41	40	0.82	200	14.62
50	0.58	50	1.16	250	20.66
60	0.77	60	1.54	300	27.40
70	0.98	70	1.96	350	34.80
80	1.20	80	2.41	400	42.80
90	1.45	90	2.89	450	51.37
100	1.70	100	3.40	500	60.48
110	1.97	110	3.94	550	70.11
120	2.26	120	4.51	600	80.24
130	2.56	130	5.11		
140	2.87	140	5.73		
150	3.19	150	6.38		
160	3.53	160	7.05		
170	3.87	170	7.74		
180	4.23	180	8.46		
190	4.60	190	9.20		
200	4.98	200	9.96		
210	5.38	210	10.74		
220	5.78	220	11.55		
230	6.19	230	12.37		

FLUJOS (GASTO) DE AGUA PARA PARSHALL DE 6", 9" y 12"

PARSHALL 6"		PARSHALL 9"		PARSHALL 12"	
Ha (mm)	Q (l/s)	Ha (mm)	Q (l/s)	Ha (m)	Q (m3/s)
50	3.35	50	5.47	0.05	0.01
100	10.03	100	15.80	0.10	0.02
150	19.03	150	29.38	0.15	0.04
200	29.98	200	45.63	0.20	0.06
250	42.65	250	64.20	0.25	0.08
300	56.89	300	84.85	0.30	0.11
350	72.58	350	107.43	0.35	0.14
400	89.62	400	131.78	0.40	0.17
450	107.96	450	157.80	0.45	0.20
500	127.51	500	185.40	0.50	0.24
550	148.23	550	214.50	0.55	0.28
600	170.08	600	245.05	0.60	0.32
		650	276.97	0.65	0.36
		700	310.23	0.70	0.40
		750	344.77	0.75	0.45
				0.80	0.49
				0.85	0.54
				0.90	0.59

Caja distribuidora de caudal

Observaciones:

- El marco metálico de las compuertas fue construido con tubería de hierro negro que es sumamente corrosible por las aguas negras, es urgente pintarlo con anticorrosivo.
- La caja distribuidora no tiene vertederos, en caso de trabajar los dos módulos será difícil tener una distribución uniforme.
- Se debe poner una parrilla para seguridad del operador



Prevención de corrosión

Por el clima tropical y la temporada de lluvia, las partes de hierro tienen un alto riesgo de sufrir por la corrosión, que afecta la movilidad y el funcionamiento de las compuertas, rejillas etc., por ello **se recomienda lijar las partes de las compuertas con un cepillo de acero y aplicar pintura anticorrosiva regularmente.**



En la rosca se sugiere usar grasa de camión, la cual tiene que ser aplicada frecuentemente. Asimismo, es importante **desplazar regularmente las partes móviles**, como las compuertas.



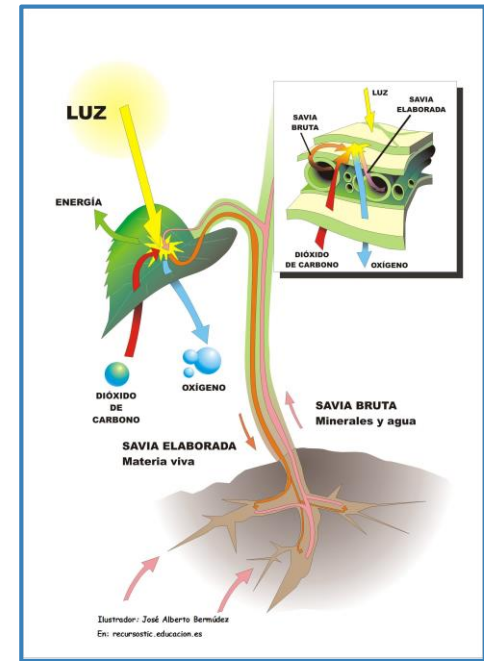
El cerco se protege mejor si se corta la vegetación, ya que evita que crezca por las mallas de alambre y las barras.



Fundamentos de Microbiología

Para poder realizar sus funciones vitales los microorganismos necesitan:

- ❖ **Una fuente de energía** = Sol (fotosíntesis) y Reacción orgánica de oxidación – reducción
- ❖ **Una fuente de Carbono** = Materia Orgánica y CO_2
- ❖ **Nutrientes inorgánicos** = Nitrógeno, Fósforo, Azufre, Potasio, Calcio, Magnesio, y orgánicos Aminoácidos, Purinas





Clasificación de los microorganismos según la fuente de Energía y de Carbono

Clasificación

Fuente de Energía

Fuente de Carbono Celular

Autótrofos

a) Fotoautótrofos

Luz

CO₂

b) Quimiautótrofos

Reacción de oxidación
reducción inorgánica

CO₂



Heterótrofos

a) Quimioeterótrofos
Orgánico

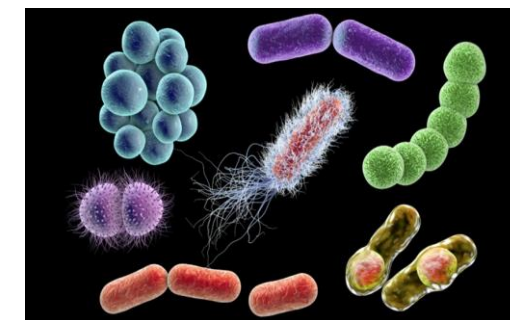
Reacción de oxidación
reducción orgánica

Carbono

a) Fotoheterótrofos
Orgánico

Luz

Carbono



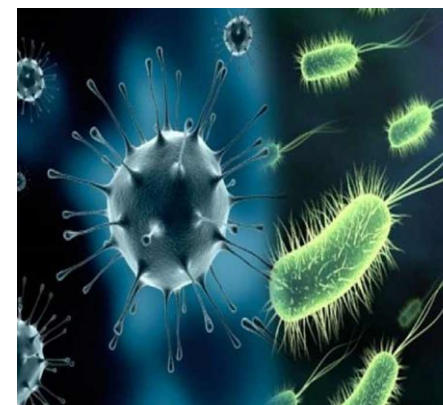


Oxidación Biológica de la materia orgánica

Desde el punto de vista de la depuración, **las bacterias se pueden describir como pequeños reactores bioquímicos**, capaces de autorregularse. **La oxidación biológica es la conversión bacteriana de los compuestos orgánicos hasta compuestos inorgánicos oxidados**, proceso que se conoce con el nombre de mineralización. Como ejemplo de estos procesos tenemos:

Bacterias

- Carbono orgánico + $O_2 = CO_2$
- Hidrógeno orgánico + $O_2 = H_2O$
- Nitrógeno orgánico + $O_2 = NO_3^-$
- Fósforo orgánico + $O_2 = PO_4^{3-}$
- Azufre orgánico + $O_2 = SO_4^{2-}$

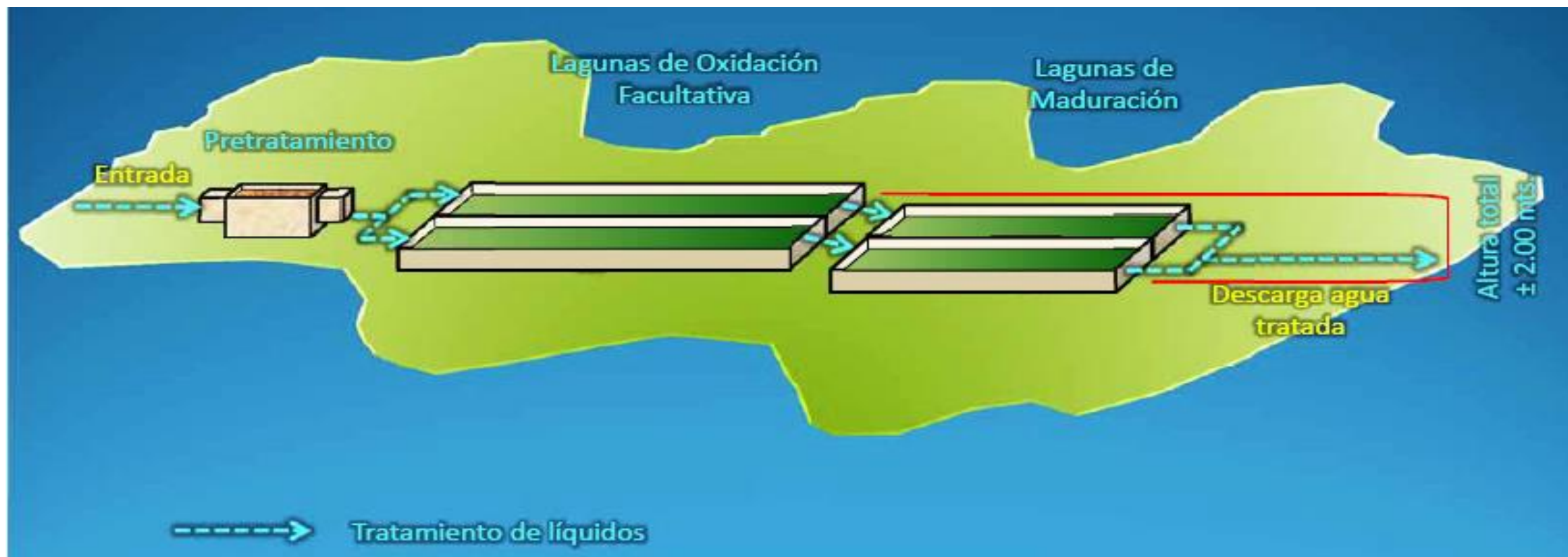


El proceso global de oxidación bacteriana puede describirse mediante la ecuación siguiente:

Bacterias + Materia orgánica + Oxígeno = Productos oxidados + Nuevas bacterias

Lagunas de estabilización

El tratamiento con lagunas consiste en el almacenamiento de las aguas residuales durante un tiempo variable, en función de la carga aplicada y de las condiciones climáticas, de manera que la **materia orgánica resulte degradada mediante la actividad de las bacterias heterótrofas** presentes en el medio.



Clasificación de las de lagunas

Por el contenido de oxígeno

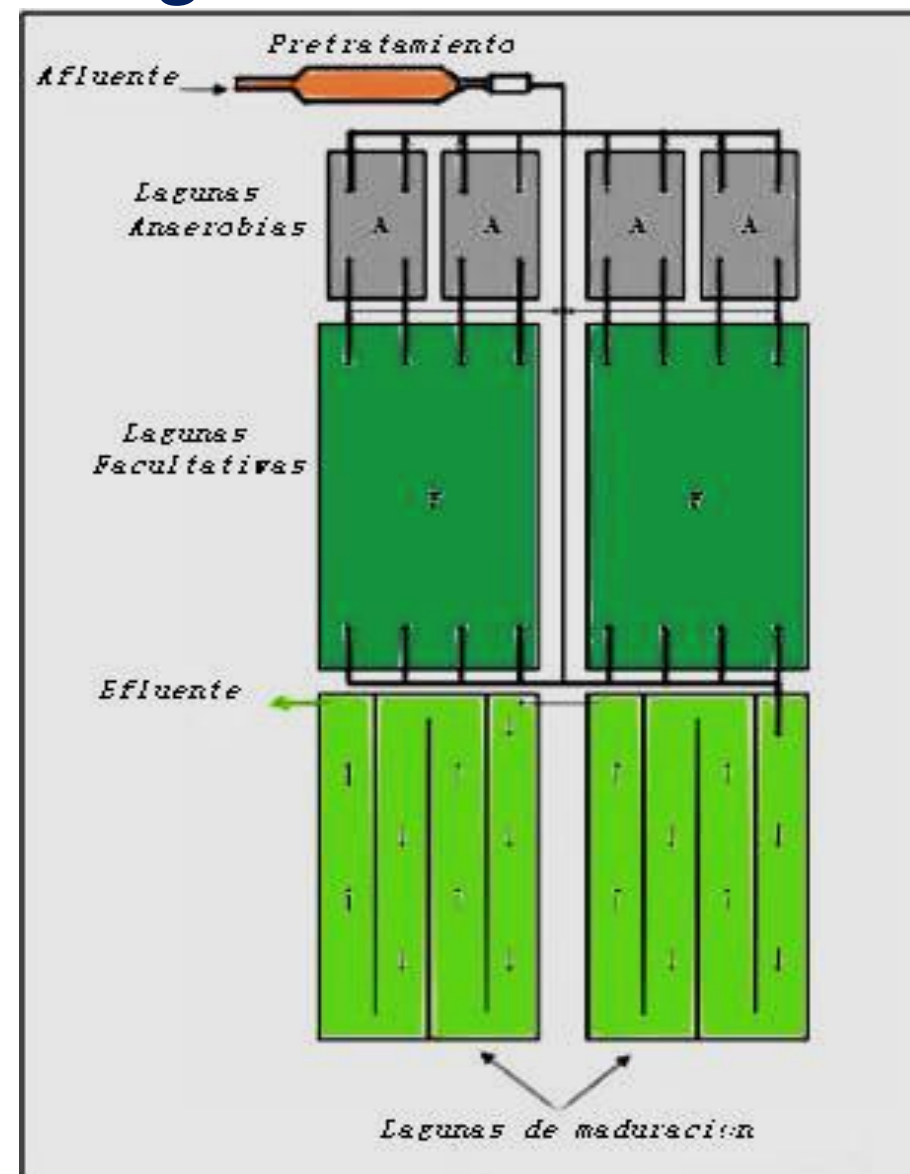
- Anaerobia
- Aerobio
- Facultativa
- Aireada --- Aireación artificial

Por su ubicación con otros procesos

- Primarias
- Secundarias
- Maduración

Por su Secuencia

- En paralelo
- En serie



Objetivos de una laguna de estabilización



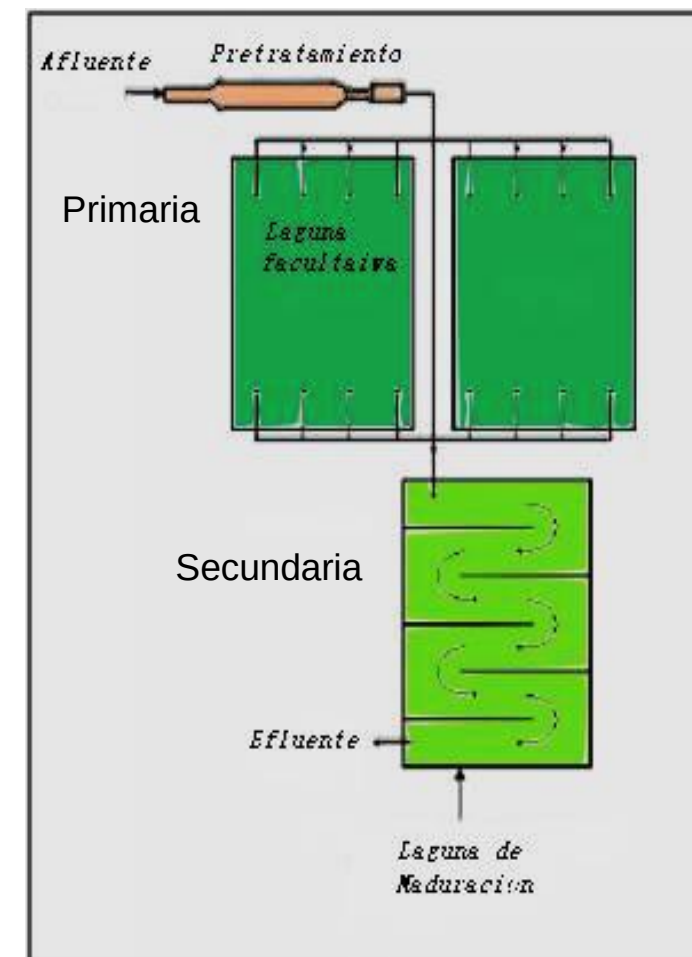
Primaria

- ❖ Reducción de compuestos orgánicos (DBO y DQO) tanto soluble como total
- ❖ Reducción de sólidos suspendidos
- ❖ Reducción de parásitos $\Rightarrow$ Nematodos > 10 días
- ❖ Reducción de costos de construcción $\Rightarrow$ > cargas superficiales



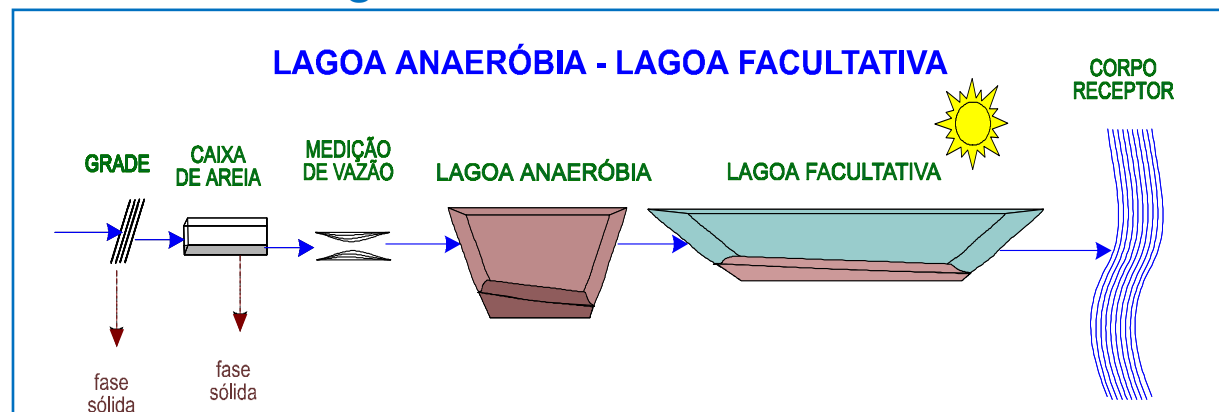
Secundaria

- ❖ Reducción de Coliformes fecales al nivel deseado
- ❖ Complementar reducción de nematodos
- ❖ Reducir a los niveles requeridos la concentración de otros contaminantes (DBO, nutrientes y algas)
- ❖ Minimizar la influencia de la estratificación termal

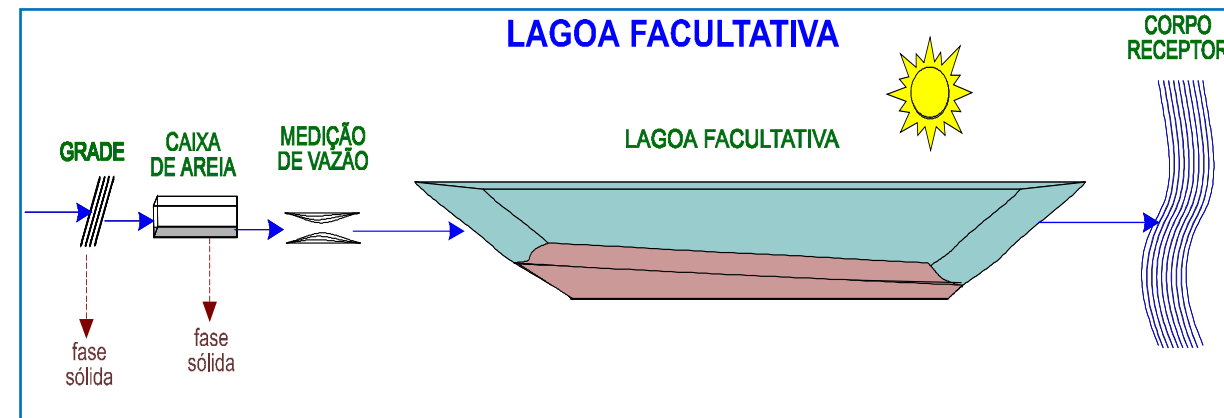


Sistemas de lagunas de estabilización

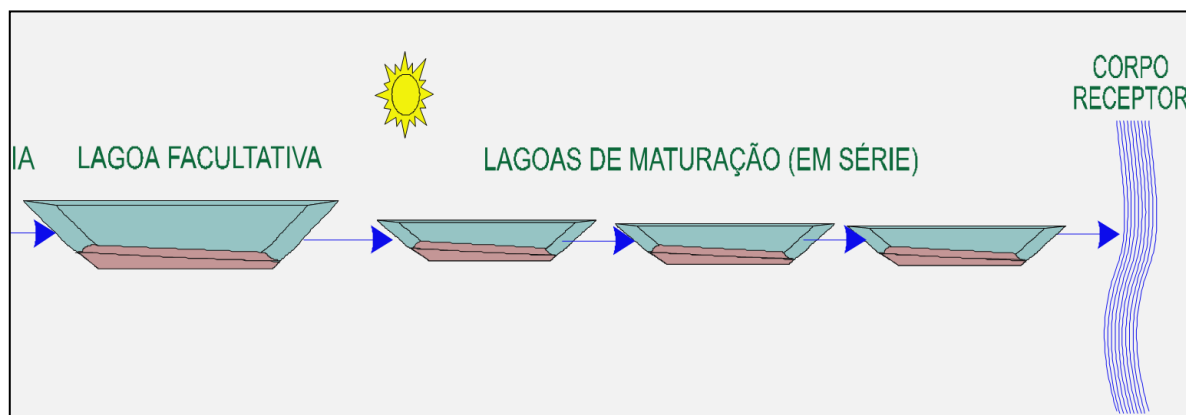
• Sistema Laguna anaeróbica + facultativa



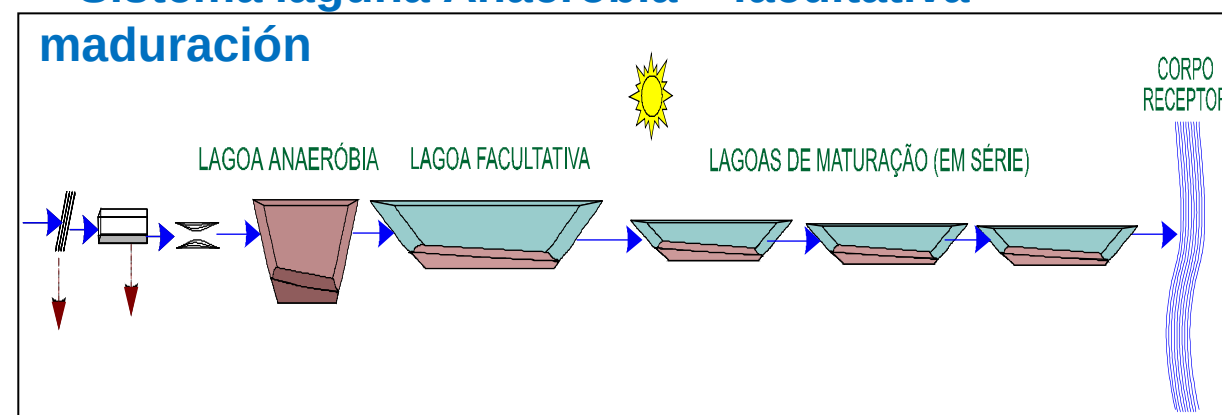
• Sistema Facultativa primaria



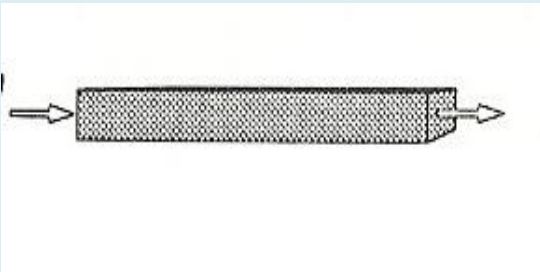
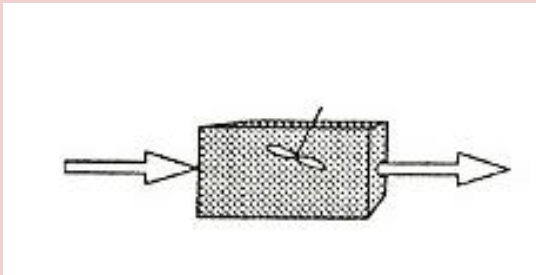
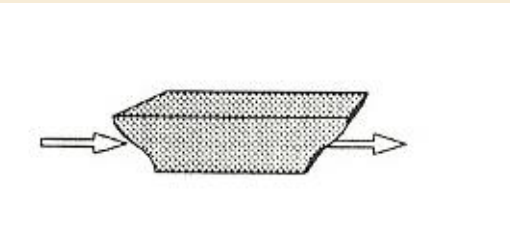
■ Sistema laguna facultativa + maduración



■ Sistema laguna Anaerobia + facultativa + maduración



Modelos de régimen hidráulicos

Modelo Hidráulico	Esquema	Características
Flujo Pistón		La partículas entran continuamente en una extremo del tanque, pasan a través del mismo y son descargadas en el otro extremo, en la misma secuencia en que entran, las partículas conservan su identidad y permanecen un tiempo igual al de retención. Se logra en Tanques largos
Mezcla Completa		La partículas que entran en el tanque son inmediatamente dispersadas en todo el reactor , el flujo de entrada y salida es continuo, las partículas dejan el tanque en proporción a su distribución estadística. Se obtiene en tanque cuadrados o circulares.
Flujo Disperso		El flujo es arbitrario y se obtiene en un sistema con un grado de mezcla intermedio entre flujo pistón y mezcla completa, en la realidad la mayor parte de los reactores trabajan así.



Características principales de los sistemas de Lagunas

Descripción	Característica	Facultativa	Anaerobia + facultativa	Aireada Facultativa	Aireada MC + L Decantación
Eficiencia	DBO (%)	70 - 85	70 - 90	70 - 90	70 - 90
	Nitrógeno (%)	30 - 50	30 - 50	30 - 50	30 - 50
	Fosforo (%)	20 - 60	20 - 60	20 - 60	20 - 60
	Coliformes (%)	60 - 99	60 - 99.9	60 - 96	60 - 99
Requisitos	Area (m ²)	2.0 - 5.0	1.5 - 3.5	0.3 - 0.6	0.2 - 0.5
	Potencia (W/hab)	≈ 0	≈ 0	1.0 - 1.7	1.0 - 1.7
Costos US\$	Obra civil	10 - 30	10 - 25	10 - 25	10 - 25



CONASA
Consejo Nacional de Agua
Potable y Saneamiento

Receso, Para Preguntas



Lagunas Anaerobias

Operan bajo una condición **de ausencia de aire u Oxígeno libre** y se caracterizan por el empleo de una **alta carga orgánica** y por consiguiente un **corto período de retención**.

Su aspecto físico es de **coloración negra o gris**, cuando por efecto de una carga adecuada, presentan condiciones de fermentación del metano.

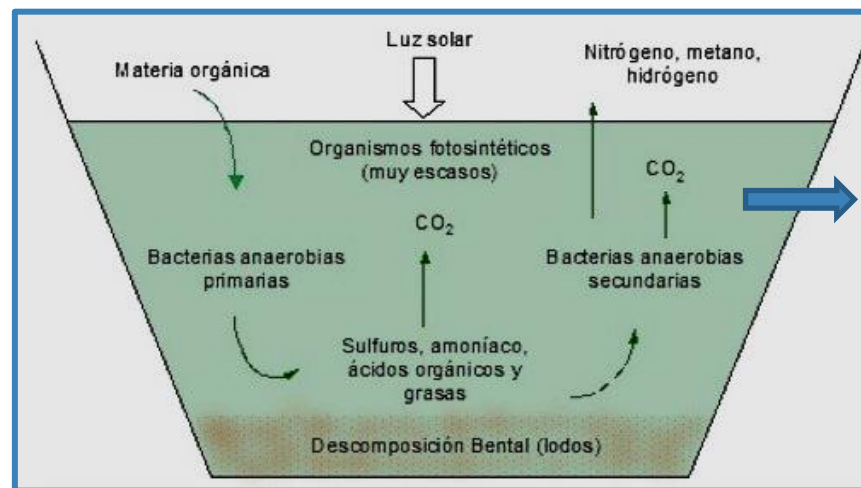
Se utilizan como una **primera etapa en el tratamiento de aguas residuales** domésticas e industriales.

En una laguna anaerobia típica, el agua residual entra muy cerca del fondo (generalmente por el centro de la laguna) y se mezcla con la biomasa sedimentada que tiene un espesor de aproximadamente 2.0 m.

El efluente se localiza en la parte superior de la laguna y debe estar por abajo de la superficie del líquido. El exceso de grasa no digerida flota formando un cobertor que evita que el calor se pierda y que entre aire.

Indicadores de buen funcionamiento:

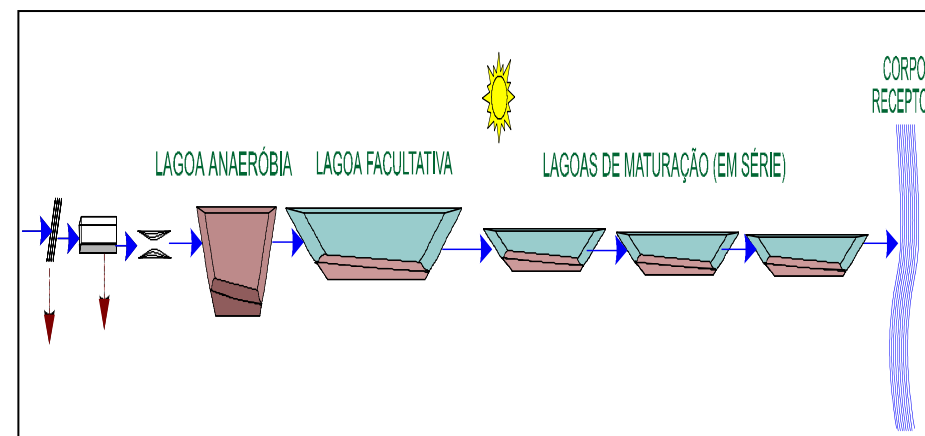
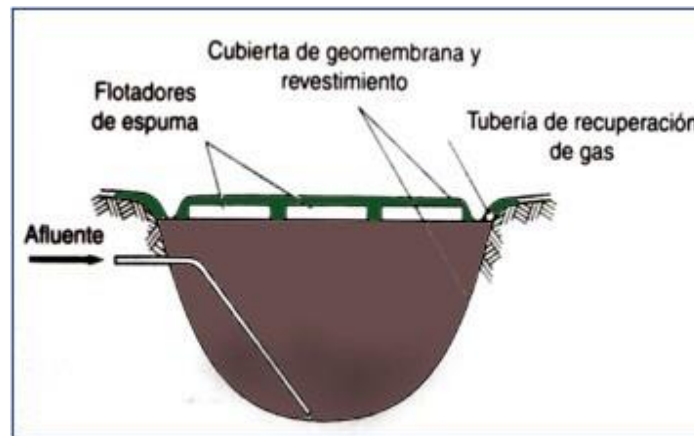
- Coloración gris.
- Burbujeo continuo en la superficie.
- Formación de costra superficial sólida compuesta por grasas, aceites y materias flotantes.
- Taludes interiores libres de vegetación.





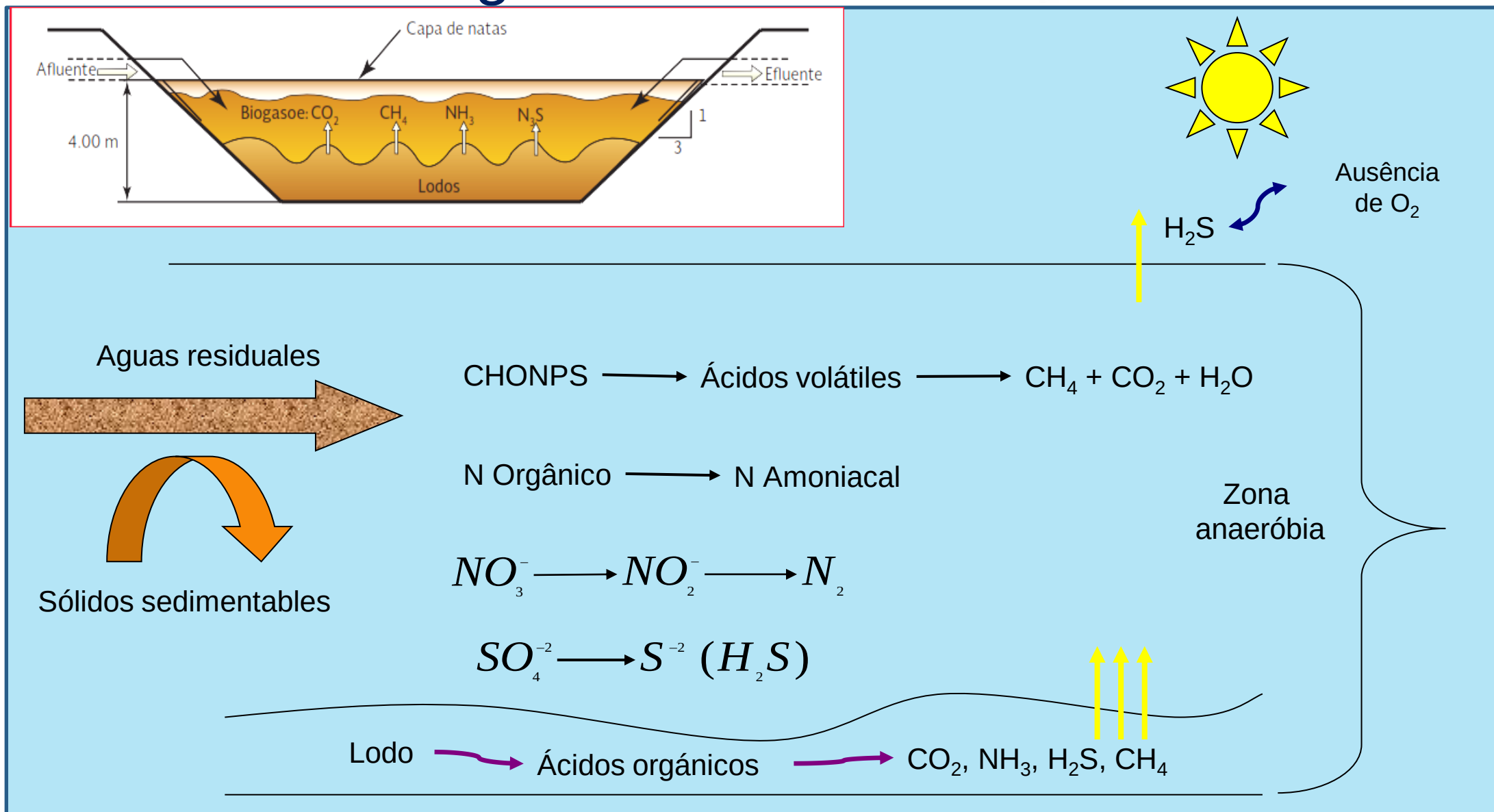
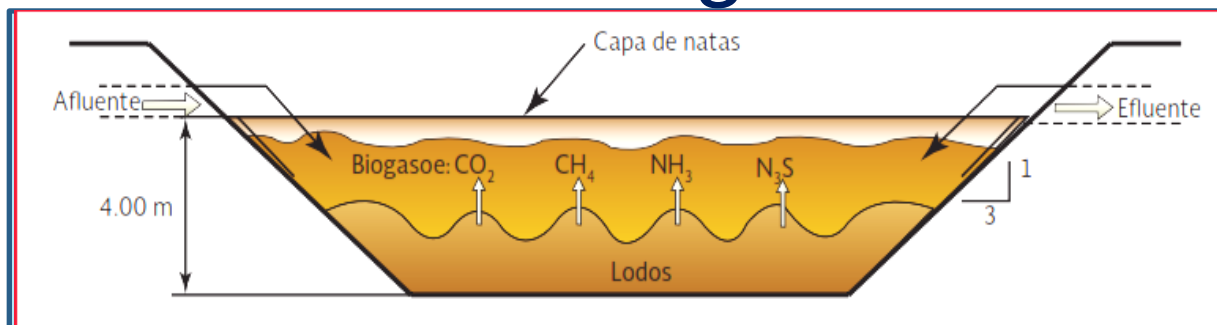
Características de las lagunas anaerobias

- Las lagunas anaerobias constituyen un proceso de tratamiento que **opera en ausencia de oxígeno**.
- Se utilizan normalmente como **primera fase en el tratamiento** de aguas residuales urbanas o industriales con alto contenido en materia orgánica biodegradable.
- El objetivo primordial de estas lagunas es la **reducción de contenido en sólidos y materia orgánica** del agua residual, y no la reducción de microorganismos patógenos y la obtención de un efluente de alta calidad.
- Las lagunas anaerobias **operan en serie con lagunas facultativas y de maduración**.
- Son **usualmente profundas** del orden de **4 a 5.0m**, esto es importante porque limita la penetración del oxígeno producido en la superficie a las zonas bajas. Por ser mas profundas el **área superficial es menor**.
- Las lagunas anaerobias **se diseñan para aguas residuales con altas cargas** y se caracterizan por su corto tiempo de retención hidráulica.





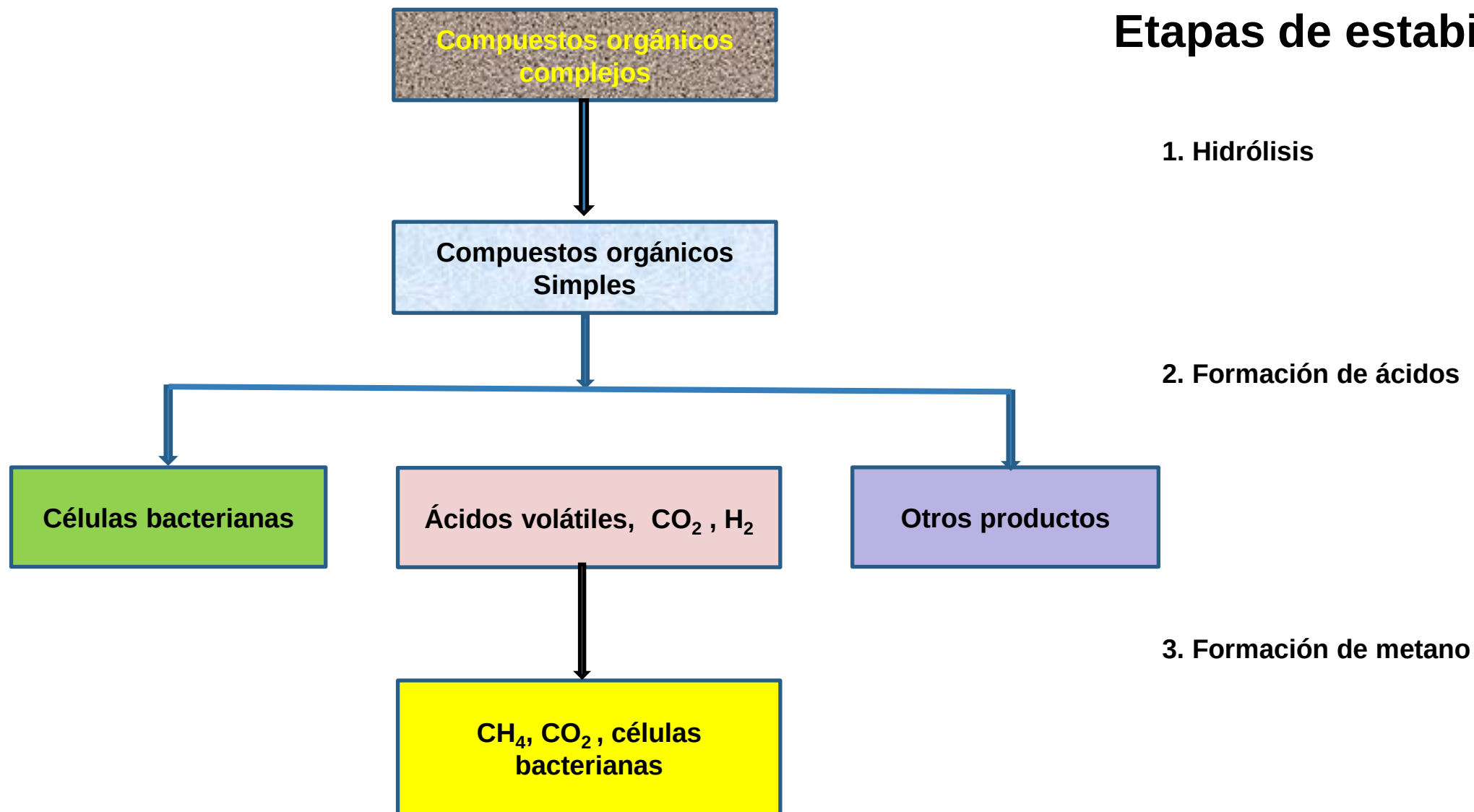
Lagunas Anaeróbicas





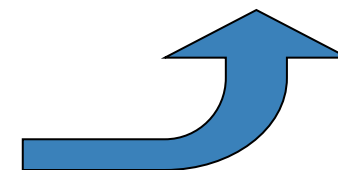
Mecanismos del proceso anaerobio

Etapas de estabilización



Microbiología – Lagunas anaeróbicas

		Fuente de carbono	
		CO ₂	Carbono Orgánico
Fuente de energía	Luz Solar	Fotoautotróficos	Fotoheterotróficos
	Oxidación de compuestos orgánicos e inorgánicos	Quimioautotróficos (Compuestos inorgánicos)	Quimioheterotróficos (Compuestos orgánicos)



Remoción de compuestos orgánicos en estado soluble coloidal y particulado



Problemas y solución en lagunas anaerobias

Problema	Causa	Solución
Malos olores	Carga orgánica excesiva	▪ Construcción de un nuevo módulo ▪ By-Pass temporal de la laguna ▪ Aumentar la profundidad de trabajo ▪ Siembra de bacterias metanogénica ▪ Ajuste de pH
	Carga orgánica demasiado baja	▪ Reducción de los módulos de servicio ▪ Disminuir la profundidad de trabajo ▪ Siembra de bacterias metanogénica
	Caída brusca de temperatura ambiente	Promover la formación de costra superficial con paja o poliestireno
	Tóxicos o valores anormales de pH en la alimentación	By-pass temporal de la planta hasta que se localice el vertido responsable
Color rosa o rojo	Bacterias fotosintéticas de azufre, defecto de carga orgánica	▪ Reducir el número de módulos en servicio ▪ Disminuir la profundidad de trabajo ▪ Siembra de bacterias metanogénica
Presencia de mosquitos u otros insectos	Crecimiento de plantas acuáticas	Eliminación de todas las plantas acuáticas u otros posibles soportes para larvas
	Larvas en la costra superficial	▪ Remover la costra para que las larvas se desprendan y sedimenten. ▪ Utilización local de insecticidas ecológicos
Crecimiento de plantas acuáticas y malas hiervas en los taludes		Eliminación de todas las plantas, en los taludes internos, eliminar o recortar las malas hiervas en los taludes externos



Programa de muestreo en laguna anaerobia

Parámetro	Sitio de muestreo	Tipo de muestra	Frecuencia
Medición de gasto	A, E	in situ	Diaria
Color	A, E, P	in situ	Diaria
Olor	A, E, P	in situ	Diaria
Materia flotante	A, E, P	in situ	Diaria
pH	A, E,	simple	Diaria
Temperatura del agua	A, E	simple	Diaria
Temperatura del ambiente	A, E	simple	Diaria
Conductividad eléctrica	A, E	simple	Diaria
Alcalinidad total	A, E	simple	1/semana
Demanda bioquímica de oxígeno total y soluble	A, E	Simple (6)	1/semana
Demanda química de oxígeno total y soluble	A, E	compuesta	1/semana
Sólidos sedimentables	A, E	compuesta	1/semana
SST	A, E	compuesta	1/semana
SSV	A, E	compuesta	1/semana
N-NH ₃	A, E	compuesta	1/mes
S y sulfatos	A, E	compuesta	1/mes
N-total	A, E	compuesta	1/mes
P-total	A, E	compuesta	1/mes
Huevos de helminto	A, E	simple	2/mes
Coliformes fecales	A, E	Simple (6)	1/semana
Profundidad de lodos	P	in situ	1/ mes

A= afluente a la laguna E= efluente de la laguna P=proceso

Lagunas facultativas

Son aquellas donde la estabilización de las aguas residuales se lleva a cabo mediante una **combinación de bacterias aeróbicas, facultativas y anaeróbicas**. Estas lagunas se excavan en el terreno y se alimentan con agua residual procedente de un **proceso previo de desbaste o con el efluente de un tratamiento primario**.

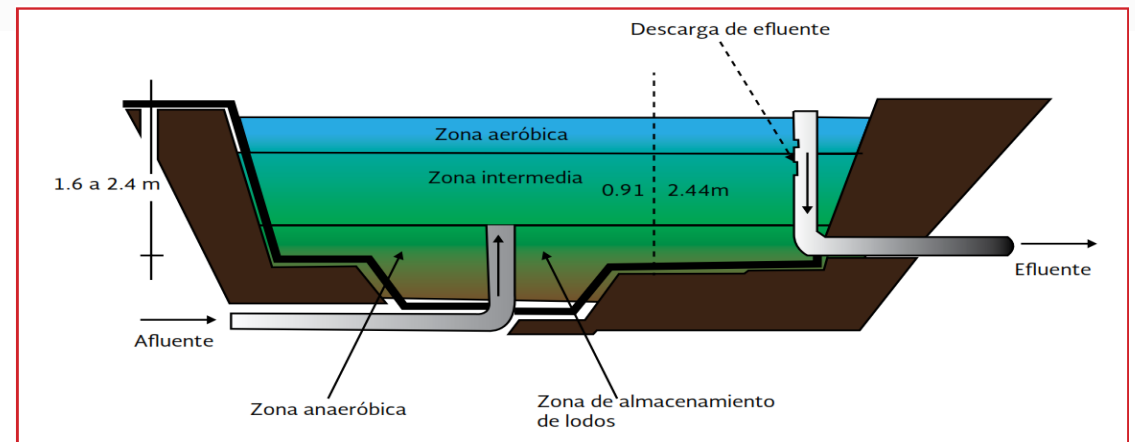
Los sólidos de gran tamaño sedimentan para formar una capa de fango anaeróbico, los **materiales orgánicos sólidos y coloidales se oxidan por la acción de las bacterias** aeróbicas y facultativas, empleando el oxígeno generado por las abundantes algas presentes en la superficie.

El dióxido de carbono (**CO₂**) que se produce en el proceso de oxidación orgánica, sirve como fuente de carbono para las algas.

La descomposición anaerobia de los sólidos de la capa de fango permite la producción de compuestos orgánicos disueltos y de gases como el **CO₂, H₂S, CH₄ y el NH₃** que se oxidan por las bacterias aerobias o se liberan a la atmósfera.

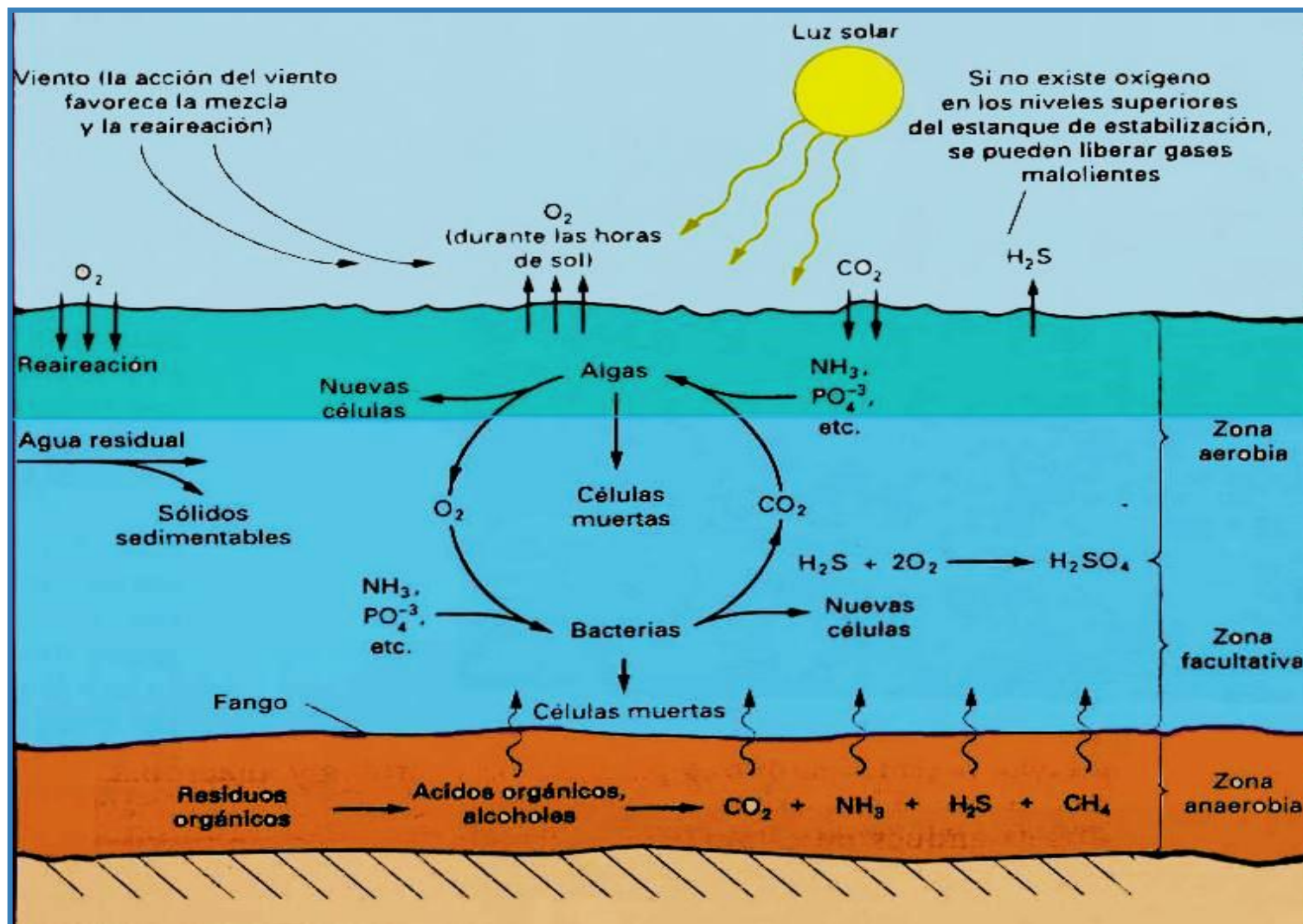
La profundidad empleada generalmente en las lagunas facultativas varía de **1.8 a 2.0** metros.

La generación de oxígeno por la actividad fotosintética está sujeta al ciclo diurno de insolación; **durante el día se presentan altas concentraciones de oxígeno disuelto y bajas concentraciones durante la noche.**



Funcionamiento de la laguna facultativa

Influencia de las condiciones ambientales



Factor	Influencia
Radiación solar	• Velocidad de fotosíntesis
Temperatura	• Velocidad de fotosíntesis • Tasa de descomposición bacteriana • Solubilidad y transferencia de gases • Condiciones de mezcla
Viento	• Condiciones de mezcla • Reaireación atmosférica

Indicadores de buen funcionamiento:

- Coloración verde intensa del agua y ausencia de sólidos sedimentables.
- Superficie del agua libre de toda materia sólida.
- Ausencia de plantas acuáticas y hierbas en los taludes.

Microbiología – Lagunas facultativas

		Fuente de carbono	
		CO ₂	Carbono Orgánico
Fuente de energía	Luz Solar	Fotoautotróficos	Fotoheterotróficos
	Oxidación de compuestos orgánicos e inorgánicos	Quimioautotróficos (Compuestos inorgánicos)	Quimioheterotróficos (Compuestos orgánicos)

Producción de O₂ y
mantención de condiciones
aerobias en la laguna

Remoción de compuestos
orgánicos en estado
soluble coloidal y
particulado



Potencial de Hidrógeno (pH)

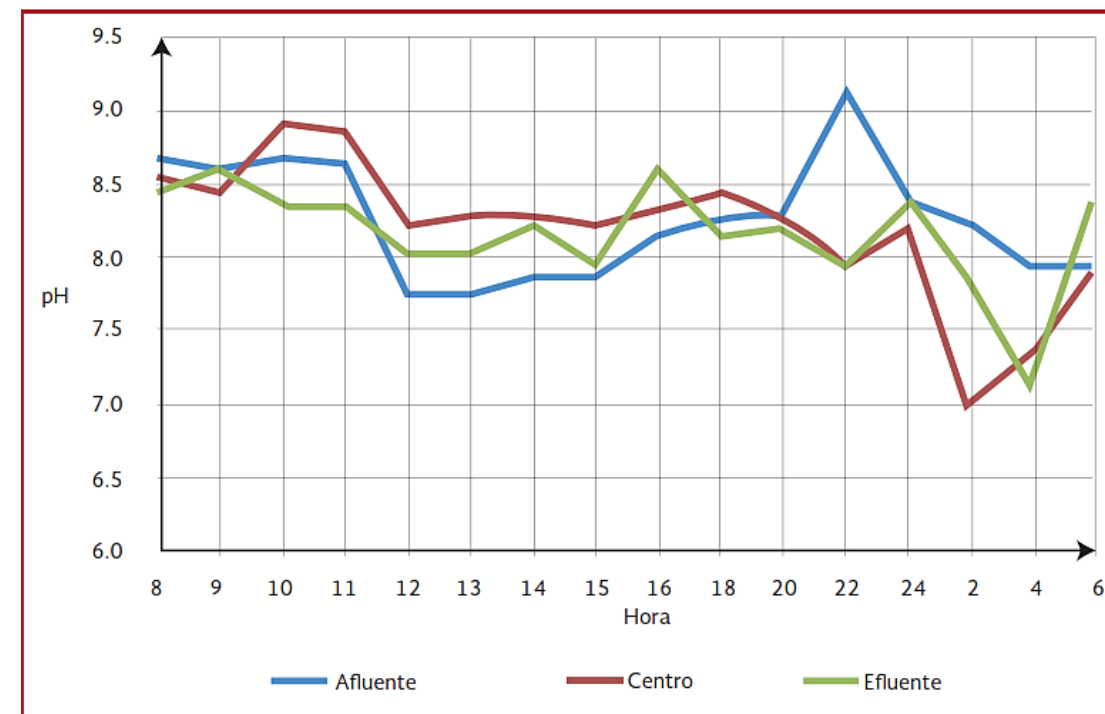
El rango de Potencial de hidrógeno (pH) de las **aguas residuales municipales es de 6.8 a 7.5** (EPA, 2011), dependiendo de la alcalinidad y dureza del agua. **El pH es un buen indicador de la salud del sistema lagunar.**

Las lagunas que contienen una coloración verde oscura generalmente presentan un alto número de algas verdes y un correspondiente alto potencial de hidrógeno.

Las lagunas que presentan un color negro a gris y tienen una disminución de pH (< 6.8) pueden estar sépticas o avanzar hacia un estado séptico.

En las **lagunas anaerobias debe presentarse en el rango de 6.5 a 7.5**; en las **lagunas Facultativas en la capa aerobia debe estar entre 8 a 10** y en el fondo de la laguna en el rango de 6.5 a 7.5.

Las lagunas de **maduración** que son aerobias presentan **pH entre 8 a 10**.



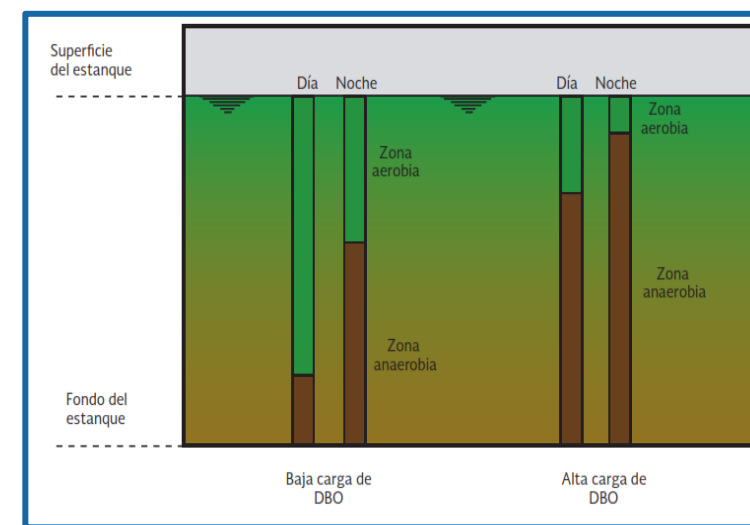
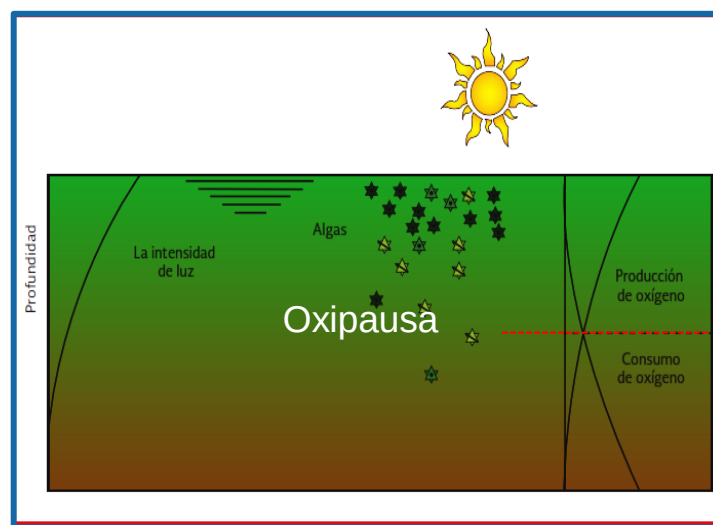
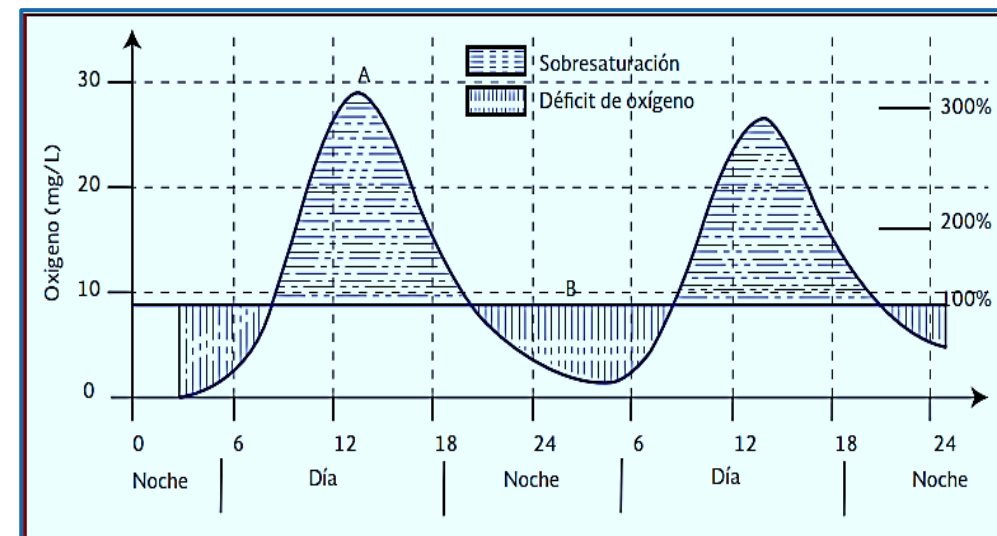
Oxígeno Disuelto

Las lagunas facultativas **presentan concentraciones de oxígeno disuelto superiores a 6 mg/L**, principalmente durante la fase de radiación solar y en la capa aerobia; durante la noche la concentración de oxígeno disminuye.

Las lagunas de maduración también presentan concentraciones mayores de 6 mg/L durante el día y contenido de oxígeno disuelto en su profundidad.

El oxígeno disuelto debe medirse al menos una vez al día durante el primer turno de operación (turno matutino), como una labor rutinaria en afluente y efluente de cada laguna, en forma diaria.

Para su obtención deberá utilizarse un medidor de oxígeno disuelto, que deberá haber sido calibrado antes de su uso.



Lagunas facultativas de Cane

Lagunas facultativas sector Sur Este



Observaciones:
No se dejaron lechos de secado o se
identificó una zona para el
almacenamiento de arenas y lodos.

Lagunas facultativas sector Sur Oeste



Observaciones:

- ✓ Laguna con baja carga
- ✓ Requiere limpieza, gran cantidad de algas
- ✓ Solo funciona una tubería de entrada
- ✓ La rampa trastorna el flujo hidráulico.



Programa de muestreo en una laguna facultativa

Parámetro	Sitio de muestreo	Tipo de muestra	Frecuencia
Medición de gasto	A, E	in situ	Diaria
Color	A, E, P	in situ	Diaria
Olor	A, E, P	in situ	Diaria
Materia flotante	A, E, P	in situ	Diaria
pH	A, E	in situ, simple	Diaria
Temperatura del agua	E	in situ, simple	Diaria
Temperatura del ambiente	Proceso	in situ, simple	Diaria
Oxígeno disuelto	A, E	in situ, simple	Diaria
Perfiles de oxígeno disuelto	Proceso	in situ, simple	1/mes
Perfiles de temperatura	Proceso	in situ, simple	1/mes
Demanda bioquímica de oxígeno	A, E	Simple (6)	1/semana
Demanda química de oxígeno	A, E	compuesta	1/semana
SST	A, E	compuesta	1/semana
SSV	A, E	compuesta	1/semana
Sólidos sedimentables	A, E	compuesta	1/semana
Clorofila "a"	A, Proceso, E	compuesta	1/mes
NTK y N-NH ₃	A, E	compuesta	1/mes
P-total	A, E	compuesta	1/mes
Coliformes fecales	A, E	Simple (6)	1/semana
Huevos de helminto	A, E	simple	2/mes
Profundidad de lodos	Proceso	in situ	1/cada 3 meses

A= afluente a la laguna E= efluente de la laguna P=proceso

Problemas y soluciones el lagunas facultativas

Problema	Causa	Solución
Acumulación de materiales flotantes en la superficie	Formación de costras debida a la acumulación de algas en superficie, especialmente después de épocas muy calurosas	Promover la sedimentación de los agregados de algas o el fango usando una manguera, si se dispone de agua, o un rastrillo una vez que el viento haya arrastrado los sólidos hacia la orilla.
	Flotación del fango del fondo en épocas muy calurosas	Eliminar los agregados de algas o los fangos mediante una red de limpieza de piscinas.
	Acumulación de papeles, plásticos o grasas que no hayan sido retenidos en el pretratamiento	Eliminar todas la materias flotantes mediante red
Color rosa o rojo (bacterias de azufre)	Sobrecarga	■ Aumentar el número de módulos en servicio ■ Mejorar la distribución de caudales en las cajas distribuidoras de caudal ■ Parar la planta hasta que se localice el vertido (By-pass) ■ Renovar el agua de cada laguna mediante la introducción de todo el caudal de la planta durante un tiempo equivalente al doble del tiempo de retención hidráulica.
Olores desagradables	Tóxicos en el agua residual	Parar la planta hasta localizar el vertido contaminante.
	Períodos prolongados de mal tiempo	Poner más módulos en servicio
	Reducción en la mezcla producida por el viento	Eliminar todos los obstáculos(cercos de obra, árboles), otra posibilidad es instalar aireadores
	Cortocircuitos	Identificar las causas

Problemas y soluciones, lagunas facultativas y maduración

Problema	Causa	Solución
Anomalías de flujo	Localización deficiente de entradas y salidas	Rediseñar las entradas y salidas, teniendo en cuenta el régimen de viento.
	Morfología deficiente de las lagunas	Instalación de entradas y salidas múltiples
	Corrientes inducidas por el viento	Colocación de alimentación y desagüe de forma que los vientos dominantes sean perpendiculares al flujo.
	Desarrollo estacional de estratificación térmica	Colocación de entradas y salidas a varias profundidades para romper la estratificación térmica
	Presencia de plantas acuáticas	Eliminación de todas las plantas acuáticas.
Presencia de mosquitos u otros insectos	Acumulación de fangos en lagunas facultativas primarias.	Retirar los depósitos de fangos del fondo.
	Crecimiento de plantas acuáticas	Eliminación de todas las plantas acuáticas u otros posibles soportes para larvas. Cría de peces en lagunas de maduración
Crecimiento de plantas acuáticas y malas hiervas en los taludes		Eliminación de todas la plantas en los taludes internos; eliminar o recortar las malas hierbas en los taludes externos

Lagunas de Maduración

Son frecuentes como tratamiento terciario después de una secuencia de lagunaje anaerobio + facultativo, con el objeto de mejorar la calidad del efluente principalmente reduciendo la concentración de patógenos, para lo cual su colocación en serie o con flujo pistón es más efectiva .

Los factores que intervienen en el proceso son: Sedimentación, escasez de alimento, rayos ultravioletas, predadores, competencia y toxinas producidas por algunas especies en el medio, altas temperaturas y valores de pH.

Los principales parámetros de diseño para una carga dada son: el régimen hidráulico adoptado y el tiempo de retención.

El régimen hidráulico tiene una gran eficiencia en la remoción de coliformes, en orden descendente la eficiencia es la siguiente:

- ☐ Flujo pistón
- ☐ Lagunas en serie
- ☐ Flujo disperso
- ☐ Mezcla completa



Laguna de maduración, Cane la Paz



Factores que influyen en la remoción de patógenos en una laguna de maduración

Físicos

- ✓ Temperatura
- ✓ Sedimentación

Físico Químicos

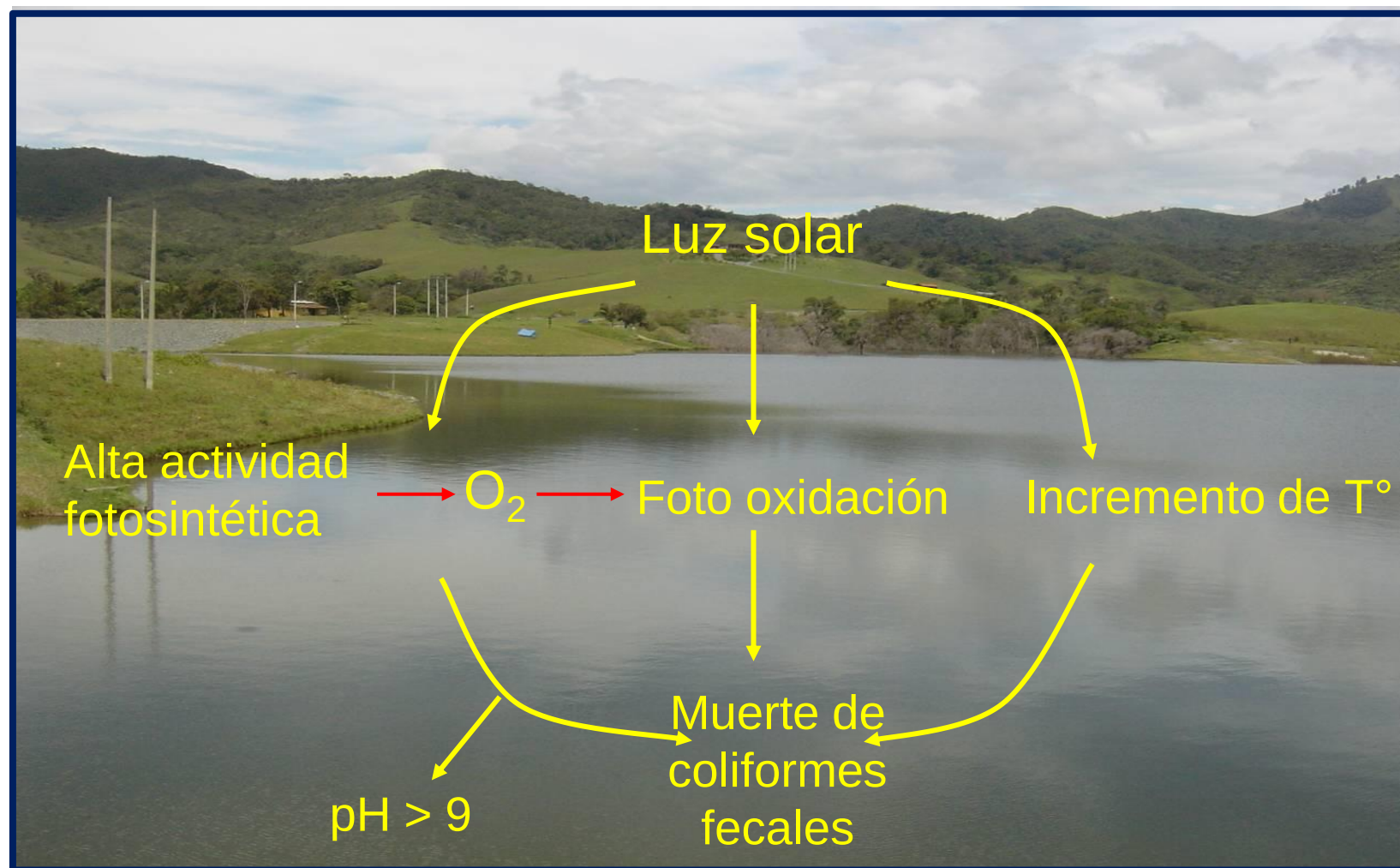
- ✓ Salinidad
- ✓ pH
- ✓ Oxígeno Disuelto
- ✓ Intensidad de la radiación solar

Bioquímicos

- ✓ Concentración de nutrientes
- ✓ Presencia de tóxicos

Biológicos

- ✓ Presencia de predadores
(protozoos, rotíferos y crustáceos)



Control Operacional

Identificación de la laguna..... Fecha / / Nombre operador

1. Acontecimiento

- Levantamiento del lodo en alguna punto de la laguna
- Manchas verdes en la superficie de la laguna
 - Anaerobia
 - Facultativa
- Manchas negras en la laguna facultativa
- Aparición de vegetación
 - En la laguna
 - En los taludes
- Alguna filtración visible
- Cercados en orden
- Presencia de insectos
- Presencia de Aves
- Canales de aguas lluvias limpios
- Medidor de caudal funcionando
- Malos olores

Si

No

2. Parámetros Físico Químicos

Parámetro	Hora			Observaciones
	7.00	12.00	17.00	
Altura de la lamina de agua en el medidor				
Caudal (L/s)				
Temperatura °C				
▪ Del Aire ▪ Del Agua residual • Afluente • Centro de la laguna • Efluente				





Control Operacional, continuación

	7.00	12.00	17.00	Observaciones
Nivel de la lámina líquida, m				
pH - Afluente - Efluente				
Sólidos sedimentables - Entrada a la laguna primaria - En el efluente de la laguna primaria				
OD, a 20 cm bajo la superficie líquida Próximo al efluente de la laguna facultativa				

3. Condiciones meteorológicas

	Clasificación	Período		Observaciones
		7.0 a 12.0	12.0 a 17.0	
Tiempo	Sol brillante Semi-nublado, con nubes Nublado sin sol			
Precipitaciones	Ausente Llovizna Lluvia moderada Lluvia fuerte			
Intensidad de los vientos	Nulo Poco viento Vientos moderados Vientos fuertes			



Lagunas Problemas operacionales

Problema	Causa	Medida de prevención y control
Espuma y flotantes	▪ Súper floración de algas ▪ Vertido de material extraño ▪ Placas de lodo desprendido del fondo. ▪ Poca circulación de aire	▪ Deshacer espuma con chorros de agua o con rastrillo ▪ Remover espuma con pascón ▪ Desagregar o remover placas de lodo ▪ Remover obstáculos para permitir la circulación del viento
Malos olores causados por sobrecarga	▪ Sobrecarga de aguas negras, causando caída de pH, reducción de la concentración de Oxígeno Disuelto, cambio en el color del efluente de verde a verde amarillento, aparición de zonas Muertas junto al afluente y malos olores.	▪ Transformar la operación de serie a paralelo. ▪ Retirar temporalmente de operación la laguna problemática. ▪ Recircular el efluente en una relación de 1/6. ▪ Considerar entradas múltiples para evitar caminos preferenciales. ▪ Adicionar nitrato de Sodio, como complemento de fuente de Oxígeno combinado.
Malos olores causados por malas Condiciones atmosféricas	Largos períodos con tiempo nublado y temperaturas bajas	▪ Disminuir la lámina de agua ▪ Colocar una laguna en paralelo ▪ Instalar aireadores superficiales próximos a la entrada del efluente.
Malos olores causados por sustancias tóxicas	Substancias tóxicas provenientes de descargas industriales	▪ Realizar análisis Físico químicos completos para identificar el compuesto tóxico. ▪ Identificar dentro de la cuenca la industria

Indicaciones de buen funcionamiento de las lagunas de maduración

Se supone que una laguna facultativa o de maduración está funcionando adecuadamente cuando:

- El agua presenta una coloración verde pálido y está prácticamente libre de sólidos sedimentados. Las coloraciones verde – azuladas denotan la presencia de algas verde-azules (cianofíceas), que tienen efectos negativos por su menor productividad y tendencia a la formación de agregados que impiden la correcta iluminación de las lagunas;
- La superficie del agua está libre de toda materia sólida;
- Existe ausencia de plantas acuáticas y malas hierbas en los taludes.

Problemas de funcionamiento de las de maduración

Los problemas operativos más frecuentes en las lagunas de maduración son:

- La acumulación de materias flotantes,
- Aparición de malos olores,
- Desarrollo de coloraciones rosa o rojo,
- Anomalías de flujo,
- Crecimiento de malas hierbas y plantas acuáticas y
- Desarrollo de mosquitos y otros insectos.

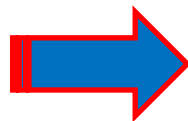


Problemas y soluciones en lagunas de maduración

Problema

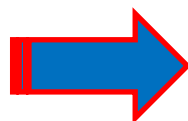
Solución

Anomalías de flujo



- Rediseñar las entradas y salidas, teniendo en cuenta el régimen del viento.
- Instalación de entradas y salidas múltiples.
- Eliminación de plantas acuáticas

Presencia de mosquitos y/o insectos



- Eliminación de todas las plantas acuáticas y otros posibles soportes de larvas

Crecimiento de plantas acuáticas y malas hiervas en los taludes



- Eliminación de todas las plantas en los taludes internos, eliminar o cortar las malas hiervas en los taludes externos



Las labores típicas de operación y mantenimiento

- Mantener limpia la rejilla en todo momento, remover el material retenido, desaguarlo y enterrarlo diariamente. Es recomendable medir el volumen diario de material dispuesto.
- Mantener controlada la vegetación de los diques impidiendo su crecimiento más allá del nivel del triturado o grava de protección contra la erosión.
- Remover toda la vegetación emergente en el talud interior de las lagunas
- Inspeccionar y prevenir cualquier dalo en diques, cerca o unidades de entrada, interconexión y salida (Romero, 1999).



Operación y mantenimiento lagunas de maduración

- Medición del caudal.
- Llenado de las lagunas.
- Tendencia de la laguna a secarse.
- Desbordamiento de las lagunas.
- Extracción de lodos.
- Producción de malos olores.
- Problemas sobre los bordos.
- Variaciones en el color del agua.
- Exceso de sólidos en la salida.
- Exceso de espumas en la salida.
- Control de insectos.
- Eliminación de la vegetación no deseada.
- Lagunas con poca carga.
- Lagunas sobrecargadas.
- Registro de la información.
- Monitoreo de rutina.
- Equipos y herramientas para el mantenimiento.
- Requerimientos de personal.





Programa de muestreo, laguna de maduración

Parámetro	Sitio de muestreo	Tipo de muestra	Frecuencia
Medición de gasto	A, E	in situ	Diaria
pH	A, E	simple	Diaria
Temperatura del agua	A, E	simple	Diaria
Temperatura del ambiente	P	in situ	Diaria
Color	A, E, P	in situ	Diaria
Olor	A, E, P	in situ	Diaria
Materia flotante	E	simple	Diaria
Oxígeno disuelto	A, E, P	simple	Diaria
Perfiles de oxígeno disuelto	P	in situ	1/mes
Perfiles de temperatura	P	in situ	1/mes
Demanda bioquímica de oxígeno total y soluble	A, E	compuesta	1/semana
Demanda química de oxígeno total y soluble	A, E	compuesta	1/semana
Sólidos sedimentables	A, E	compuesta	1/semana
SST y SSV	A, E	compuesta	1/semana
Clorofila "a"	A, P, E	simple	1/semana
NTK y N-NH ₃	A, E	compuesta	1/mes
P-total	A, E	compuesta	1/mes
Coliformes fecales	A, E	Simple (6)	1/semana
Huevos de helminto	A, E	simple	2/mes
Profundidad de lodos	P	in situ	1/cada 3 meses

A= afluente a la laguna E= efluente de la laguna P=proceso

Fuente: CONAGUA, Manual de lagunas de estabilización

Programa de mediciones y análisis

Nota:

D = diario

S = semanal

Q = quincenal

O = ocasional

Fuente: adaptado de
WHO/EMRO (1987)

Parámetro	Unidad	Afluente	Efluente	Frecuencia
Caudal	L/s	X	X	D
Temperatura	°C	X	X	D
Oxígeno Disuelto (OD)	mg/L	X	X	D
pH	-	X	X	D
DBO ₅	mg/L	X	X	S
DQO	mg/L	X	X	S
Sólidos suspendidos (SS)	mg/L	X	X	S
Sólidos sedimentables	mg/L	X	X	S
Sólidos volátiles	mg/L	X	X	S
Sólidos totales	mg/L	X	X	Q
Sólidos fijos	mg/L	X	X	Q
Nitrógeno total	mg/L	X	X	O
Fosforo total	mg/L	X	X	O
Coliformes fecales	CF/100ml	X	X	O
Huevos de Helminetos	unidad	X	X	O

Eficiencia en las lagunas

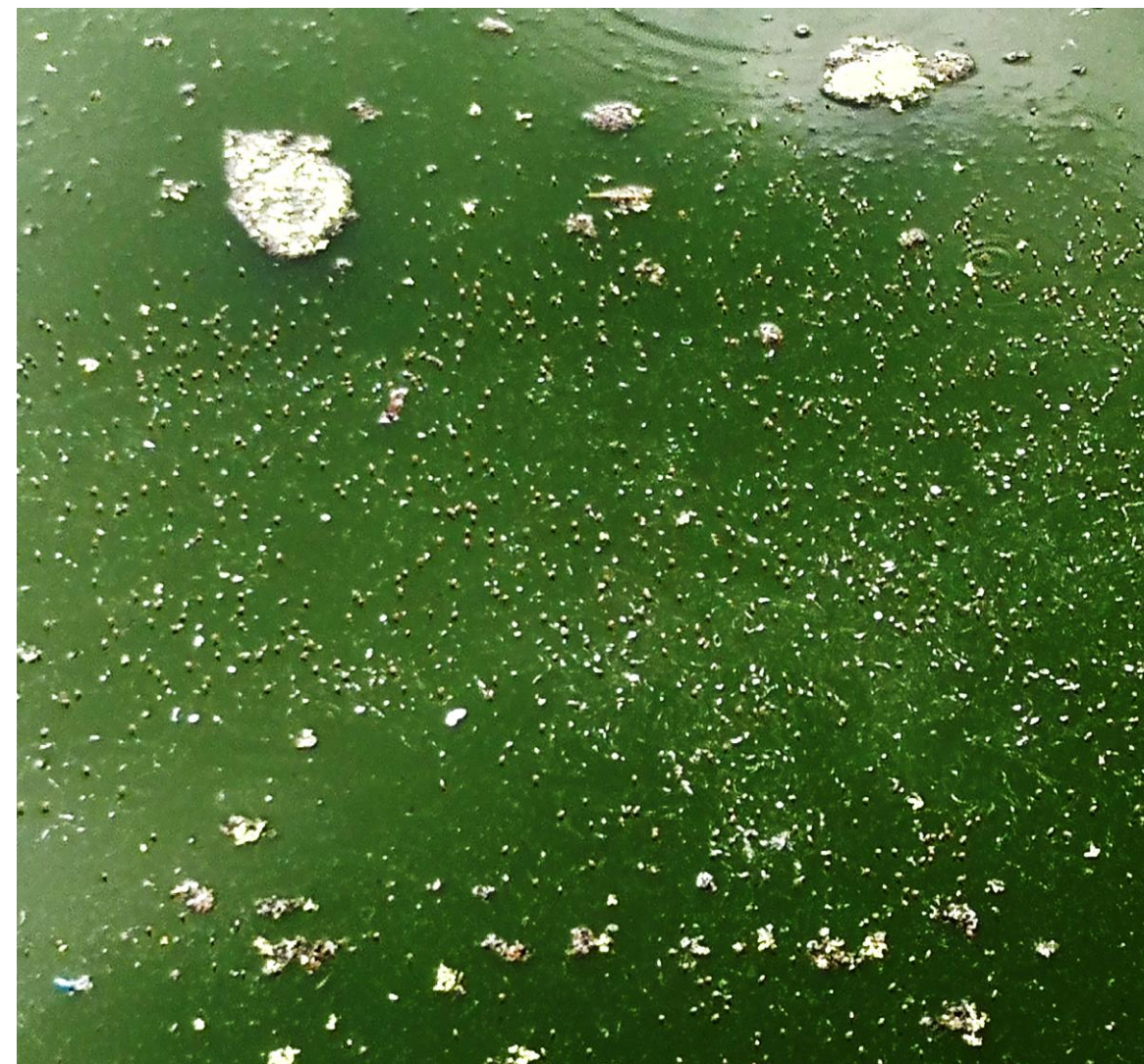
[illegible]

Mantenimiento de la laguna de maduración

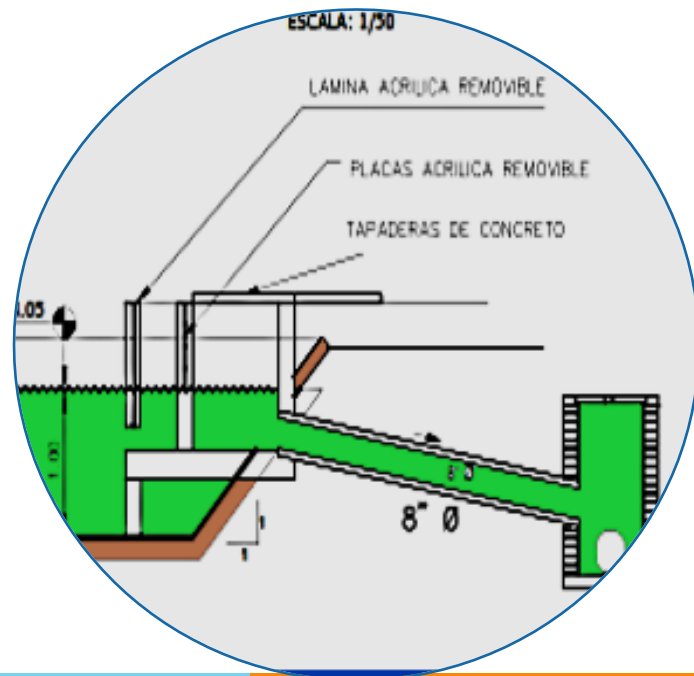
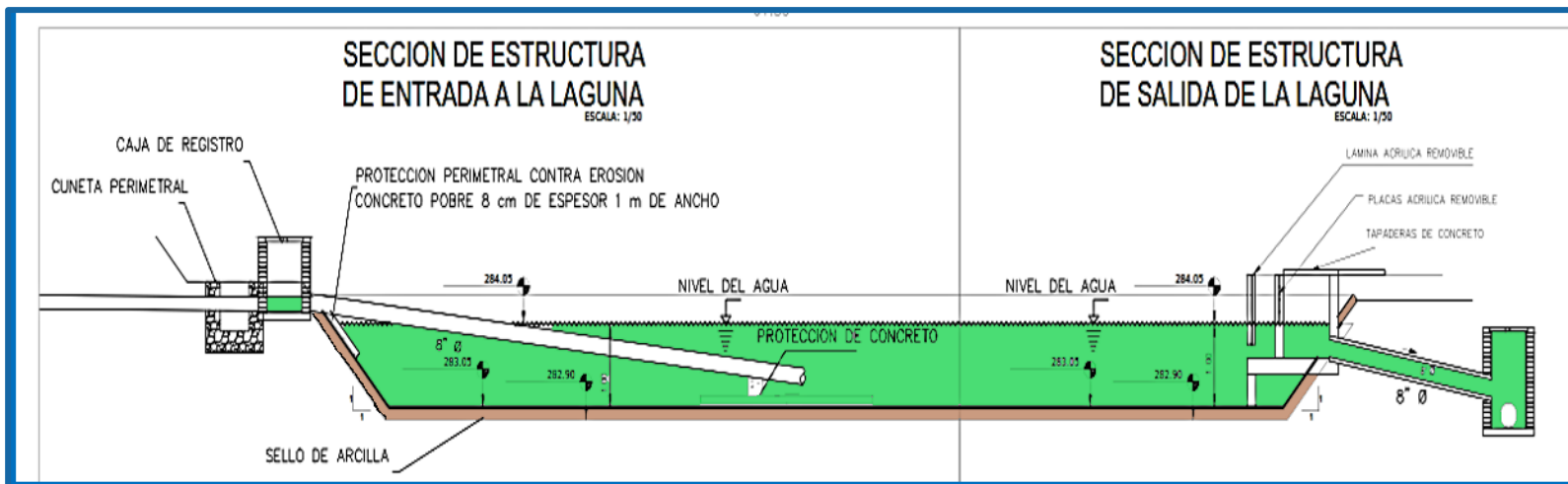


Observaciones:

1. Natas concentradas en la entrada y algas a lo largo de la laguna.
2. Gran cantidad de larvas de mosquitos y insectos, sobre el material flotante en la laguna
3. No cuentan con equipo para extracción de material flotante.



Problemas de la Entrada y salida





Actividades de operación y mantenimiento

N°	ACTIVIDAD	L	M	M	J	V	S	D	FRECUENCIA/OBSERVACIÓN
Limpieza de la rejilla									
1	Retiro de material acumulado en la rejilla.	X	X	X	X	X	X	X	Mañana y tarde, utilizando rastrillo deslizar los residuos acumulados hacia la bandeja de escurrimiento. La frecuencia en época de lluvias debe ser incrementada a tres veces por día.
2	Retiro de sólidos de la bandeja de escurrimiento.	X	X	X	X	X	X	X	Retirar el material y depositar en bolsas de polietileno y trasladarlas al relleno sanitario.
3	Limpieza de la rejilla.	X	X	X	X	X	X	X	Limpiar con agua a presión, luego de la última limpieza.
4	Revisión y pintado de la rejilla.								Semestral.
Desarenador									
5	Rastrillar previamente para liberar la materia orgánica y retirar la arena depositada.								Retirar al lecho de drenaje.
6	Revisar compuertas.								Semanal.
Lecho de drenaje									
7	Retiro material depositado en el lecho de drenaje (arenas y natas) a la fosa sanitaria.								Disponer en fosa sanitaria.
8	Verificar piso de ladrillo.								Mensual, reubicar piezas.
Canal Parshall									
9	Revisión funcionamiento.	X	X	X	X	X	X	X	Diaria.
10	Limpiar pared y piso.								Semanal.
11	Lectura de caudales.	X	X	X	X	X	X	X	Diaria.

N°	ACTIVIDAD	L	M	M	J	V	S	D	FRECUENCIA/OBSERVACIÓN
Compuerta de regulación									
12	Engrasar eje.								Semanal.
13	Operar y regular caudales.								Semanal.
Lagunas									
14	Retirar natas y costras.		X			X			Dos veces por semana, al lecho de drenaje y posterior retiro a la fosa sanitaria.
15	Verificar en lagunas superficie de geomembrana.	X	X	X	X	X	X	X	Inspección diaria, para verificar existencia de daños.
16	Cortar vegetación periférica.								Mensual.
17	Verificar conservación de los taludes internos de las lagunas impermeabilizadas con arcilla.								Mensual
Cerca perimetral									
18	Cortar vegetación que trepa por cerco perimetral.								Bimestral.
Caminos de acceso									
19	Verificar coronamiento/caminos perimetrales alrededor de las lagunas.								Mensual.

Fuente: Ministerio de Medio Ambiente y Agua (MMAyA), Guía, Operación y Mantenimiento para el Tratamiento de Aguas Residuales mediante Lagunas de Estabilización.



Material Flotante

Problema: En la superficie de las lagunas y en sus esquinas se forman costras y natas, que impiden el paso de la luz solar perjudicando el proceso de tratamiento, y que también pueden generar malos olores.

Causas	Control
Desarrollo excesivo de algas (formando natas color verdosas). Basuras no retenidas en la reja, hojas de árboles. Placas de lodo desprendidas del fondo de las lagunas.	Quebrar mediante chorros de agua o golpes de rastrillo las costras para lograr su hundimiento al fondo de la laguna. Retirar con desnatador las natas, depositarlas en el lecho de secado y posteriormente depositarlas en la fosa sanitaria.
Ingreso de descargas tóxicas proveniente de industrias.	Verificar, clausurar y sancionar el vertido de descargas industriales.
Limitada acción de las corrientes de viento.	Evitar obstáculos o barreras que impidan circulación del viento.

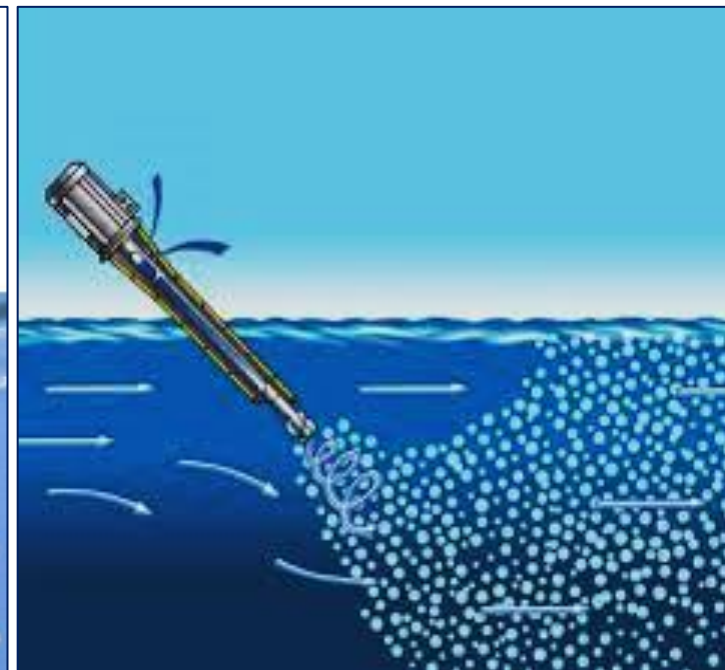
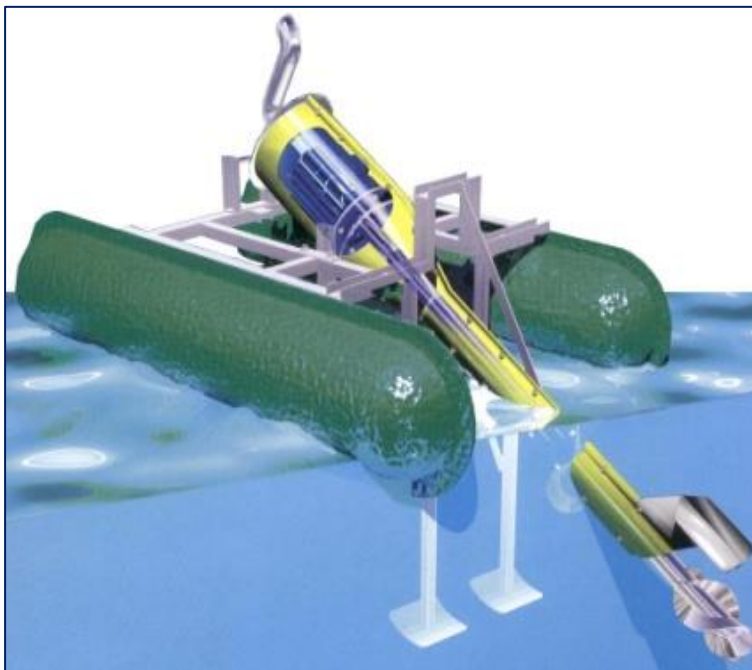




Disminución del contenido de Oxígeno $< 3.0 \text{ mg/L}$

Problema: Este fenómeno puede producirse por la elevación de la temperatura del agua en los meses más calientes.

Causas	Control
Baja penetración de luz.	Remover vegetación flotante.
Alta carga de materia orgánica (DBO).	Introducir aireación complementariamente.
Descargas industriales tóxicas.	Identificar descarga, anularla y sancionar al infractor, remediar daño ocasionado recirculando efluente final.



Disminución progresiva en pH

Problema: El pH se encuentra fuera de los parámetros permitidos.

Causas	Control
Sobrecarga.	Recircular el efluente, remover natas flotantes.
Periodos largos con condiciones atmosféricas adversas.	



Generación de malos olores por sobrecarga en la laguna

Generación de malos olores por sobrecarga en las lagunas

Problema: El caudal de aguas residuales a tratar supera los parámetros de diseño bajo los cuales se construyó la Planta de Tratamiento.

Causas	Control
Incremento caudal de diseño, incremento de la carga orgánica.	Recircular el efluente de la laguna al ingreso de la misma.
Sustancias tóxicas.	Identificar fuente de vertido y clausurar la conexión de descarga al alcantarillado.

Generación de malos olores por condiciones atmosféricas adversas

Problema: Largos periodos con tiempo nublado y temperatura baja.

Causas	Control
Frentes fríos muy prolongados (surazos).	Se recomienda introducir aire mediante compresor.



Proliferación de insectos

Problema: En la periferie de la laguna se suelen presentar gran cantidad de insectos que anidan en la periferie superior de las lagunas.

Causas	Control
Presencia de vegetación en márgenes de los taludes internos de la laguna.	En el paramento interno de la laguna crece vegetación que debe ser controlada con cortes periódicos. Variar el nivel de agua de la laguna en mantenimiento, operando la compuerta ubicada en la cámara de interconexión o cámara de salida del agua. Destruir espumas y natas. Aplicar criteriosamente productos químicos.



Vegetación dentro de la laguna

Problema: Dentro el paramento interno de la laguna se desarrolla crecimiento de especies vegetales.

Causas	Control
Bajo tirante de agua en la laguna.	Operar con tirantes de agua $> 0,90$ m.
Infiltración excesiva.	Reducir la permeabilidad.
Bajo caudal de agua.	Aplicar herbicidas.





Coloración en las lagunas

Coloración de las lagunas

El color del agua residual al ingreso de una laguna debe ser gris, el color de las aguas a la salida de las lagunas facultativas y de maduración es verde por la concentración de las algas.

Problema: Las lagunas presentan coloración verde azulada, roja o rosa.

Causas	Control
Presencia de cianobacterias si la coloración del agua es verde azulada.	Quebrar masa aflorada de cianobacterias. Adicionar sulfato de cobre.
Sobrecarga de materia orgánica si la coloración del agua es roja o rosada.	Recircular el agua.



Coloraciones en las lagunas

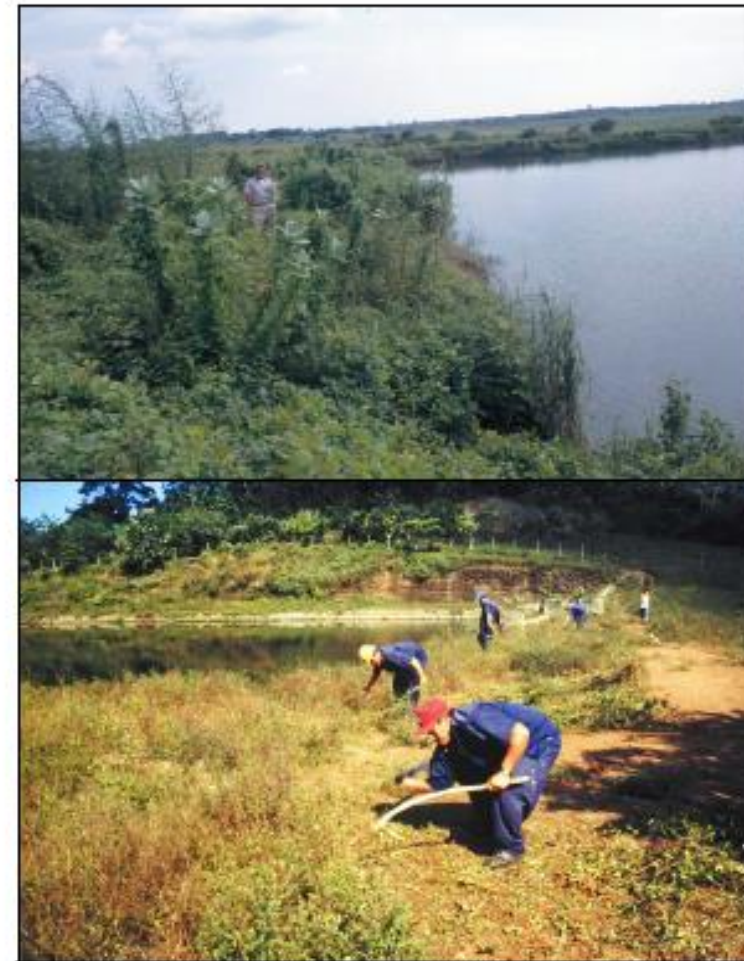


Apariencia de la laguna	Olor	Observación microscópica	Problema	Solución
Claro	Ninguno	Poco material suspendido	Ninguno	Ninguno
Marrón	Terroso	Flóculos bacterianos pequeños	Ninguno, por lo general buena operación	Ninguno
Gris-negro, lodo flotante y burbujas de gas en la superficie de la laguna	Fosa séptica o alcantarillado	Sulfuros precipitados en flóculos; bacterias de azufre a menudo filamentosas	Sobrecarga de materia orgánica Baja concentración de oxígeno disuelto Lodo en el afluente y cortocircuitos	Añadir deflectores o lagunas adicionales Mejorar entrada y salida de la recirculación de diseño Eliminar la acumulación de lodos
Verde	Herboso o terroso	Florece algas verdes	Floraciones de algas, pH con frecuencia > 9 Largos tiempo de residencia Carga inferior de materia orgánica	Recirculación Adición de una laguna de sedimentación Descarga del lodo
Esteras flotantes de algas verde-azul	A pescado	Florece bacterias verde-azules	Véase más arriba	Retire las lagunas de la operación, disminuir la profundidad del agua para disminuir TRH; Precaución: puede aumentar la generación de algas
Vetas rojizas	Ninguno o a fosa séptica	Altas cantidades De Daphnia	Crecimiento excesivo de daphnia, a menudo después de la floración de algas	Recircular
Totalmente de color rojo o rosa	Fosa séptica (olor a huevo podrido)	bacterias de azufre (Chromatium spp.)	Anaeróbico Sobrecarga de materia orgánica exagerada y baja aireación	Aumentar recirculación

Mantenimiento de lagunas

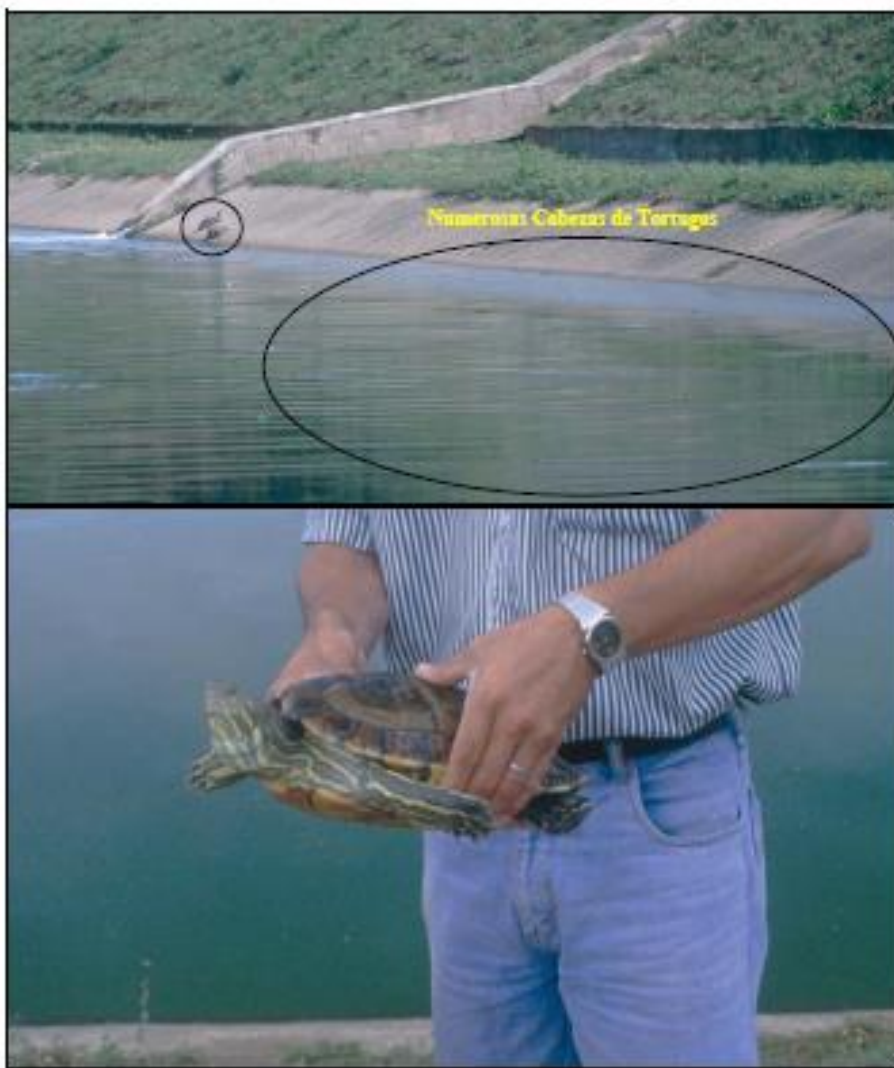


Fotos 7-6: Las natas y sólidos flotantes se acumulan en las esquinas de las lagunas, donde el operador puede sacarlos fácilmente con un desnatador y ponerlos en una carretilla. Después, se debe enterrarlos, o cubrirlos con una capa de suelo o cal. En la foto abajo los operadores ponen las natas recolectadas en un pozo y los cubren con cal para controlar olores. Cuando se llena la excavación se cubre con una capa de suelo. (Masaya, Nicaragua)



Fotos 7-7: En la foto arriba (Choluteca, Honduras) la laguna facultativa tiene problemas serios con el sobre-crecimiento de la maleza en la corona del terraplén y en la orilla. (Nótese el hombre en el centro de la foto.) Es un trabajo fundamental del operador a controlar el crecimiento de la maleza como se ve en la foto abajo donde una brigada de personal de la Administración Nacional de Agua y Alcantarillado (ANDA) de El Salvador corta las malezas en el terraplén de la laguna facultativa (Zaragoza, El Salvador)

Mantenimiento de lagunas



Fotos 7-10: Se encuentran poblaciones significativas de tortugas en la mayoría de las lagunas de maduración, y frecuentemente en las lagunas facultativas también. (Arriba: Danli, Honduras; abajo: León, Nicaragua)

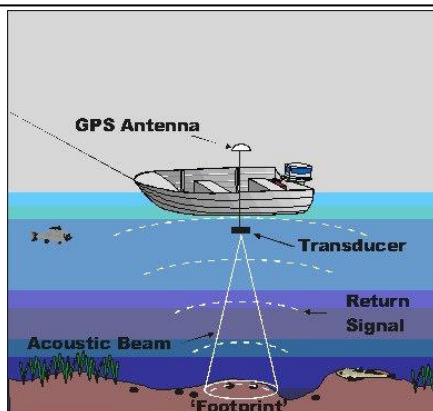
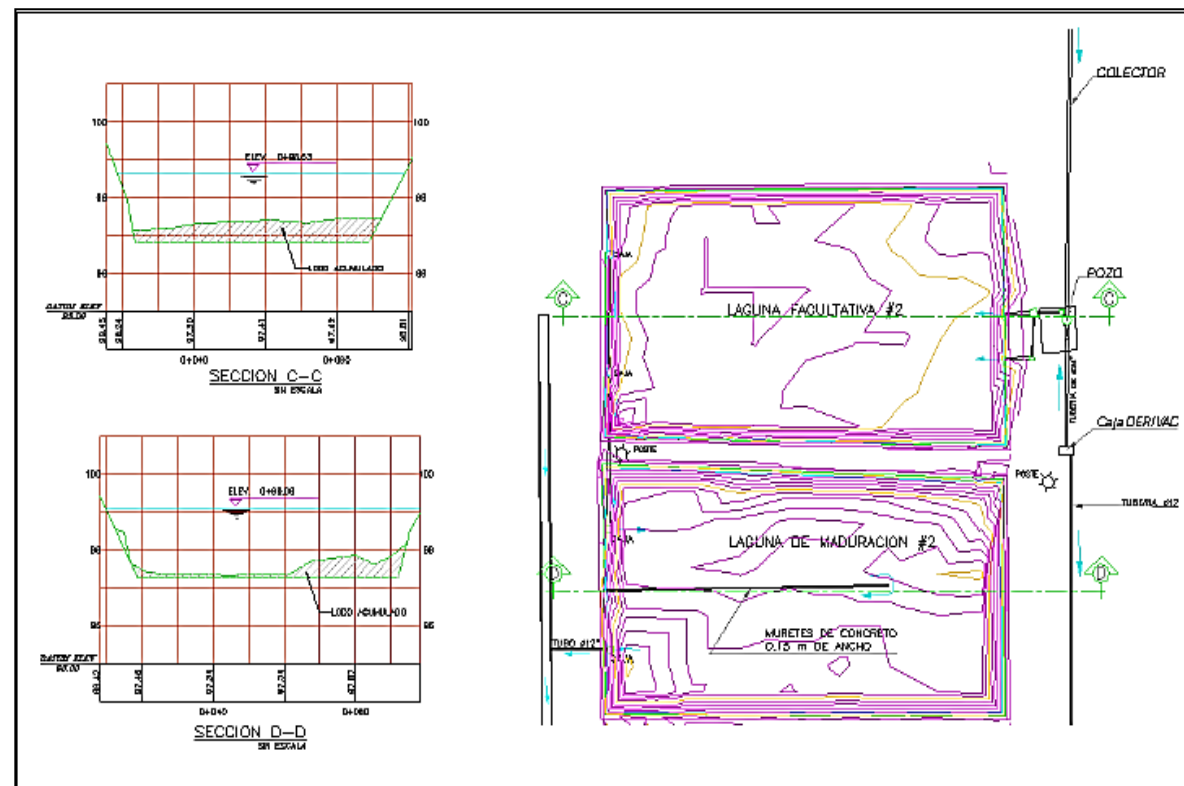
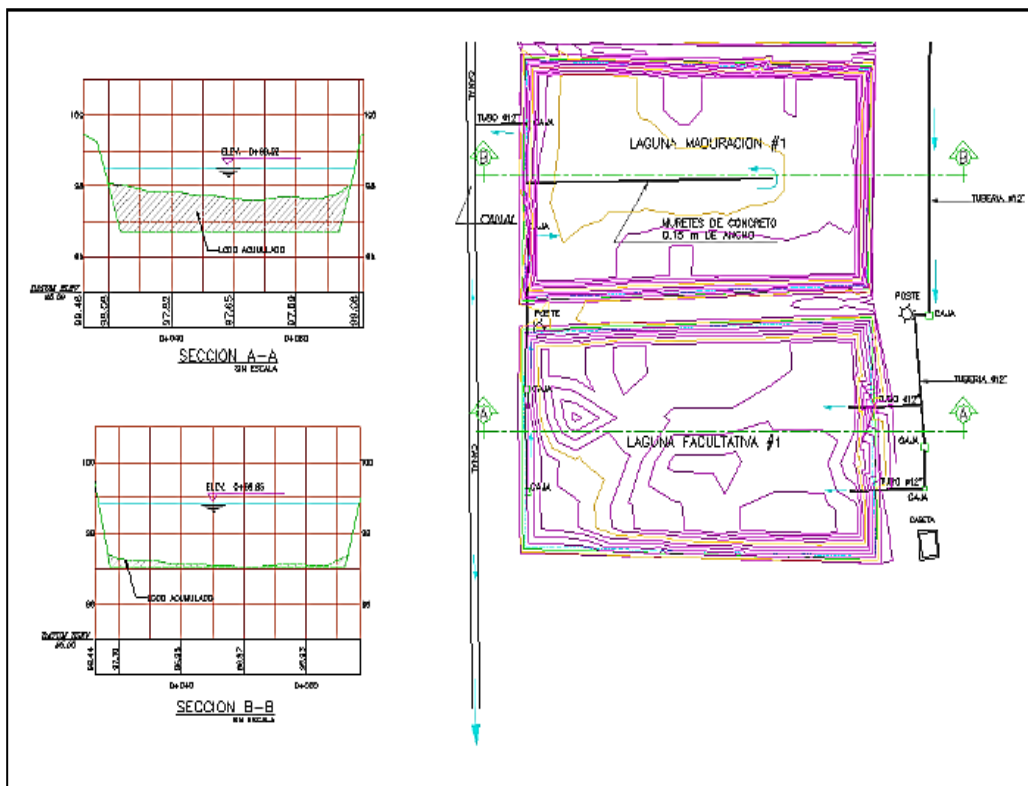


Fotos 7-11: Las tortugas pueden excavar atrás y abajo del revestimiento para depositar sus huevos. El operador debe monitorear la condición del revestimiento de rutina cuando hay poblaciones altas de tortugas. (Danli, Honduras)

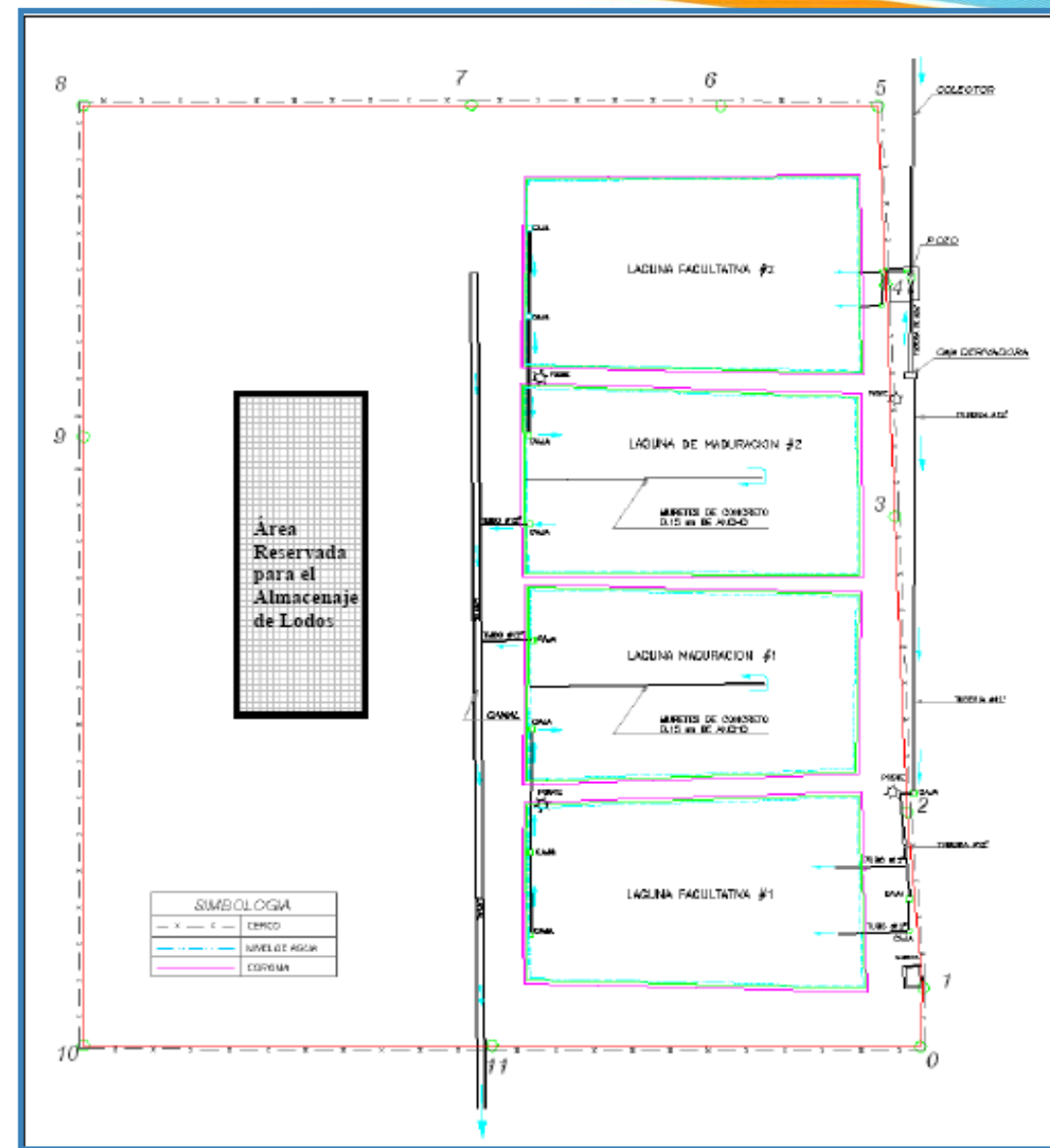


Foto 7-12: La presencia de cocodrilos es relativamente común en lagunas de maduración. Normalmente se encuentra solamente uno que vigila su territorio contra la llegada de más. Los cocodrilos cazan tortugas y, por lo tanto, pueden controlar la población de ellos. (Santa Cruz de Yojoa, Honduras)

Estudios de Batimetría



Extracción y almacenamiento de lodos





Limpieza de lagunas



Fotografía 24: Ingreso de bomba a laguna para su desagote.



Fotografía 25: Desagote de laguna.



Fotografía 26: Extracción de lodos utilizando una retroexcavadora.



Fotografía 27: Extracción de lodos a volqueta.

Extracción de lodos de la laguna

Procedimiento

- ✓ En esta opción, la extracción del lodo es gradual. La draga se desplaza en distintos puntos, preferentemente en el tercio inicial del área de la laguna, donde se deposita la mayor cantidad de lodo y sedimento.
- ✓ El bombeo se acompaña con la aplicación de una solución de polielectrolito floculante.
el lodo, acondicionado de esta manera, es acumulado en sacos de 8 x 15 m, contruidos en tejido de polipropileno que permite que el escurrimiento del agua drene a la misma laguna.
- ✓ El lodo retenido seca y puede ser posteriormente dispuesto para usos en forestación.



Manejo de lodos

Es común hablar del tratamiento de lodo cuando se refiere al secado y almacenamiento. Pero es importante aclarar que ese proceso no es un tratamiento, sino un manejo. El tratamiento implica que se reduce el contenido de la carga orgánica del lodo, algo que en el proceso de secado no se realiza.

Un buen ejemplo de manejo se encuentra en la PTAR de Sucre, mismo que tiene un sistema mixto que consiste de tres lagunas y seis tanques de Imhoff. Ahí se acumulan grandes cantidades de lodo que se transportan hacia los 35 lechos de secado, a través de bombas.

En los últimos años, el lodo secado de la PTAR de Sucre sirve como fertilizante, gracias a que muchos agricultores lo compran y usan para sus campos con cultivos altos. Así, la PTAR gana entre Bs. 15 a 55 por metro cúbico.



FIGURA 26: LECHOS DE SECADO, PTAR SUCRE

El atractivo de reusar aguas residuales en la agricultura

- ✓ El agua residual contiene el 99.9% de agua.
- ✓ Suministro permanente independiente de la estación.
- ✓ No causa daños por acumulación de contaminantes.
- ✓ Contiene nutrientes y materia orgánica, beneficiosos para las plantas.
- ✓ La calidad del agua dependerá del tipo de cultivo.
- ✓ Previene la contaminación de los cursos de agua.

Tipos de reuso

- Riego agrícola
- Irrigación de jardines
- Riego forestal y pastos
- Acuacultura
- Recarga de acuíferos
- Industrial
- Recuperación de ríos
- Protección de áreas costeras.



Lechos de Secado

La deshidratación es una operación unitaria física (Mecánica) **utilizada para reducir el contenido de humedad** generalmente de los lodos digeridos.

El lodo se deshidrata la mayor parte por drenaje a través de la arena, y por evaporación desde la superficie expuesta al aire y al sol.

El lodo se puede extraer después de que se haya secado y drenado suficientemente **para ser paleado**, este lodo seco tiene una textura gruesa y agrietada y es de color negro o marrón oscuro.

El contenido de humedad después de **15** días en condiciones favorables es del orden del **60 %**. La extracción del fango se realiza cargando manualmente con palas carretillas de mano.

El lodo seco se retira y se evacua a vertederos controlados o se utiliza como mejorador de suelos.



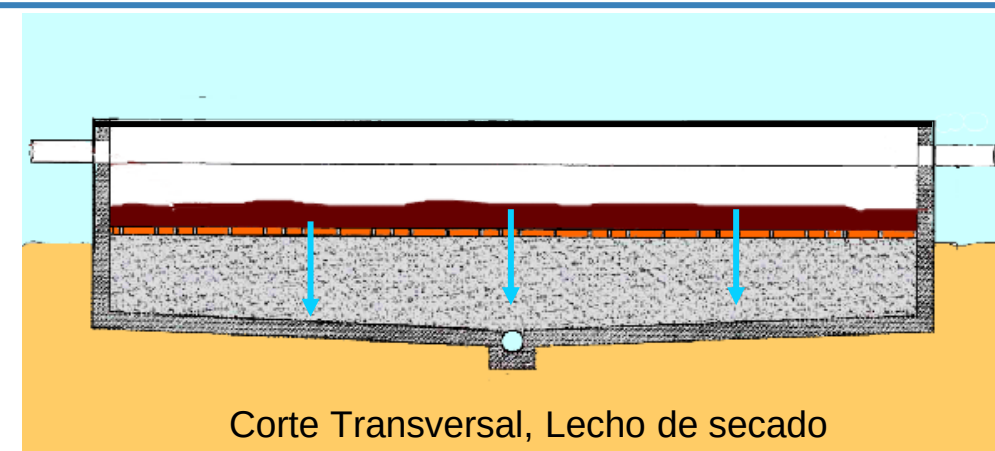
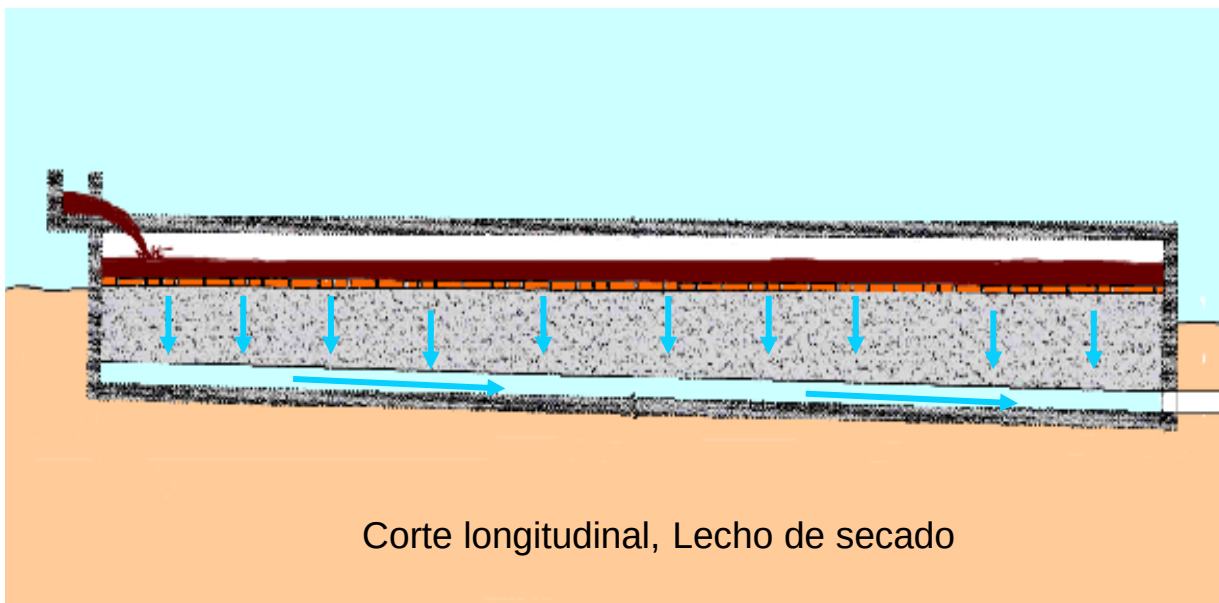
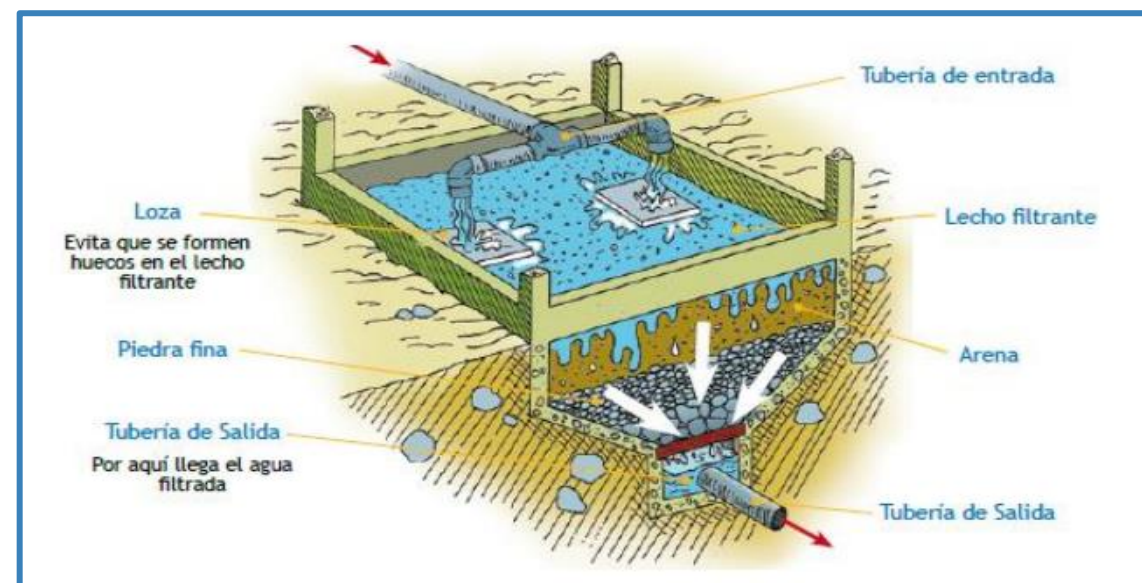
Objetivos de la deshidratación

- Reducir los costos de transporte
- Facilitar su manipulación
- Es necesaria para aumentar su poder calorífico previo a su incineración
- Antes del compostaje para reducir la cantidad de material de enmienda o soporte
- Para evitar la generación de olores y que el lodo sea putrescible.
- Para reducir la producción de lixiviados previo a la evacuación a vertederos controlados.



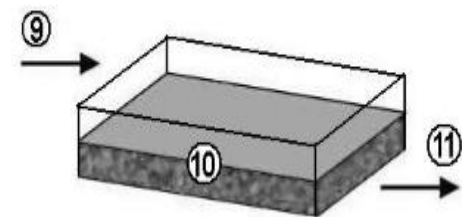
Componentes del Lecho de Secados

- ✚ Solera de drenaje
- ✚ Sistema de drenaje
- ✚ Material filtrante
- ✚ Camada de soporte



Monitoreo del lecho de secado

Parámetro ⁽¹⁾	Unidad	Puntos y frecuencia de muestreo ⁽¹⁾		
		9	10	11
Lodo de exceso aplicado				
Volumen de lodo descartado	m ³	En la descarga	-	-
Concentración inicial de lodo	gSV/L	En la descarga	-	-
Composición inicial del lodo	%SV	En la descarga	-	-
Carga aplicada	kgST/m ²	-	En la descarga	-
Coliformes termotolerantes	N/gST	En la descarga	-	-
Huevos de helmintos	N/gST	En la descarga	-	-
Lodo en el lecho y generación de percolado				
Altura de la lámina de lodo	cm	-	En la descarga	-
Tiempo de percolación	d	-	-	diaria ⁽²⁾
Volumen percolado	m ³	-	-	diaria
Tiempo de evaporación	d	-	-	diaria
Porcentaje de sólidos	%	-	2X semana	-
Composición de lodo	% SV	-	2X semana	-
DQO total	mg/L	-	-	2Xsemana
Nitrógeno (NTK)	% de los ST	-	(3)	-
Nitrógeno amoniacal	% de los ST	-	(3)	-
Fosforo Total	% de los ST	-	(3)	-
Ortofosfato	% Ptot	-	(3)	-
Coliformes termotolerantes	N/gST	-	(3)	-
Huevos de helmintos	N/gST	-	(3)	-



Fuente: Carlos Augusto de Lemos Chernicharo, Universidad Federal de Minas Gerais - Brasil

Operación de los lechos de secado

Problema detectado	Posible causa	Verificación	Solución
Ciclo de deshidratación elevado	Altura excesiva de lodo aplicado	La altura del lodo no debe ser mayor de 20cm	Cuando el lodo este seco, removerlo y limpiar el lecho de secado
Lodo muy fino siendo purgado del digestor	Problemas de separación de fases con remoción de agua		Reducción de la tasa (velocidad) de retirada del lodo del digestor
Aparición de moscas en la camada de lodo			Quebrar o romper la costra de lodo, usar larvicida (Borato de Calcio) o insecticida para matar moscas adultas
Olor cuando el, lodo es aplicado	Inadecuada digestión del lodo	Proceso de operación y digestión	Establecer correcta operación de digestión
Aparición de turrones y polvo de lodo	Exceso de secado	Humedad alcanzada	Remover el lodo cuando se obtiene una humedad entre 40 y 60%

Operación del Lecho de Secado

Para la operación del lecho de secado se debe seguir estos pasos:

1. Si es posible se dividirá el lecho de secado en dos secciones: una sección destinada para lodos primarios y la otra sección para lodos secundarios.
2. Se no hay piso de ladrillo, se escarificará la superficie de arena del lecho de secado con rastrillo o cualquier otro dispositivo antes de la adición de lodo.
3. Remover todo el lodo antiguo cuando haya alcanzado el nivel de deshidratación que permita su manejo. Nunca añadir lodo a una sección del lecho de secado que ya contenga lodo.
4. Descargar el lodo en un espesor de capa de lodo de 20 a 30 cm. Acondicionando y distribuyendo uniformemente el lodo en el área designada en el lecho.
5. El lodo primario del cribado se lo llevará manualmente cada semana y se lo dispersará de manera uniforme sobre la parte superior del lecho de secado.
6. El lodo secundario de la fosa séptica se lo llevará por gravedad o bombeo y se lo dispensará en toda el área del lecho de secado ya que tiene un volumen considerable, se recomienda que la extracción y secado de los lodos se deben realizar en verano por su radiación y el bajo caudal de ingreso que se presenta en esta época.
7. Después de la disposición del lodo se deben estabilizarlos con cal hidratada, para una carretilla se debe usar aproximadamente 1 kg de cal hidratada y para los lodos secundarios se utilizará 25 kg de cal hidratada, esta actividad se realizará con el fin de evitar que la biomasa se active y pueda haber un crecimiento de las bacterias, el lodo estabilizado puede ser dispuesto.
8. Se debe realizar semanalmente un reacomodo del lodo primario y secundario mediante un rastrillo metálico, de tal manera de poder cubrir la superficie total del lecho y dar mayor capacidad de deshidratación al lodo depositado.
9. Todas estas actividades se deberá registrar en el Formulario de Control Operativo. El formato presenta las fechas para la disposición inicial del lodo y su reacomodo superficial, se podrá determinar el peso/volumen del lodo.

Mantenimiento del lecho de secado

El mantenimiento del lecho de secado consiste en **remover el lodo deshidratado para darle una disposición final.**

- 1.El lodo deshidratado es seco, quebradizo y fácilmente manejable.
- 2.Utilizar una pala cuadrada y rastrillo para la remoción de los lodos.
- 3.Reacomodar el ladrillo de piso si se ha desacomodado
- 4.Depositar el lodo seco en costales o carretillas para entregarlos al personal encargado para su disposición final.
- 5.Remover las hierbas u otros restos vegetales que puedan proliferar en la capa del lecho de secado.
- 6.El personal encargado de los residuos sólidos dispondrá del lodo seco según la disposición final que se lleve a cabo.



Desinfección

Desde el punto de vista de salud, es la etapa más importante del tratamiento del agua residual. Se define como el proceso de destruir microorganismos patógenos mediante proceso físicos y químicos, su objetivos son prevenir la extensión de enfermedades y proteger los abastecimientos de agua potable, playas zonas recreativas y zonas de cultivos.

Tipos de microorganismos a eliminar

- Entero-bacterias (Salmonella typhosa, Vibrio Cholerae, Shigella sp, etc.)
- Virus (Poliomelitis, Hepatitis infecciosa, Echovirus, etec.)
- Protozoos (Leptospira icterohemosp, Leishmania sp, Huevos de gusanos, etc.).

Métodos disponibles:

- Agentes químicos (Cloro, bromo, yodo, ozono)
- Agentes físicos (calor, Luz ultravioleta)
- Medios mecánicos (tamizado, sedimentación primaria, desarenadores)
- Radiación (rayos gamma, cobalto 60)

Funciones del operador

- Supervisar la limpieza de las rejas en las horas de mayor o menor volumen de sólidos retenidos.
- Informar al jefe superior de los problemas que ocurran en la planta para tomar las medidas correctivas.
- Colaborar con el personal encargado de la evaluación e investigación .
- Garantizar la seguridad del equipo y las herramientas , el será el encargado de abrir y cerrar el almacén.
- Supervisar las labores realizadas por los obreros y asesorar a los mismos.



Funciones de los peones

- Mantener limpias las estructuras de llegada incluyendo las rejillas y medidores de caudal.
- Mantener limpios los diques, vías de acceso y vías interiores de la planta.
- Realizar el mantenimiento de los taludes de los diques.
- Limpieza y mantenimiento de los jardines.
- Limpiar los alrededores de las edificaciones de la planta.
- Retirar las natas en el interior de la laguna.
- Remover el material u objetos que interfieren con la distribución del agua cruda y tratada.
- Limpiar y guardar el equipo de trabajo una vez terminado su trabajo.
- Apoyar en la toma de muestras
- Apoyar en el transporte de materiales y herramientas de trabajo.
- Comunicar al operador de turno cualquier problema ocurrido en la planta.
- Comunicar al operador sobre cualquier cambio en el aspecto de la laguna
- Mantener el estado de pulcritud todas las edificaciones de la planta.



Equipo de laboratorio requerido

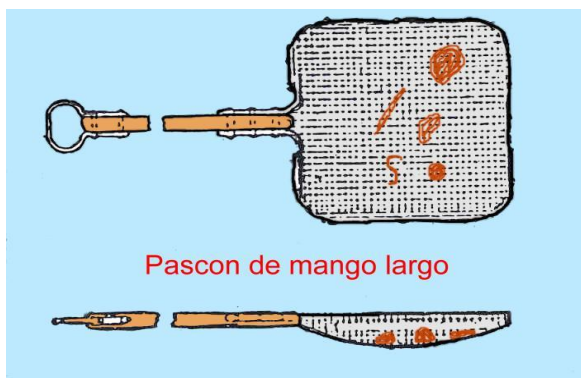
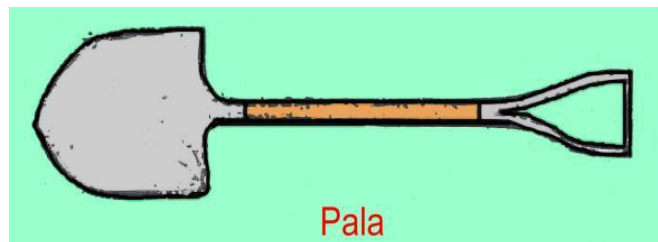
Para el control operacional se requiere como mínimo el equipamiento siguiente:

- Medidor de pH portátil
- Temperatura
- Medidor de Oxígeno Disuelto (OD)
- Demanda Química de Oxígeno (DBO)
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)
- Conos Imhoff
- Coliformes Totales y fecales



Equipo necesario para la operación de la planta

- Rastrillo
- Manguera de 1" de diámetro
- Pala plana
- Carretilla de mano
- Pzcón de 12" de mango largo
- Lancha o bote
- Motobomba
- Cepillo plástico de mango largo
- Cadena metálica larga(8.0m).



Requerimientos complementarios

- ✓ Agua potable a presión
- ✓ Contenedores para residuos sólidos.
- ✓ Productos Químicos (cal viva)

Medidas Higiénicas

A pesar que el operador sabe que esta trabajando en una planta depuradora de aguas residuales y que estas están contaminadas, es normal que **con el paso del tiempo pierda el miedo y olvide el riesgo que su trabajo representa para su salud**, si no se toman algunas precauciones básicas. Si eso sucede, la probabilidad de que surjan accidentes aumenta en gran medida.

Por esta razón, es recomendable **colocar en algún lugar visible una lista de instrucciones higiénicas que sirvan de recordatorio de que existe un riesgo** real que afortunadamente es fácil de prevenir.

Las medidas de seguridad que se indican a continuación han sido recomendadas por la Organización Mundial de la Salud.

1. Instalar un depósito de agua limpia, jabón y un recipiente para legía (desinfectante).
2. Utilizar toallas desechables de papel, las toallas de tela pueden permanecer mucho tiempo sin lavar, por la falta o el espaciado transporte.
3. El botiquín con el siguiente contenido
 - Esparadrapo
 - Algodón
 - Disolución detergente desinfectante
 - Tijeras
 - pinzas
 - Líquido repelente para insectos



Medidas Higiénicas

4. Prendas de vestir para el trabajo

- Guantes
- Botas de hule
- Casco de Trabajo
- Uniforme



5. Lavarse las manos antes de comer y comer solo en áreas específicamente designadas para ese uso.

6. Limpiar las herramientas con agua limpia después de utilizarlas.

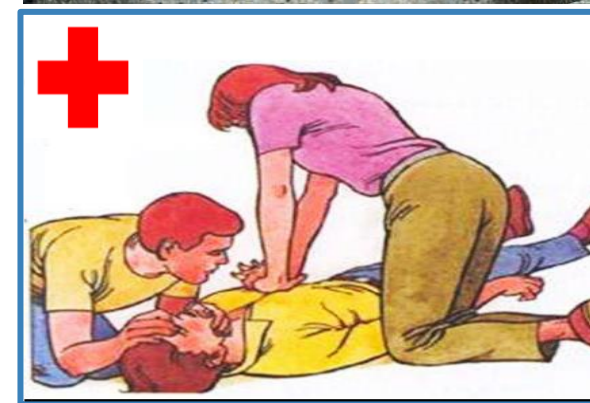
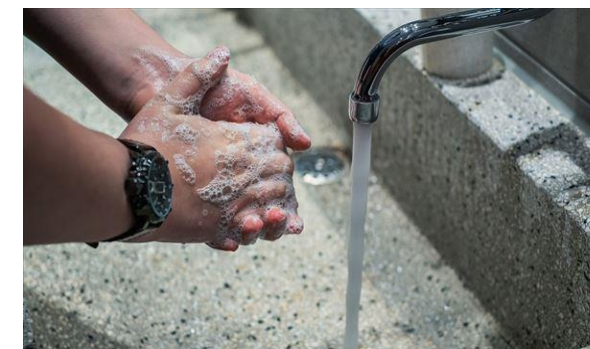
7. Desinfectar cualquier herida o cortadura.

8. Secarse cuidadosamente las manos, calzado y ropas antes de manipular equipos eléctricos,.

9. Utilizar solo herramientas especiales con aislamiento en los equipos eléctricos.

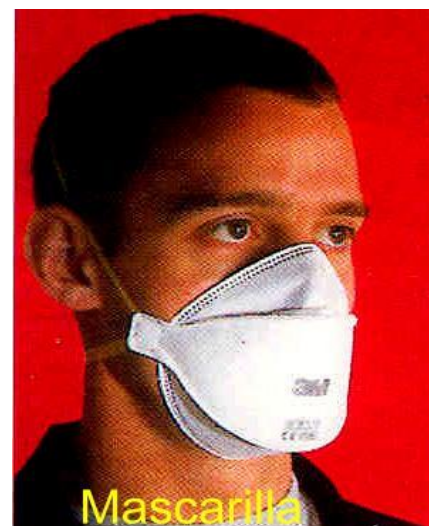
10. Vacunarse contra: **tétanos, tuberculosis, tifoidea, salmonelosis, leptopirosis, hepatitis A** y otras enfermedades que recomiendan las autoridades sanitarias.

11. Recibir instrucciones de primeros auxilios.



Vestuario

- ❖ Sobre todo(over all)
- ❖ Guantes de hule, altos
- ❖ Careta
- ❖ Botas de hule altas
- ❖ Casco



EQUIPOS DE SEGURIDAD	
Casco de seguridad	
Mascarilla de medio rostro con filtros para gases ácidos y vapores orgánicos	
Gafas de seguridad	



PUNTOS IMPORTANTES A RECORDAR

- ☞ El **mantenimiento** de las plantas de tratamiento de líquidos cloacales **en buenas condiciones debe ser uno de los objetivos fundamentales del operador.**
- ☞ Al igual que ocurre con cualquier instalación, **si no se cuida diariamente los aspectos de limpieza**, y se van **reparando los desperfectos** a medida que se van produciendo, **en poco tiempo la planta se deteriora y envejece**, surgiendo también problemas higiénicos para la población.
- ☞ Las lagunas de estabilización **pueden presentar ocasionalmente problemas operativos**, que se manifiestan por una serie de síntomas que **el operador debe ser capaz de reconocer lo antes posible para tomar las medidas correctoras correspondientes.**
- ☞ El crecimiento de plantas acuáticas provoca la proliferación de insectos. Además, la presencia de insectos y larvas de éstos atrae a las ranas, que a su vez atraen a los roedores. **Si las plantas acuáticas no se retiran periódicamente, pueden incluso comprometer la seguridad de las lagunas**, ya que los roedores excavan túneles por los que se producen filtraciones.
- ☞ **Las malezas que crecen sobre la parte seca de los taludes** ofrecen una impresión de **desidia y abandono** que debe evitarse en toda instalación, y en especial en una planta depuradora
- ☞ Todo sistema de lagunas de estabilización **debe ser cercado para evitar la presencia de intrusos o animales sueltos.**
- ☞ **Los operarios** de las plantas de tratamiento de líquidos cloacales **deben estar informados en los peligros relacionados con el trabajo, las medidas de seguridad correspondientes y la necesidad de aseo luego de manipular las herramientas de trabajo.**
- ☞ Los prestadores **deberán realizar controles de calidad del efluente tratado según lo establece la reglamentación vigente, recomendándose completar dichos controles con el análisis del afluente que ingresa al sistema de tratamiento por lo menos en forma semestral a modo de control operativo .**

Recomendaciones para lagunas sector Sur Oeste

1. Aumentar el número de conexiones para aumentar el caudal y operar con una sola laguna facultativa
2. Verificar si existe rejilla antes de la laguna, caso contrario instalar una, construir un depósito en las cercanías de la reja para el almacenamiento de los sólidos y instalar una llave con manguera para lavarla
3. Identificar un lugar dentro de la planta para el depósito de las arenas removidas del desarenador
4. Limpiar la escala del medidor Parshall para tener una mejor precisión y de ser posible construir una cámara afuera para hacer la medición.



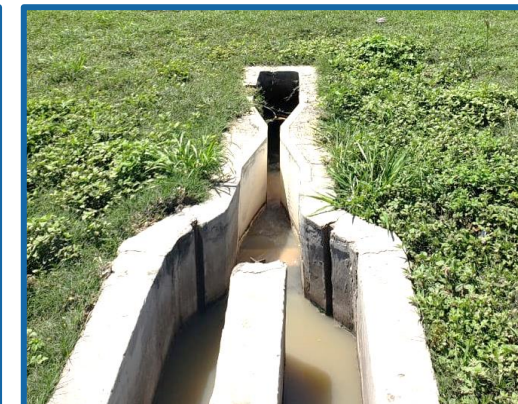
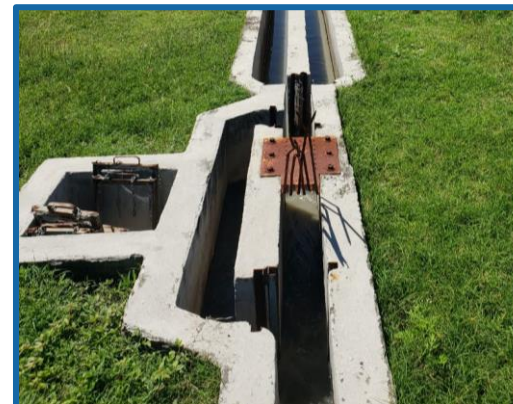
Recomendaciones, Para lagunas Sur Oeste

7. Limpiar la lagunas facultativas y revisar la cantidad de lodo acumulado y se procede realizar la extracción de lodos
8. Reparar los fables de la laguna de maduración construyéndolo con materiales prefabricados y más ligeros se deberá revisar el diseño, su profundidad útil no deberá ser mayor de 1.0 m y las mamparas de 1.20m.
9. Se debería considerar el reúso del agua residual en la agricultura o el riego de pasto.



Recomendaciones, Para lagunas Sur Este

1. Incrementar el numero de conexiones para aumentar el caudal en la planta
2. Mejorar el By Pass de la rejilla, que no sea compuerta sino un vertedero rectangular con rejilla para que funcione automáticamente.
3. Construir un deposito cerca de la rejilla y el desarenador para el almacenamiento de los solidos y las arenas retenidas.
4. Limpiar la escala del medidor Parshall para tener una mejor precisión y de ser posible construir una cámara afuera para hacer la medición.
5. Medir el volumen de lodos en la laguna facultativa y si excede el 25% limpiarla, para que no sobrecargue la de maduración.
6. Llevar el control (medición de parámetros) en la laguna, según lo indicado en los cuadros mostrados anteriormente.
7. Capacitar a los operadores en operación y mantenimiento de la planta.





CONASA
Consejo Nacional de Agua
Potable y Saneamiento



para todos
por siempre
AGUA POTABLE Y SANEAMIENTO EN HONDURAS

¡Muchas Gracias!



Ing. Pedro E. Ortiz B.



www.conasa.hn