

Operación y mantenimiento Planta San Antonio del Norte

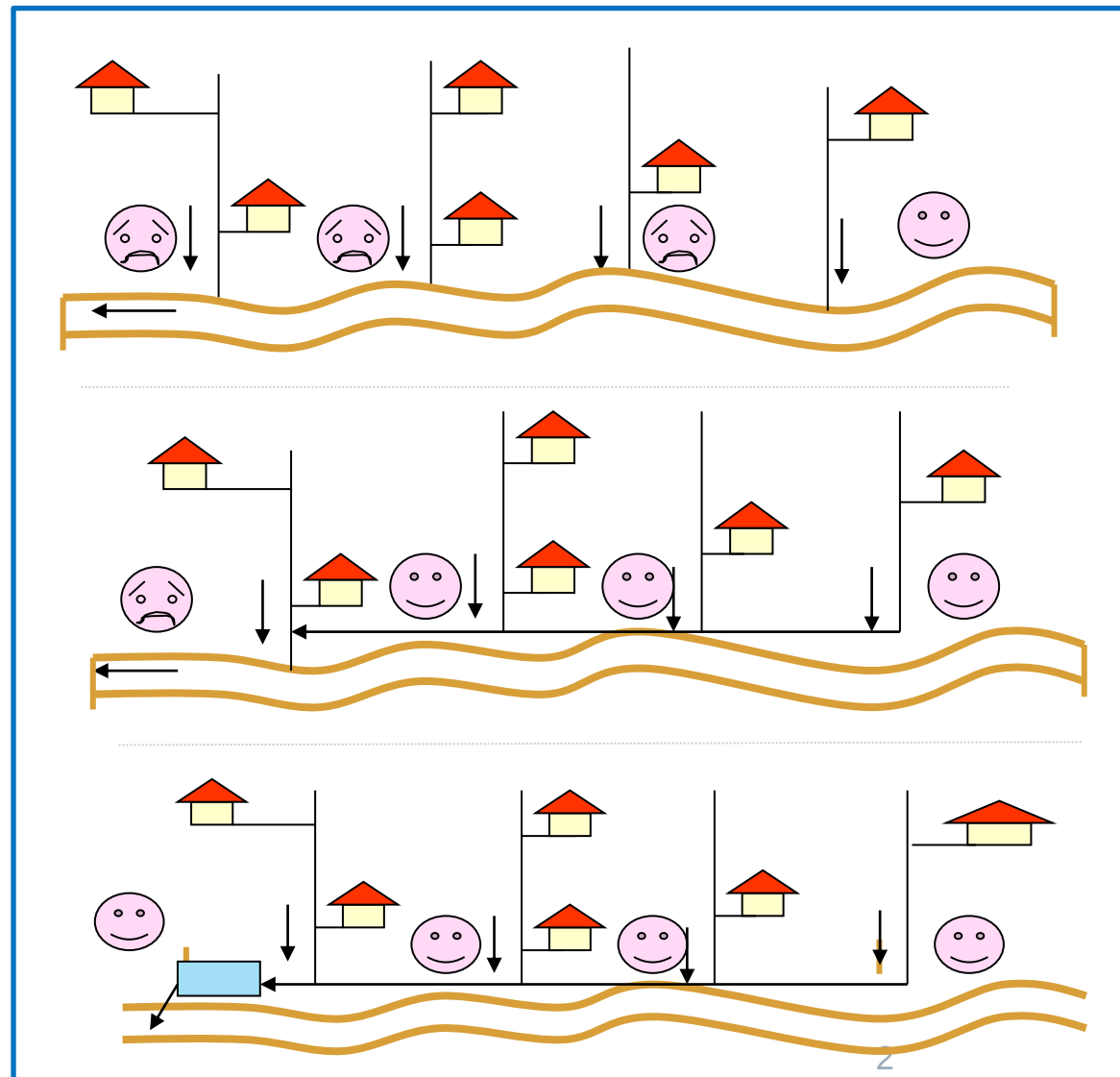




Alcantarillado Sanitario

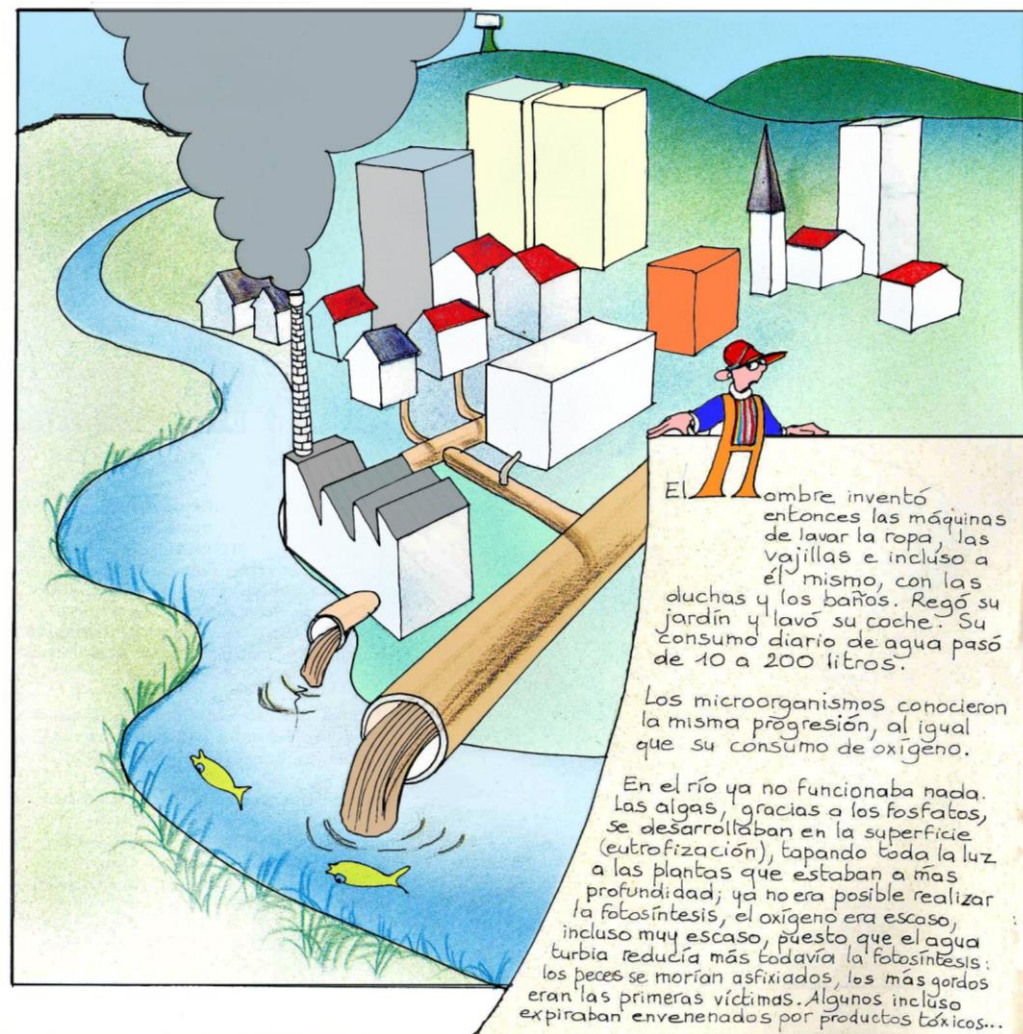
Los conductos que recogen y transportan el agua residual se denominan alcantarillas y el conjunto de las mismas constituyen la red de alcantarillado.

La recolección, el transporte del agua residual desde los diversos puntos en que se origina y la depuración, constituyen el primer paso de la gestión efectiva del saneamiento de una población.



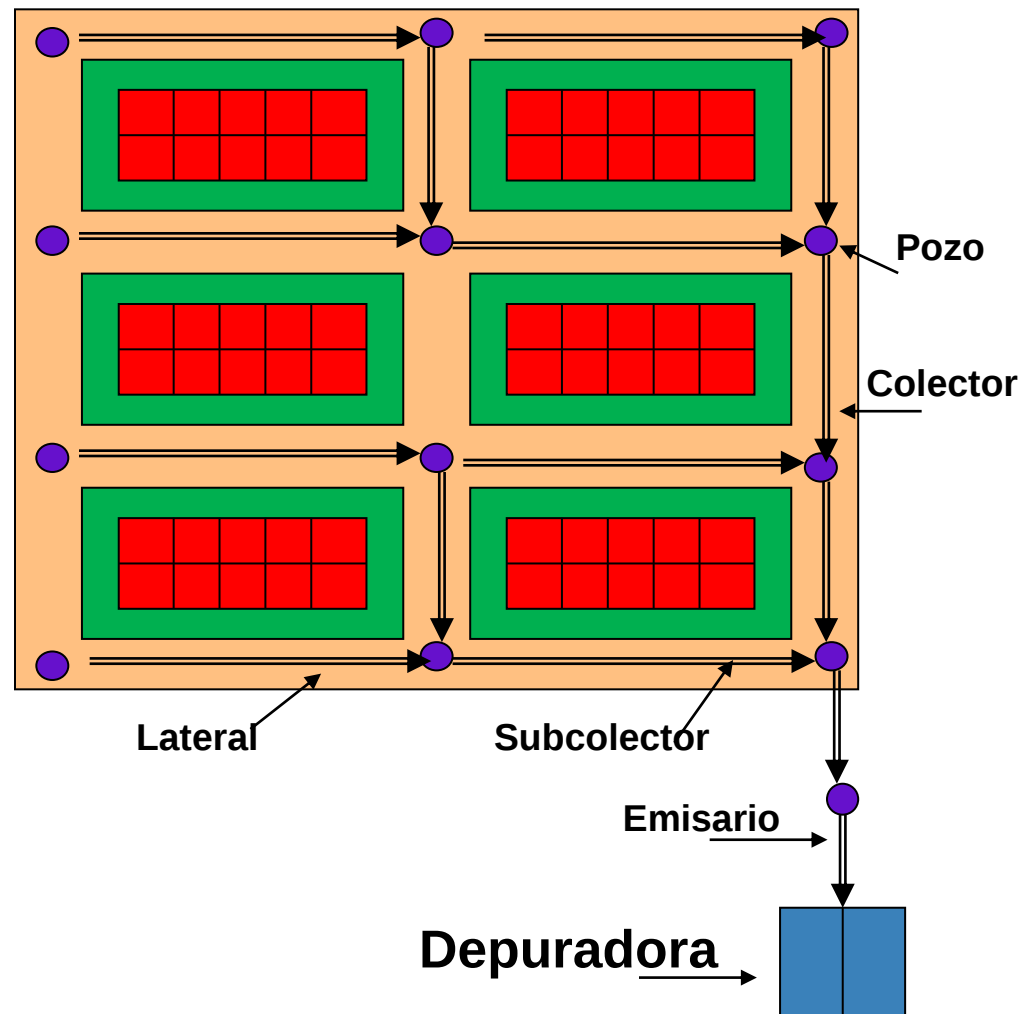


Contaminación ambiental por aguas residuales



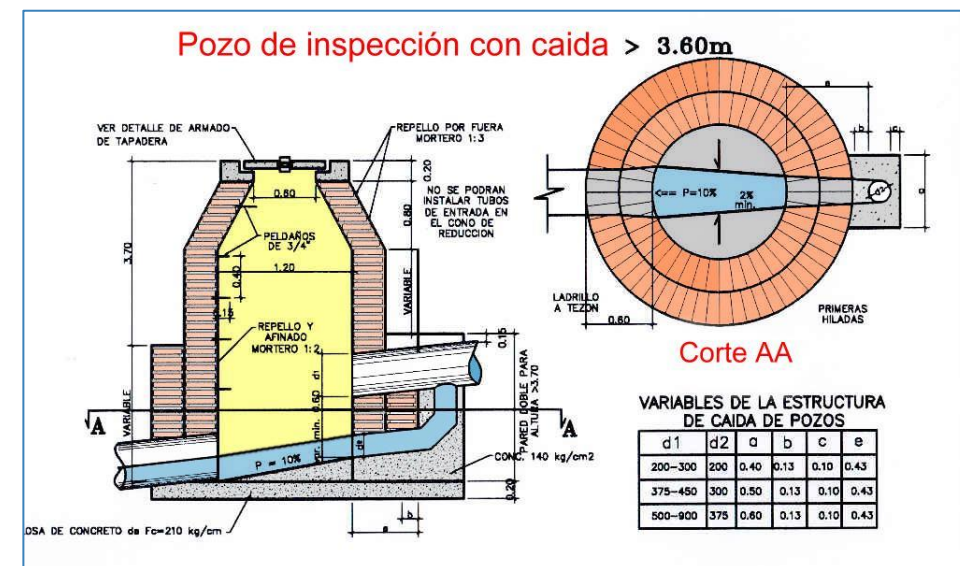
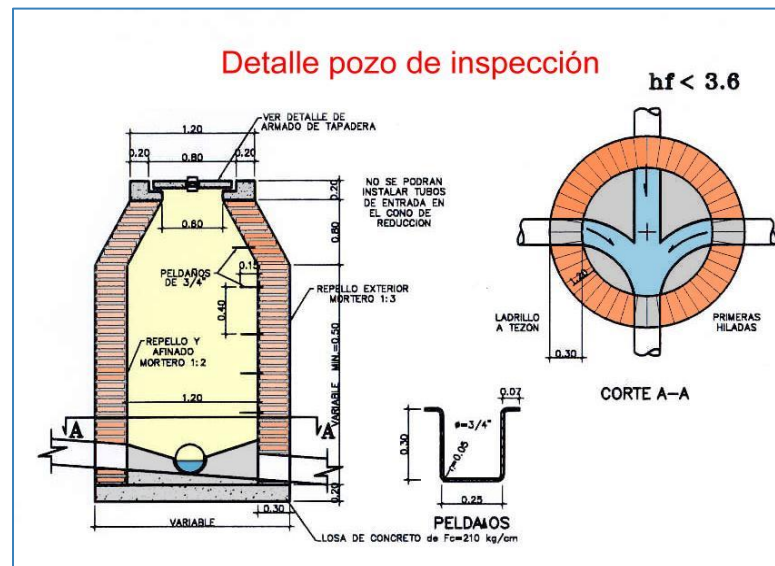
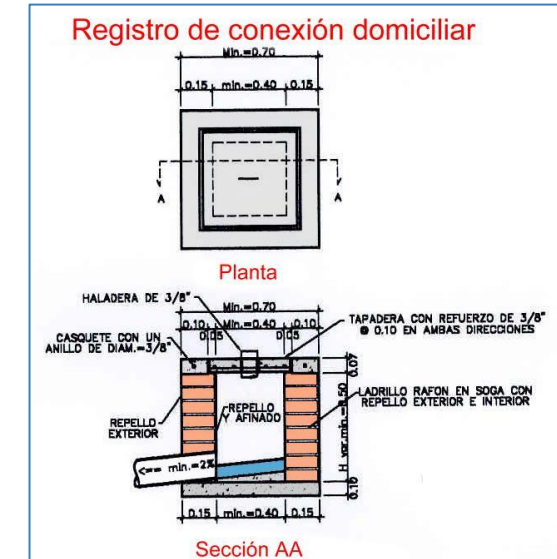
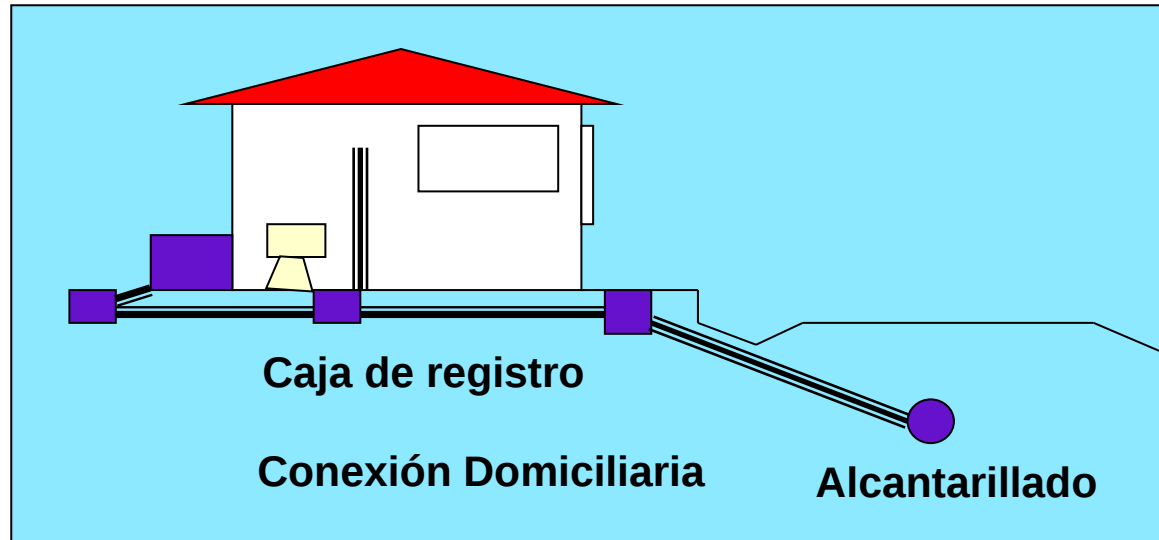


Componentes de un sistema de alcantarillado sanitario



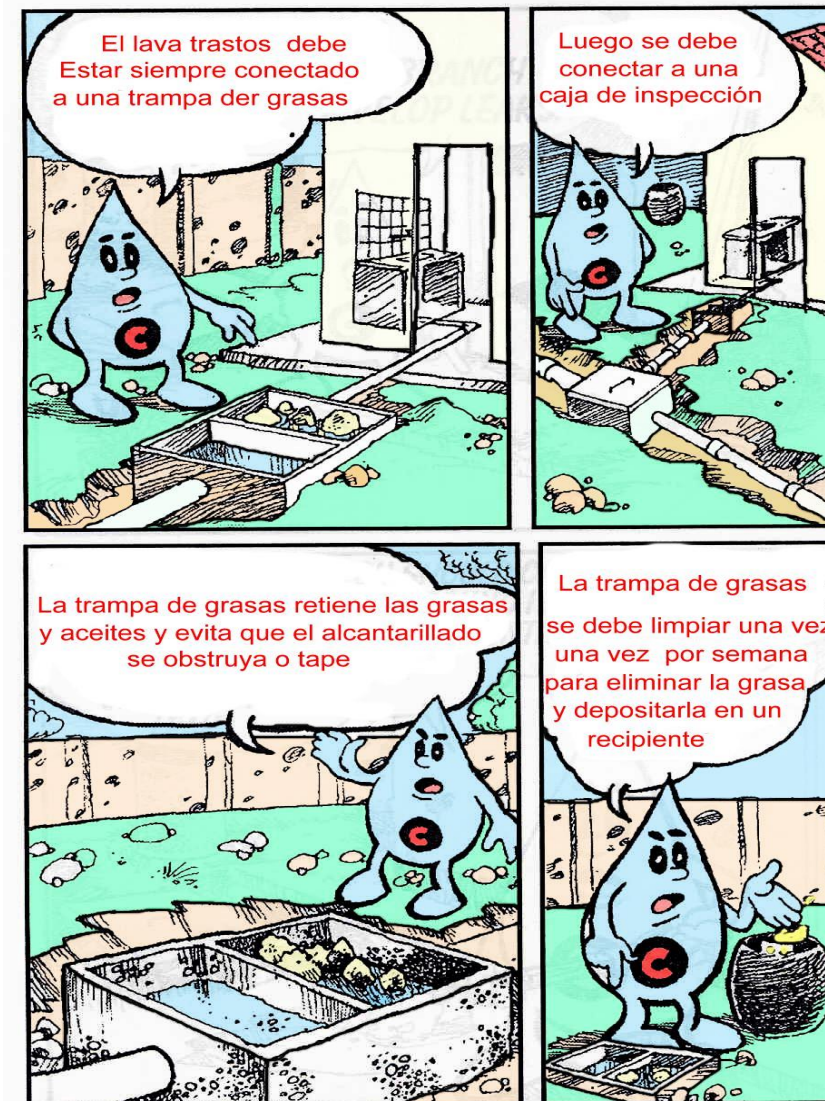


Detalles de componentes del alcantarillado sanitario



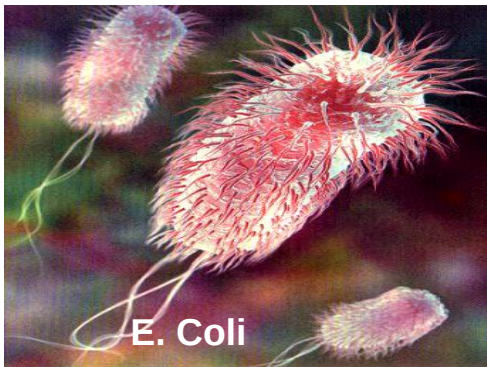


Uso apropiado del alcantarillado





Organismos que se encuentran en las aguas residuales



E. Coli



E.Coli ; Vibrio cholerae

Rivadeneira Zeña Mark Anthony



TRICHURIS



ASCARIS LUMBRICOIDES



CISTICERCUS EN CORAZON



Salmonella

Grupo biológico	Organismo	Enfermedad
Virus	Poliovirus Hepatitis A echovirus Cocksacckie Rotavirus	Poliomilitis Hepatitis Fiebres, diarreas Vómitos Gastroenteritis
Bacterias	Vibrio cholerae Salmonela typhi Salmonela paratyphi Otras salmonelas Shygellas spp Leptospira spp	Cólera Tifus Paratíficas Gastroenteritis Disentería bacilar Fiebre
Protozoos	Entamoeba hystolycica Giardia lamblia Baltidium coli	Abcesos hepáticos, diarreas ameb. Diarreas Diarreas
Helmintos	Taenia sagitaria Taenia solium Ascaris lumbricoides	

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.



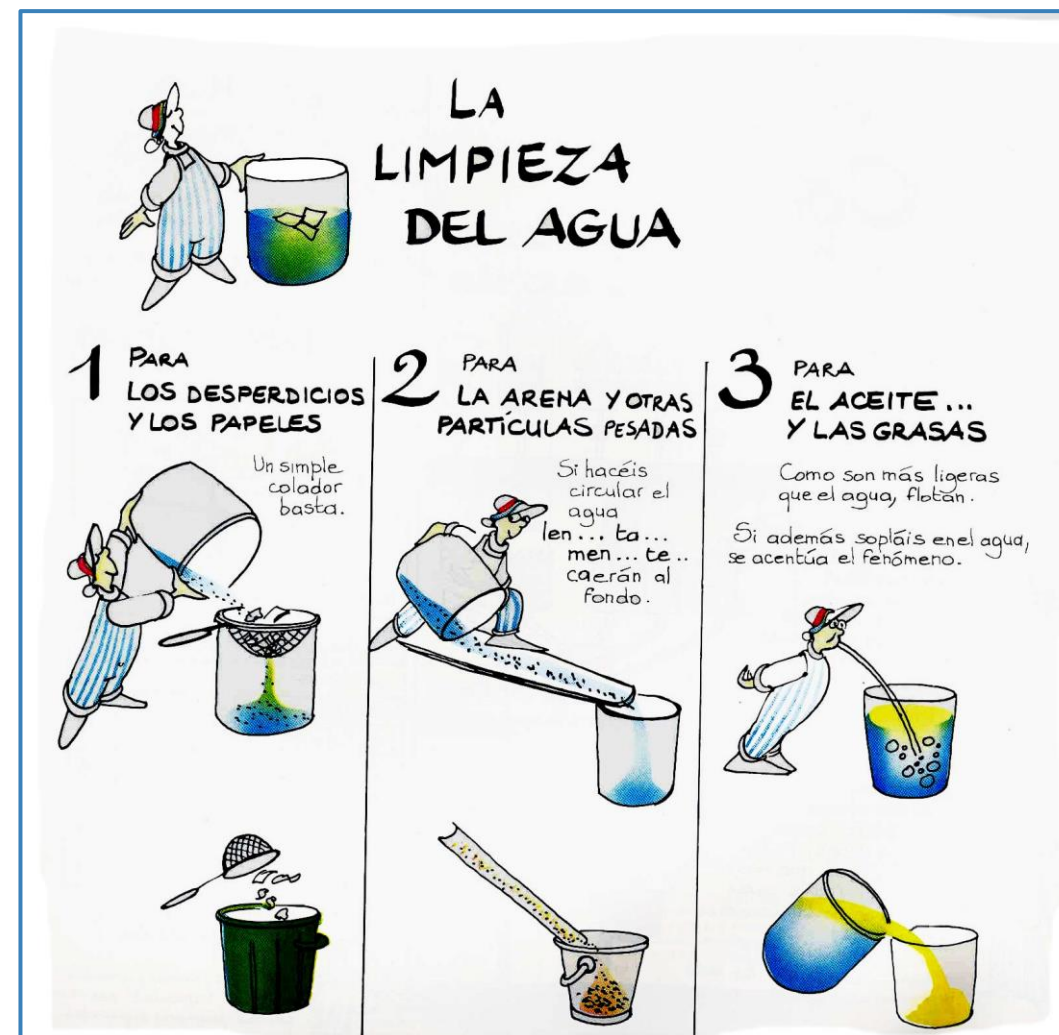
Tratamiento Primario de las Aguas Residuales

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**

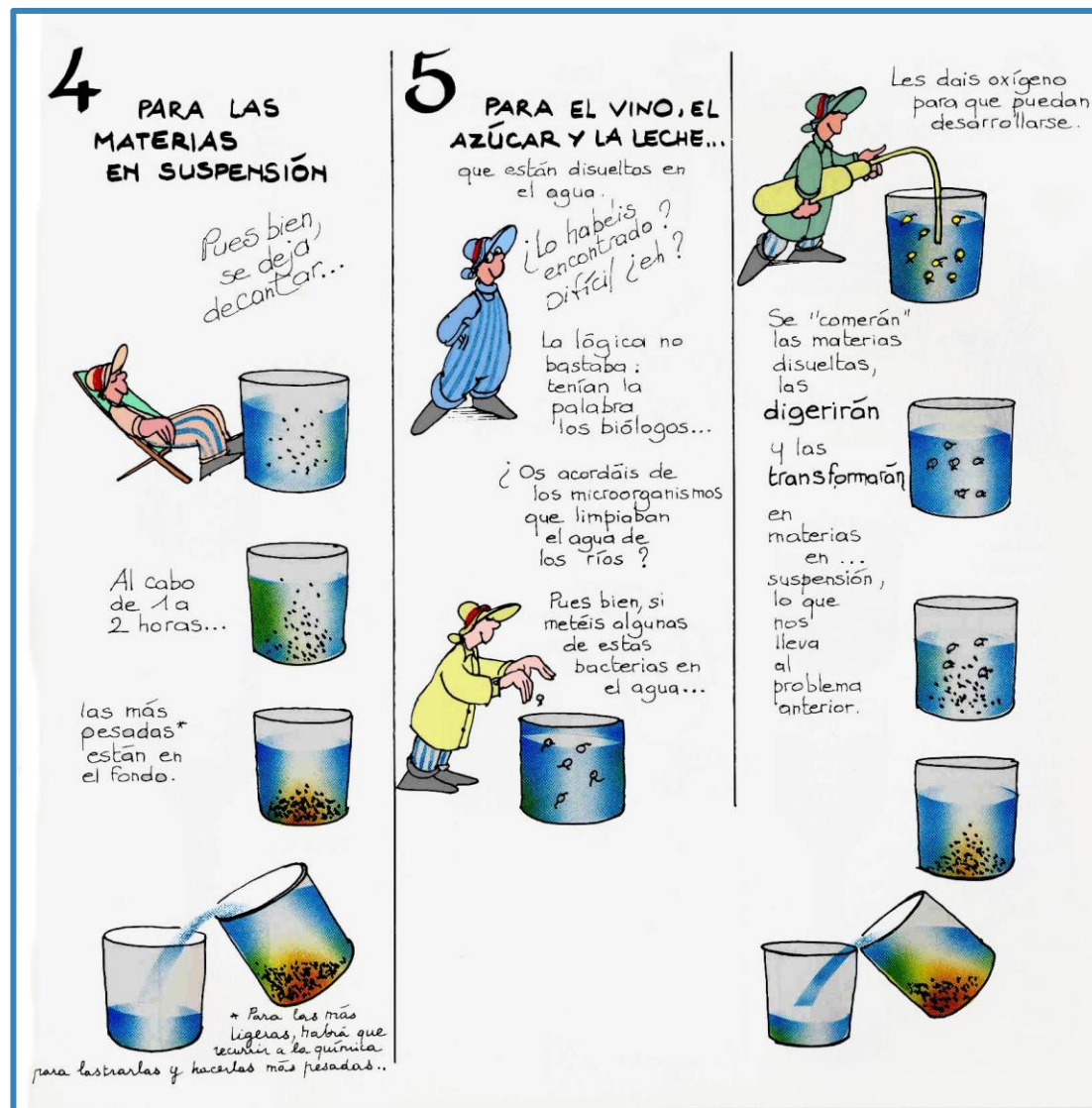
El efluente resultante contiene una cantidad considerable de Materia Orgánica y alta DBO





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





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.





Componentes de la Planta de San Antonio, La Paz

Pretratamiento

- Rejas
- Desarenador

Medición de caudal

Tratamiento Primario

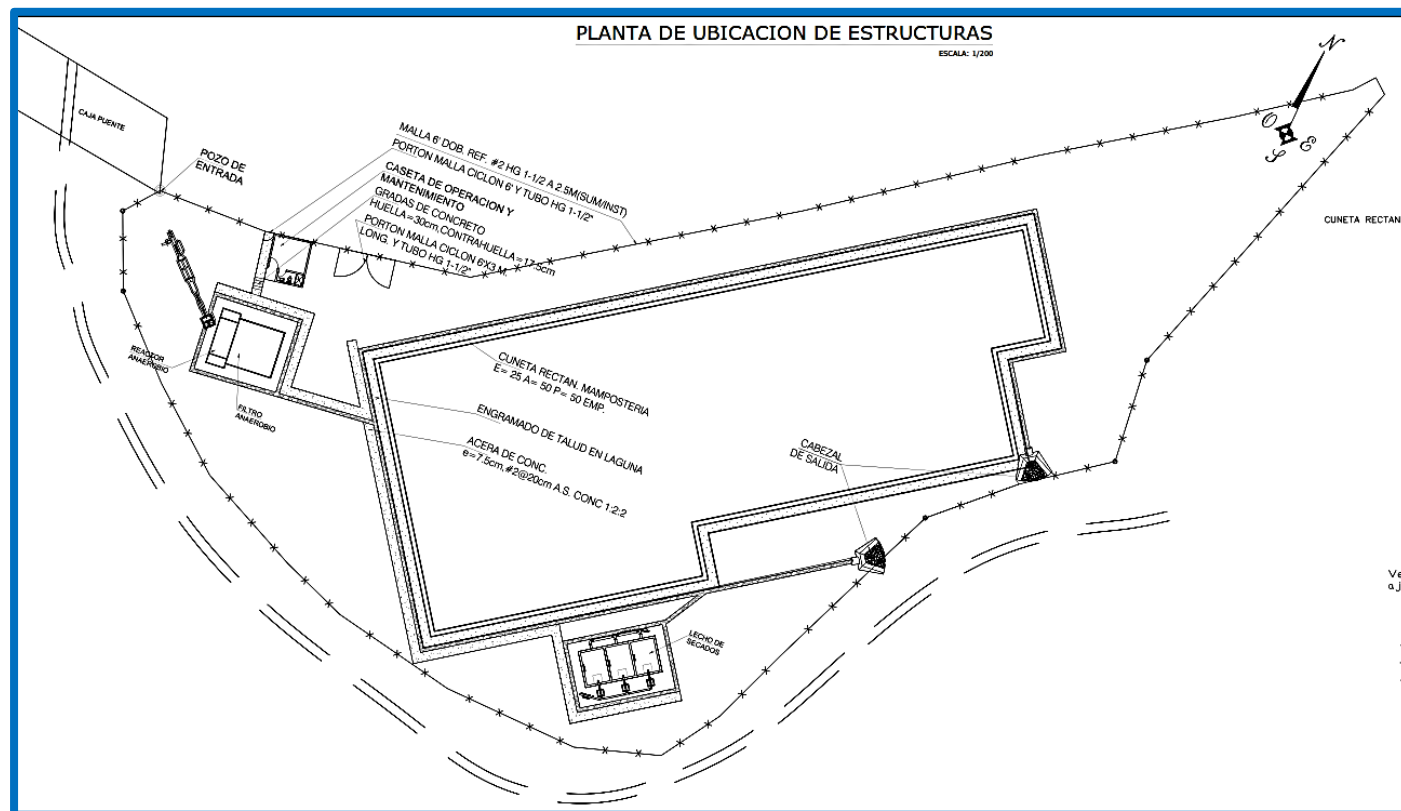
- Reactor Anaerobio de flujo ascendente (UASB)

Tratamiento Secundario

- Filtro Anaerobio de flujo ascendente
- Lechos de Secado

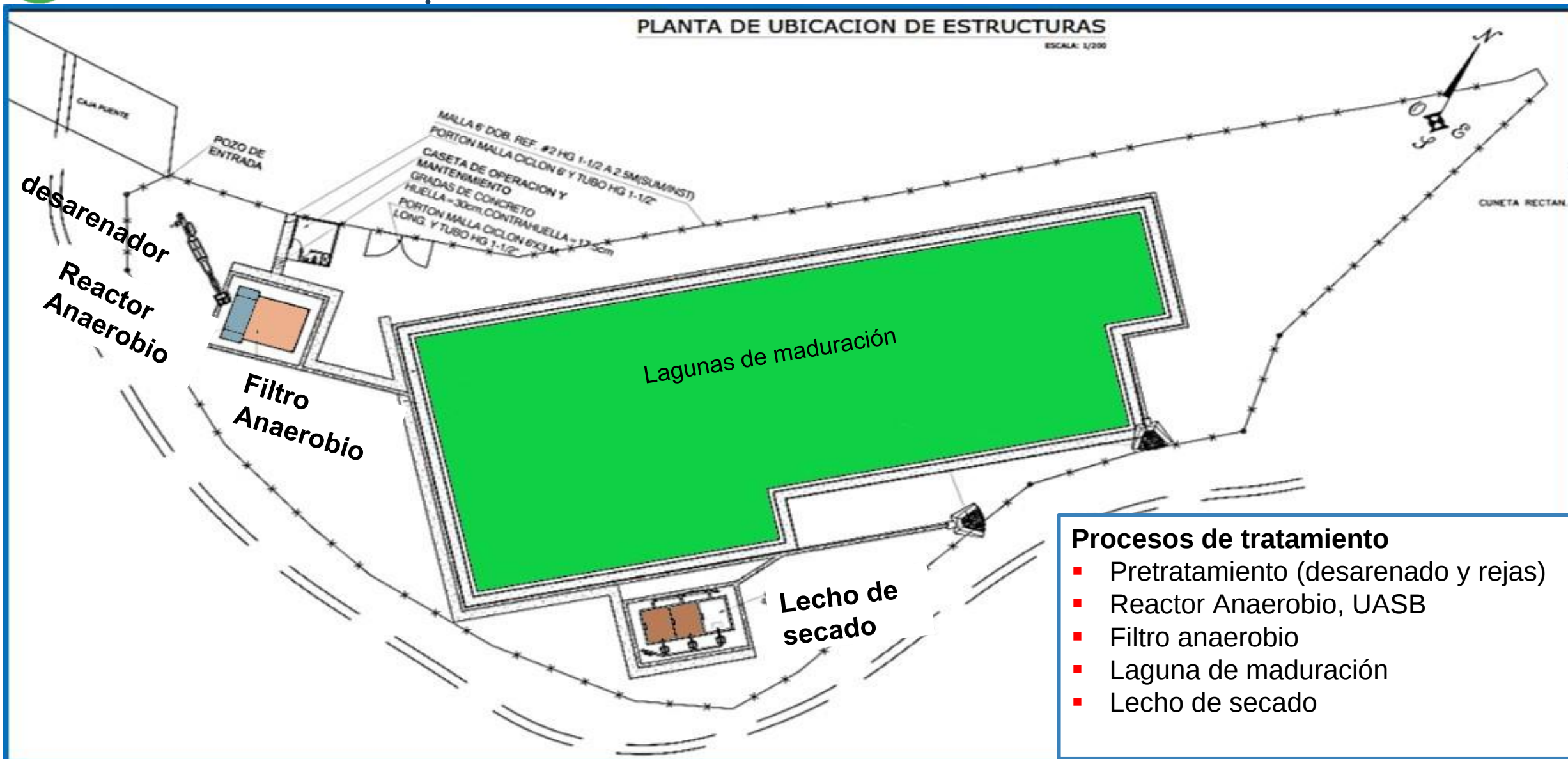
Tratamiento Terciario

- Laguna de maduración con fables (flujo pistón)





Esquema Planta de tratamiento



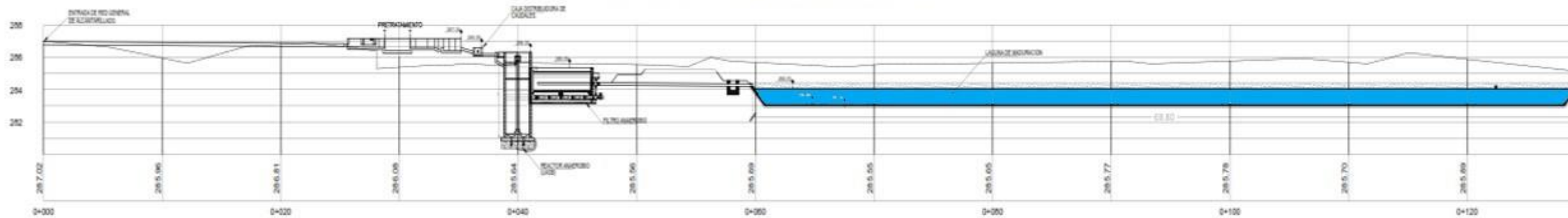
Procesos de tratamiento

- Pretratamiento (desarenado y rejas)
- Reactor Anaerobio, UASB
- Filtro anaerobio
- Laguna de maduración
- Lecho de secado

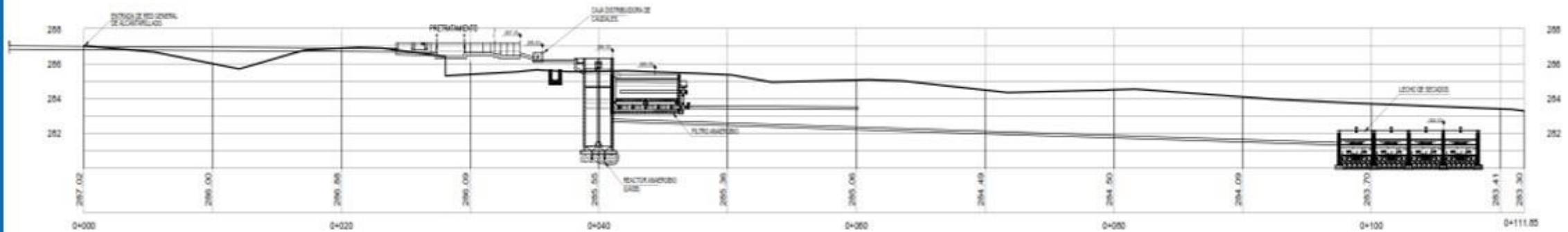


Perfil de la planta de tratamiento

PERFIL HIDRÁULICO PLANTA SAN ANTONIO X-Y

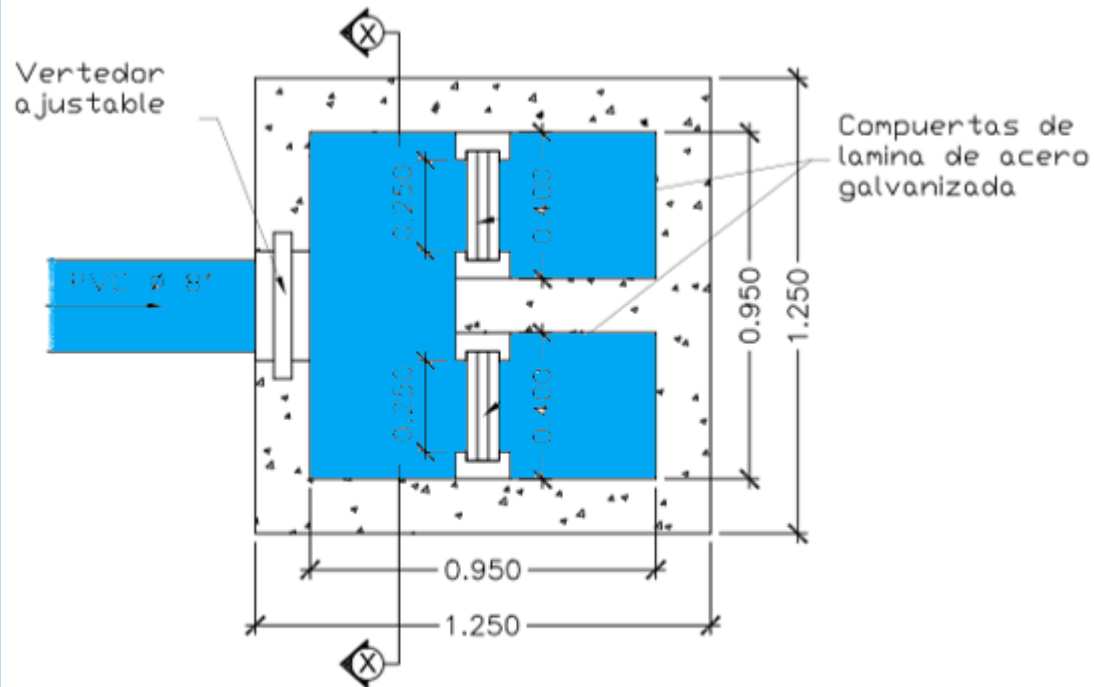


PERFIL HIDRÁULICO DE LECHO DE SECADOS X-Z



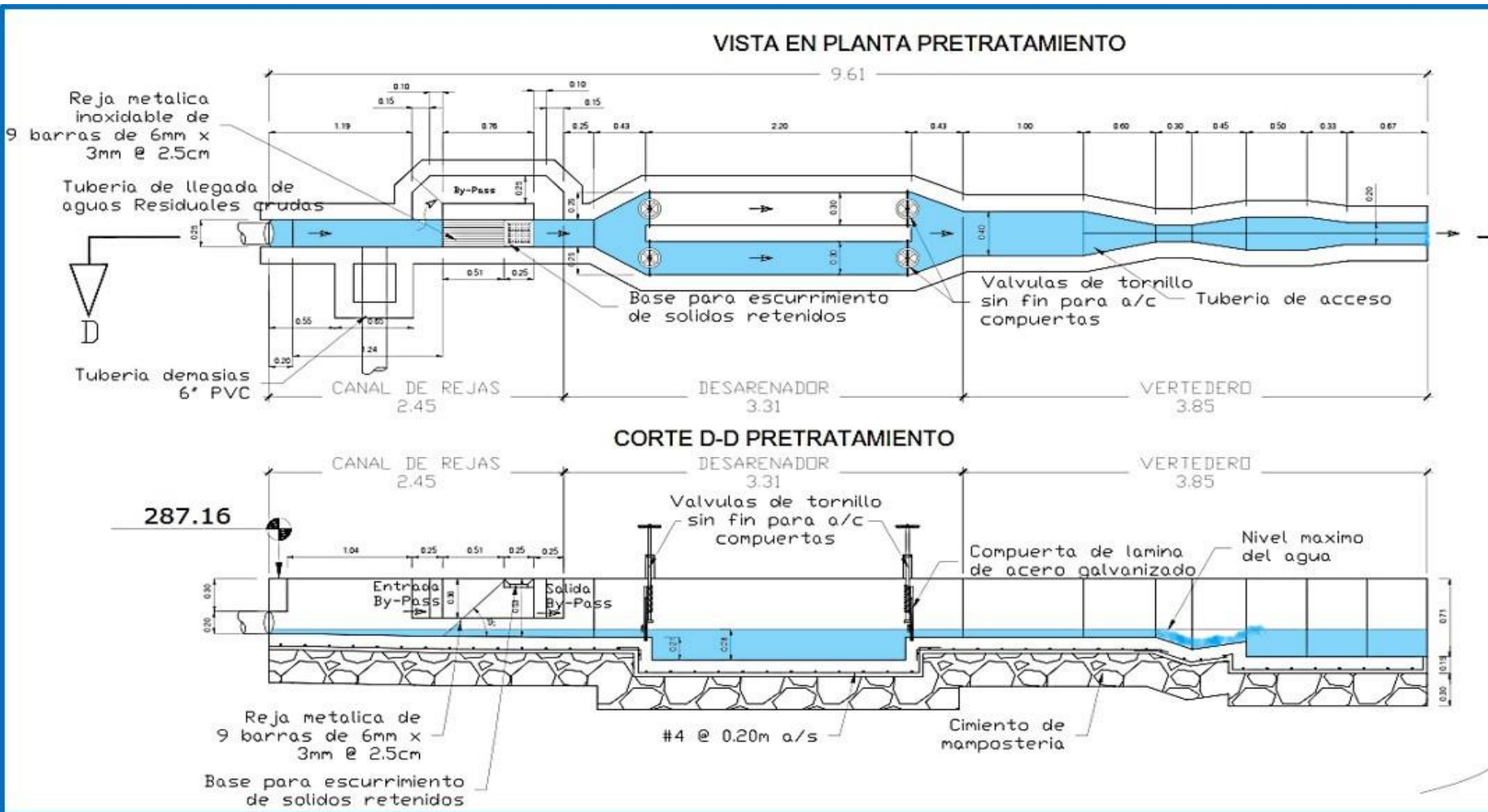
Technical drawing showing a cross-section of a structure with dimensions and labels:

- Vertical dimensions on the left: 0.100, 0.670, 0.570.
- Vertical dimensions on the right: 0.510, 0.060.
- Horizontal dimensions at the bottom: 0.400, 0.400, 0.950.
- Labels:
 - Vertedero ajustable (Adjustable Weir)
 - Compuertas de lamina de acero galvanizada (Galvanized steel plate gates)
 - PVC ϕ 8"
 - 304.749M
 - Varilla #3 @ 0.25m a/s (Rebar #3 @ 0.25m spacing)

CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDAL
(PERFIL)CAJA DISTRIBUIDORA DE CAUDAL
(PLANTA)



Pretratamiento y medición de caudal





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.





Operación de rejillas

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 caretilla 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

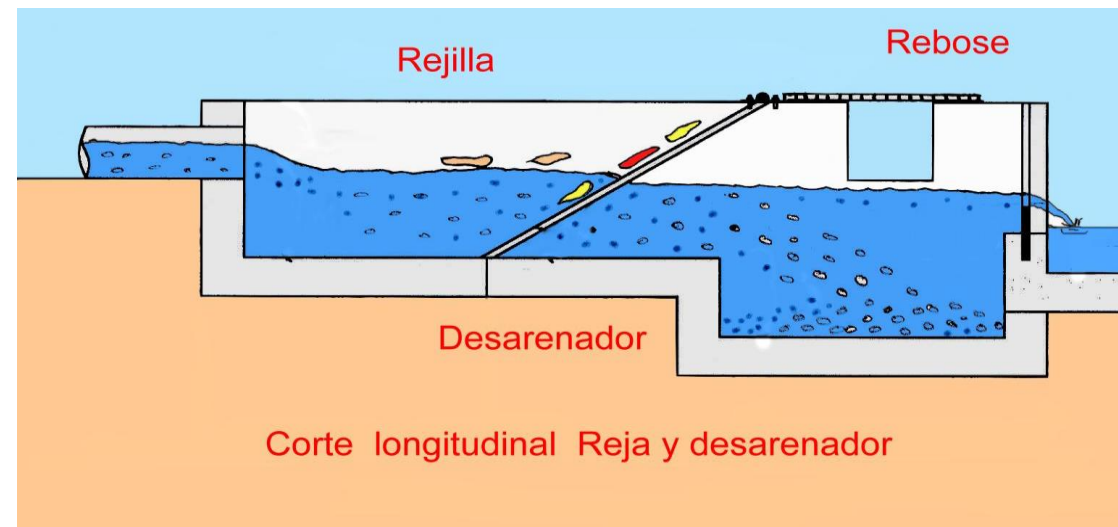
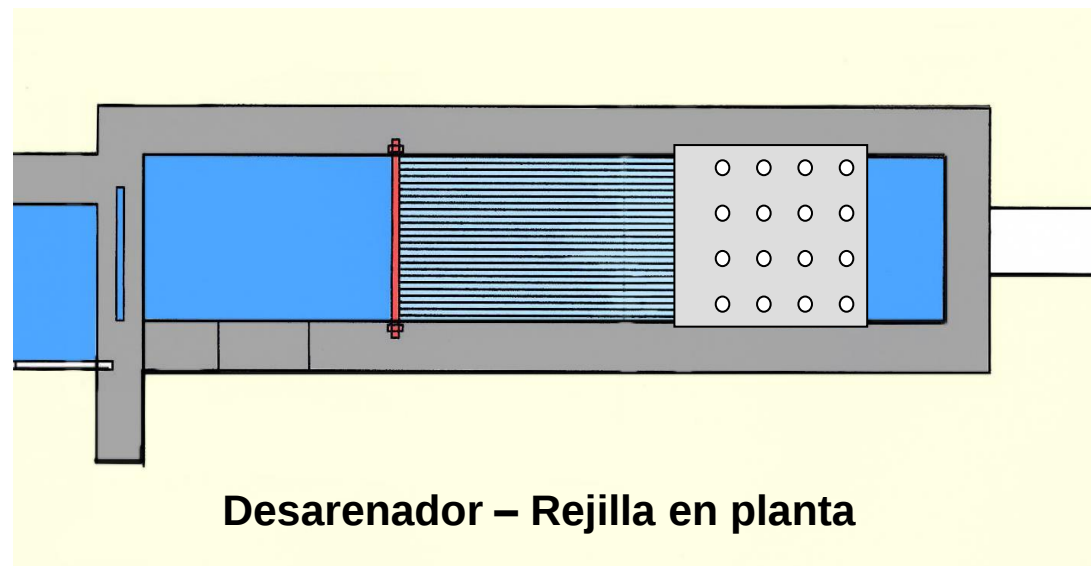


Desarenador

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.

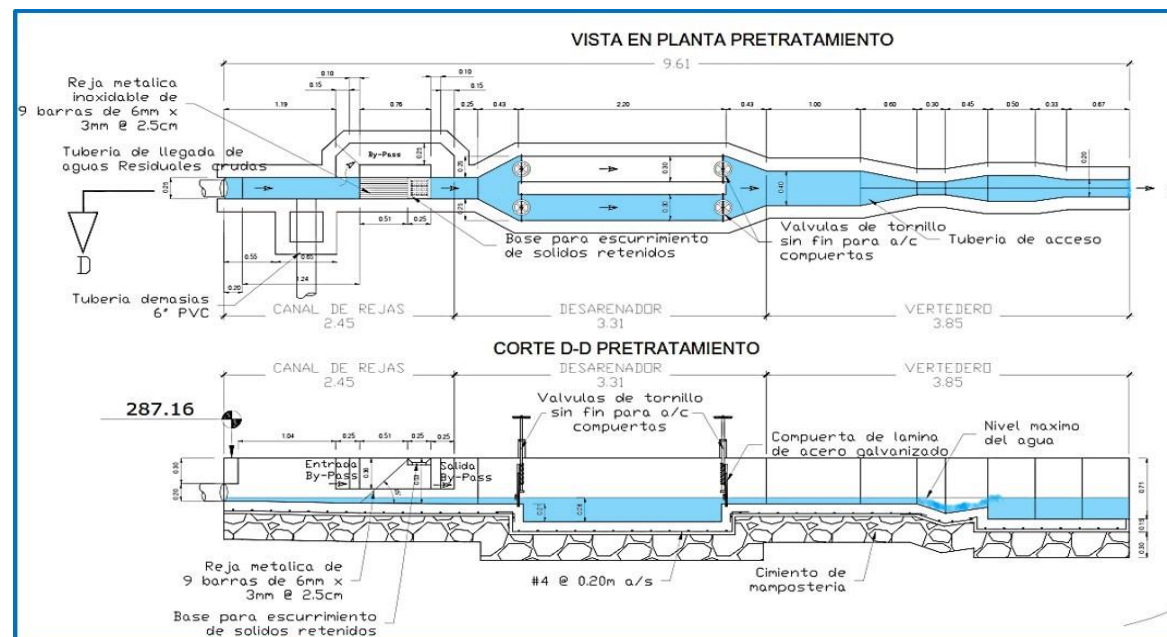
El mantenimiento de los desarenadores tiene que ser por lo menos semanal y cada dos días debe hacerse un barrido o limpieza de fondo para liberar el material orgánico retenido entre el material granular, evitando así la descomposición del mismo.





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 perdida 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

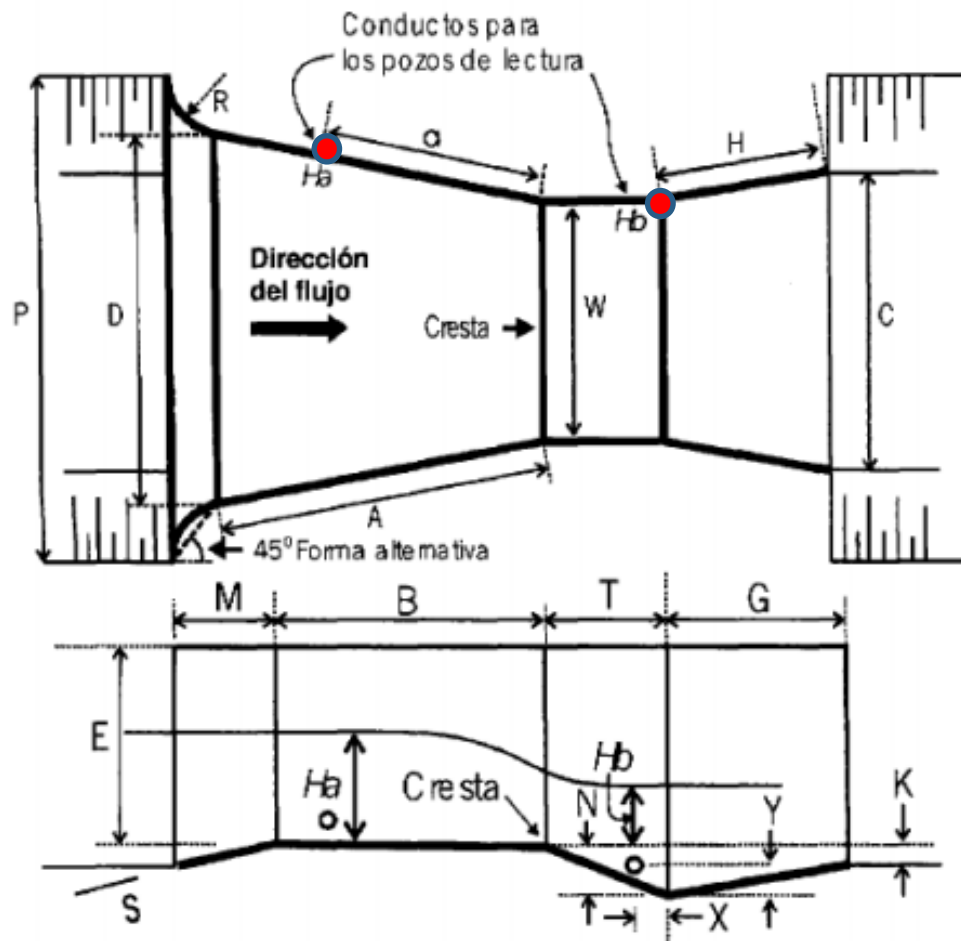


Fotos 3-14: Los sólidos arenosos siempre estarán contaminados con patógenos y su disposición final requiere una solución sanitaria para proteger la salud de los operadores. En la foto arriba (León, Nicaragua) la pila de sólidos arenosos debería de haber enterrada; nótese también la cantidad de material producido que hubiera entrado una laguna primaria sin el desarenador. Una solución adecuada mostrada en la foto abajo (Urbanización en la Ciudad de Guatemala) es una fosa séptica construida específicamente para la disposición final de los sólidos arenosos.



Medidor Parshall

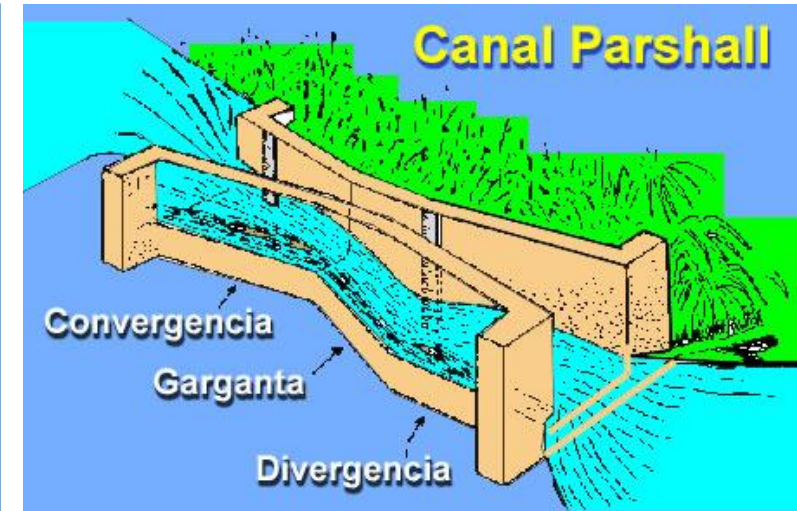
NOMENCLATURA DE LAS PARTES DEL AFORADOR PARSHALL



NOMENCLATURA

W= Ancho de la garganta
A= Longitud de las paredes de la sección convergente
a= Ubicación del punto de medición H_b
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

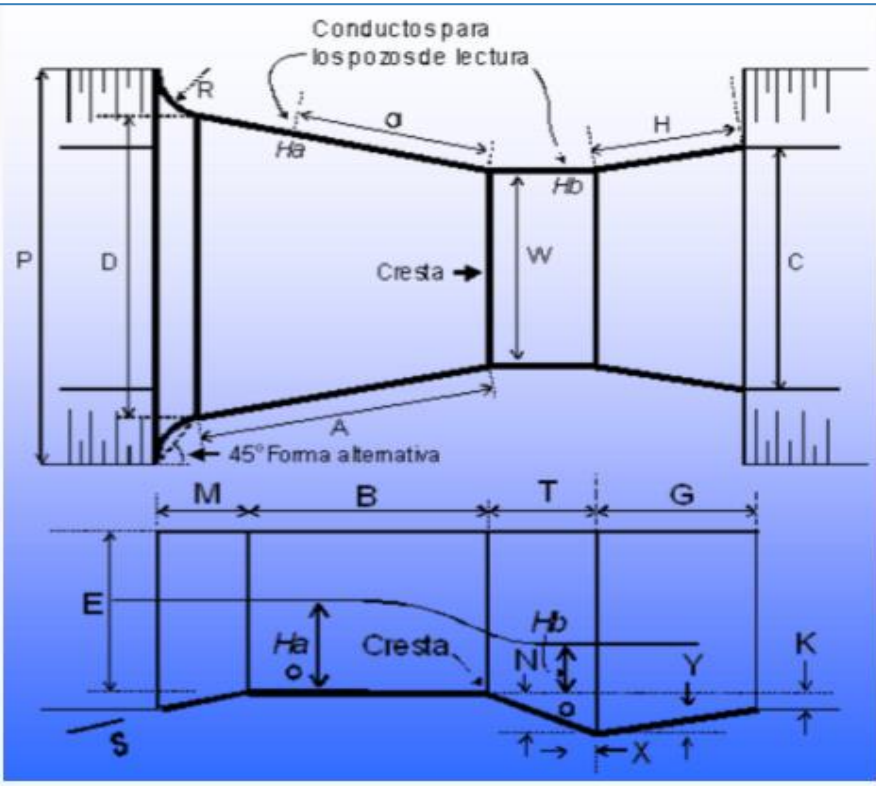
Respecto a la tabla 1, se aclara que los valores de M, P y R no se reportan en algunos casos, ya que es posible que se realice una transición entre el canal y el aforador con una pared vertical a 45° respecto del eje horizontal del aforador, tal como se observa en la figura 3.



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

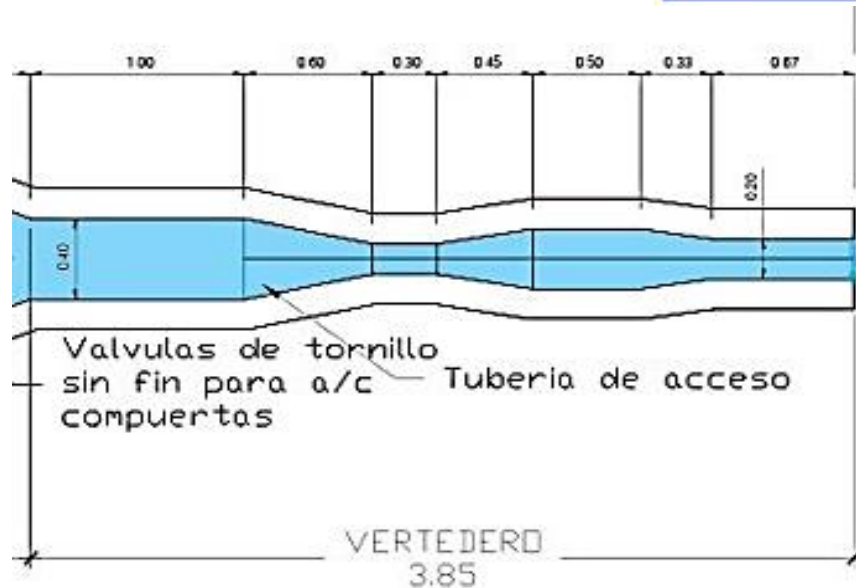


Cálculo del caudal

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

Ancho de la garganta, W mm	Ecuación del gasto Ha entra en mm y el gasto sale l/s
25.4	$Q = 0.001352 H_a^{1.55}$
50.8	$Q = 0.002702 H_a^{1.55}$
76.2	$Q = 0.003965 H_a^{1.55}$
152.4	$Q = 0.006937 H_a^{1.50}$
228.6	$Q = 0.013762 H_a^{1.53}$

Ancho de la garganta, W m	Ecuación del gasto Ha entra en m y el gasto sale m³/s
0.3048	$Q = 0.6909 H_a^{1.52}$
0.4572	$Q = 1.056 H_a^{1.538}$
0.6096	$Q = 1.428 H_a^{1.55}$
0.9144	$Q = 2.184 H_a^{1.566}$
1.2192	$Q = 2.953 H_a^{1.578}$
1.5240	$Q = 3.732 H_a^{1.587}$
1.8288	$Q = 4.519 H_a^{1.595}$
2.1336	$Q = 5.312 H_a^{1.601}$
2.4384	$Q = 6.112 H_a^{1.607}$
3.0480	$Q = 7.463 H_a^{1.6}$
3.6580	$Q = 8.859 H_a^{1.6}$
4.5720	$Q = 10.96 H_a^{1.6}$
6.0960	$Q = 14.45 H_a^{1.6}$
7.6200	$Q = 17.94 H_a^{1.6}$
9.1440	$Q = 21.44 H_a^{1.6}$
12.1920	$Q = 28.43 H_a^{1.6}$
15.2400	$Q = 35.41 H_a^{1.6}$





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		

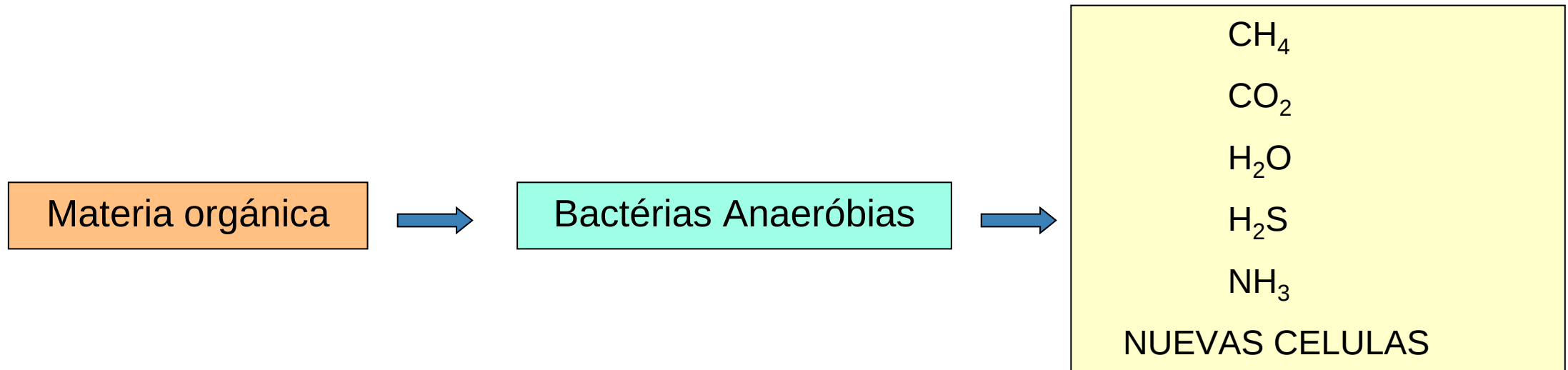
FLUJOS (GASTO) DE AGUA PARA PARSHALL DE 6", 9" y 12"

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



Digestión Anaerobia

Es un proceso que se realiza en ausencia de oxígeno, en el cual la materia orgánica compleja es convertida en : Metano, dióxido de carbono, agua, sulfuro de hidrógeno y amonía además de nuevas células bacterianas.



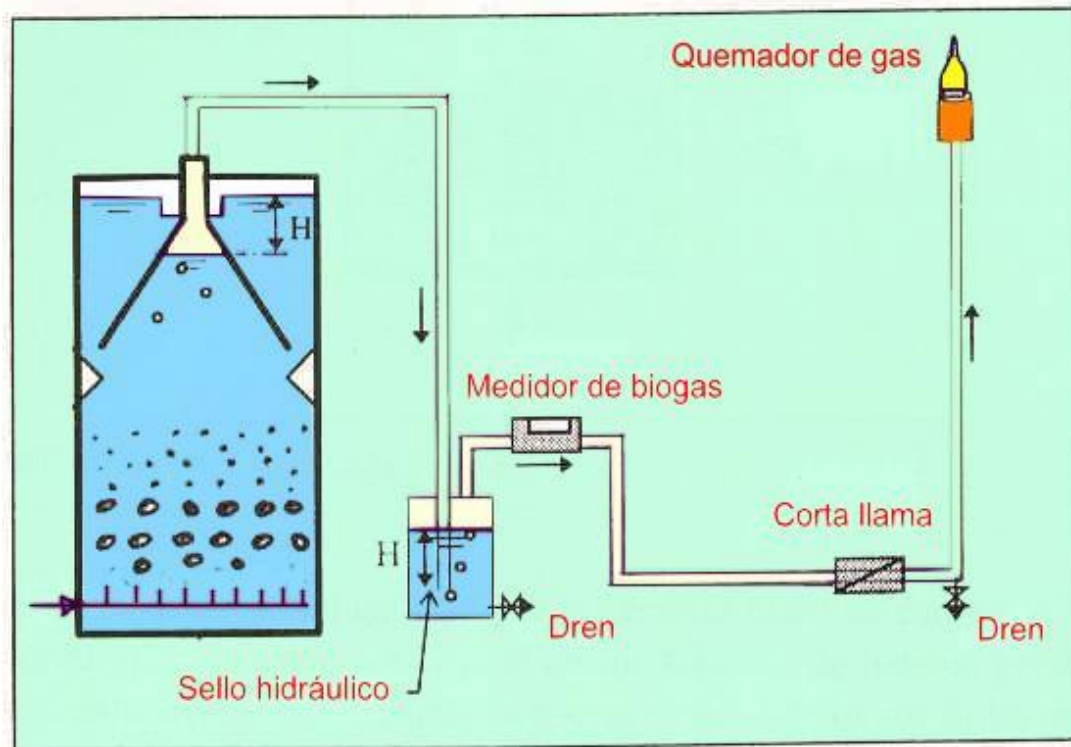
Fases del proceso

- ❖ Hidrólisis de compuesto orgánicos complejos
- ❖ Producción de ácidos
- ❖ Producción de metano (CH_4)



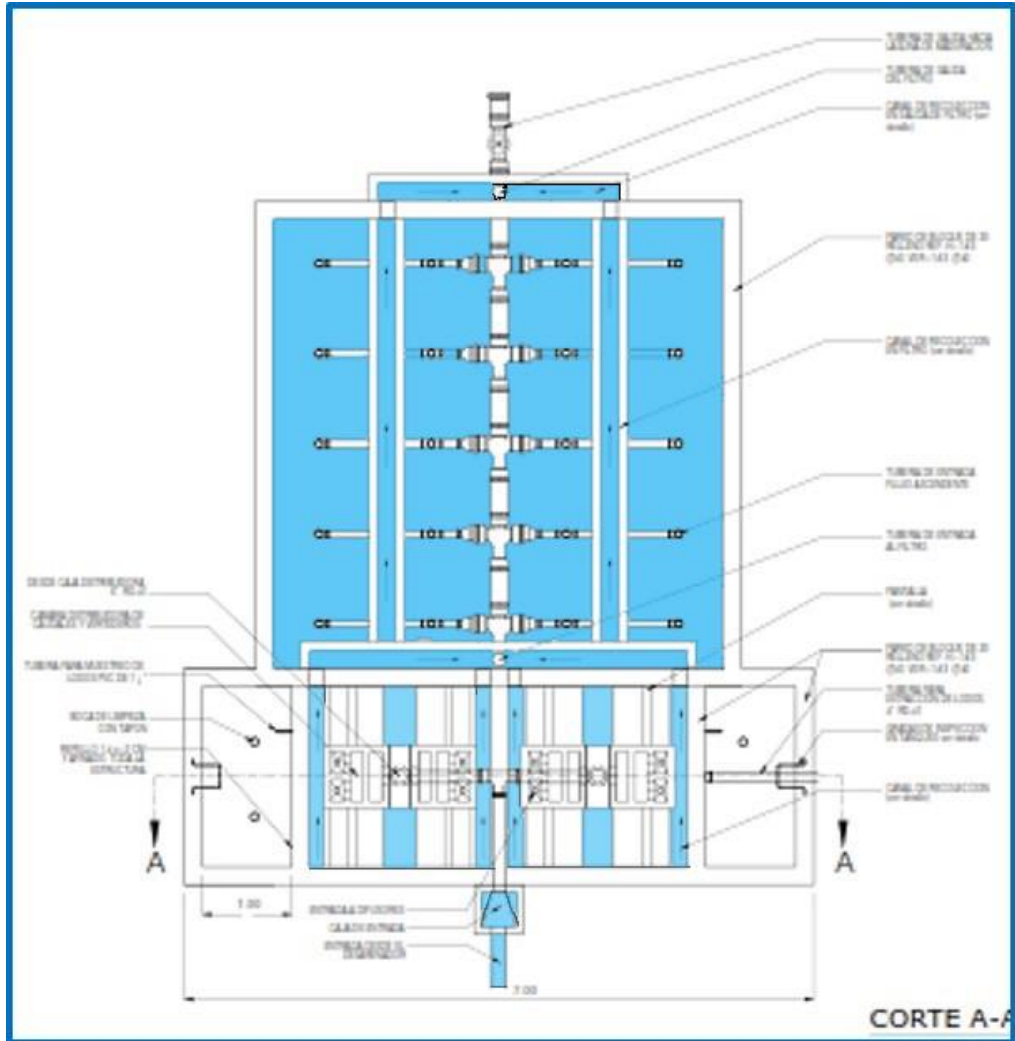
Reactor Anaerobio de flujo ascendente y manto de lodos

Consiste en un flujo de aguas residuales que pasa a través de un lecho de lodo denso y de elevada actividad. El perfil de sólidos en el reactor varía de muy denso y con partículas granulares de elevada capacidad de sedimentación, próximas al fondo (lecho de lodos), hasta un lodo más disperso y leve en la parte superior del reactor (manto de lodos).



La estabilización de la materia orgánica ocurre en todas las zonas de reacción (lecho y manto) siendo la mezcla del sistema generada por el flujo ascensional de las aguas residuales y las burbujas de gas.

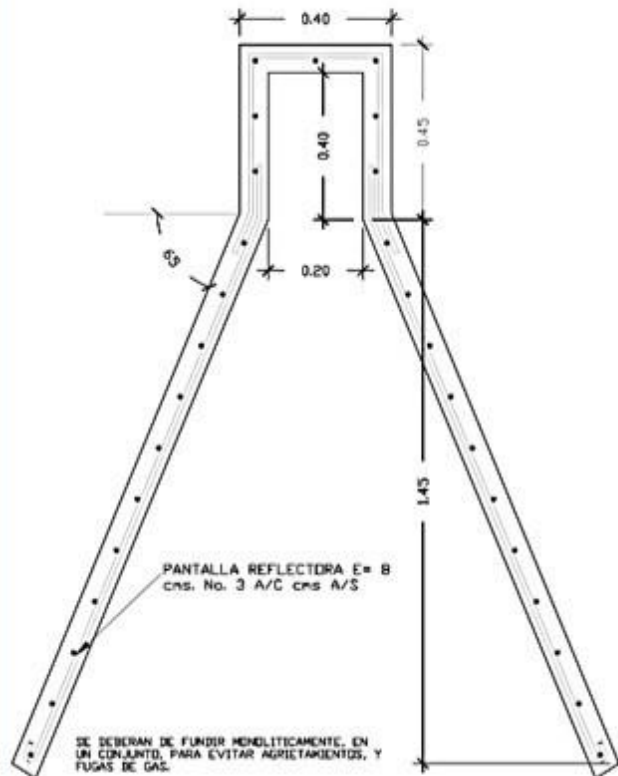
Vista en Planta de Reactor Anaerobio



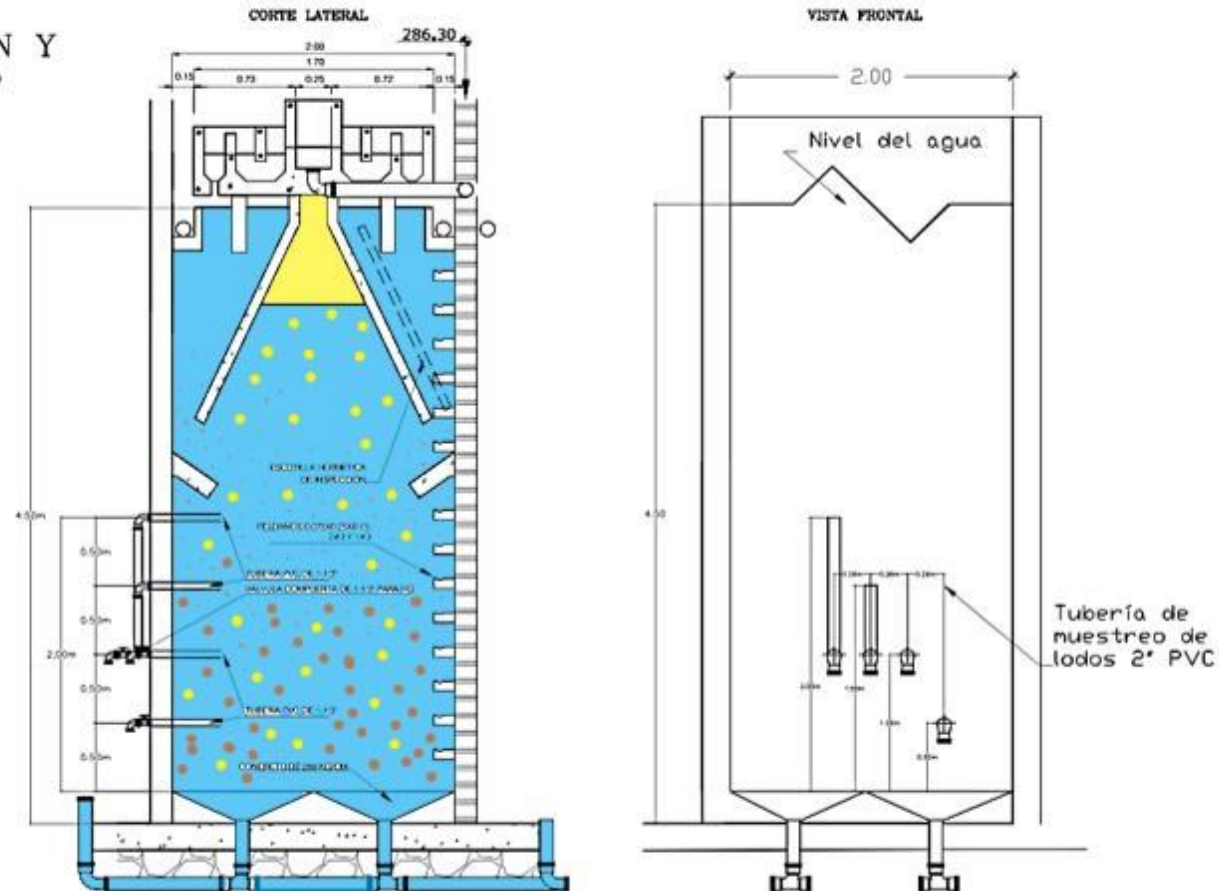


Detalles Reactor Anaerobio

SEPARADORES TRIFASICOS SECCION Y
ARMADO EN REACTOR ANAEROBIO



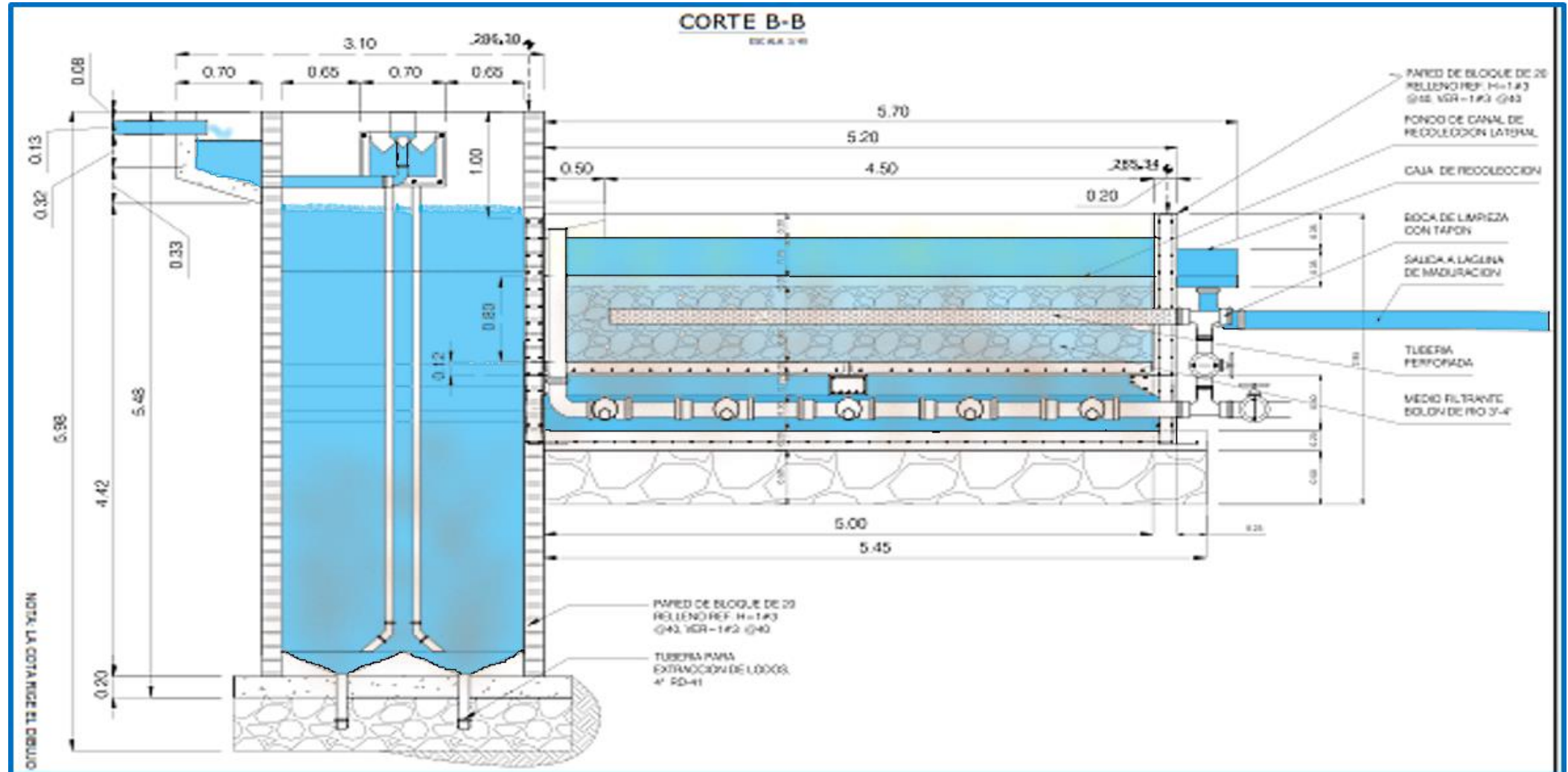
TUBERIAS Y VÁLVULAS PARA EXTRACCION DE
LODOS EN REACTOR ANAEROBIO



Tuberías de muestreo



Corte reactor UASB y filtro anaerobio





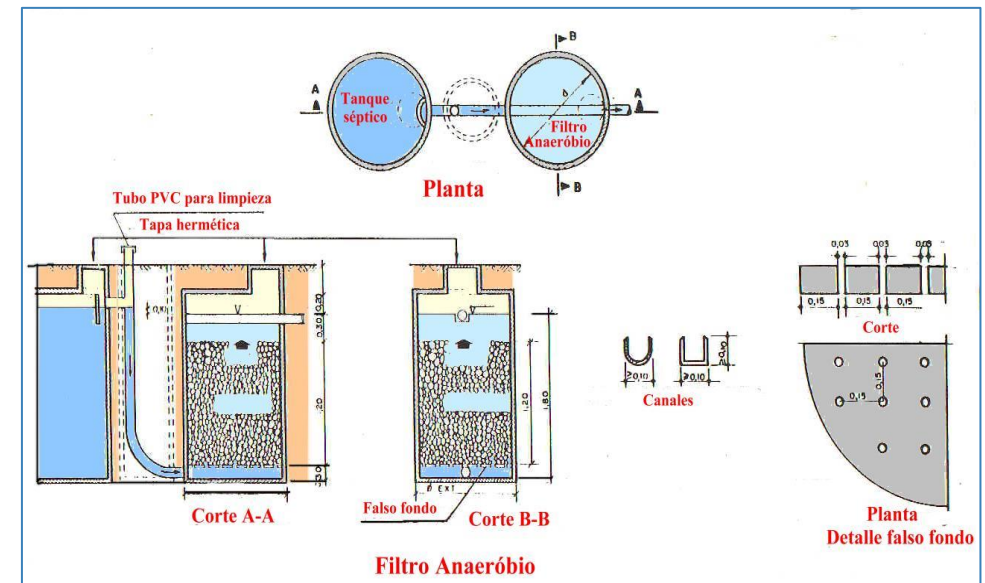
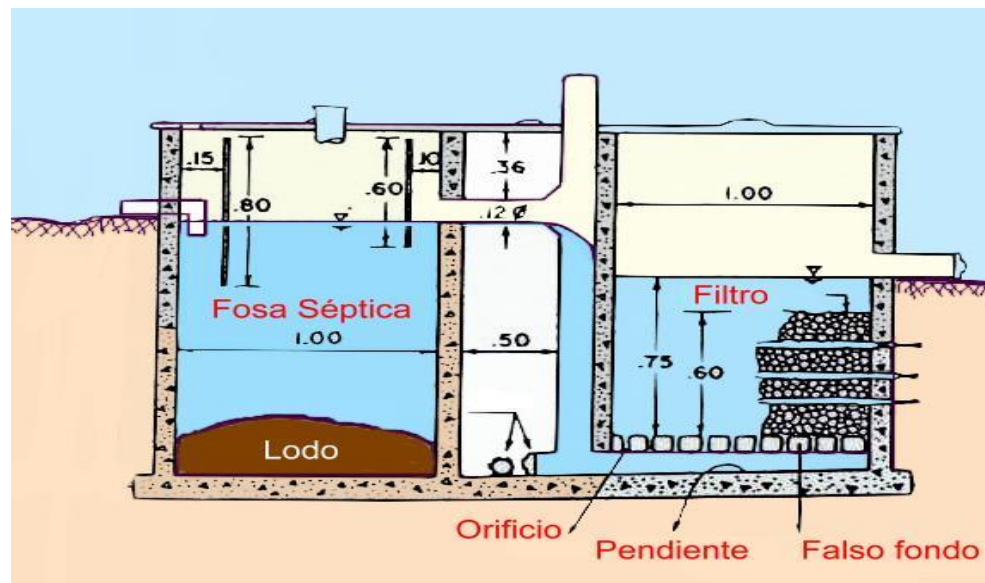
Filtros Anaerobios

Aplicación

Cuando no es posible infiltrar en el suelo el efluente de la fosa séptica o hay necesidad de una tratamiento adicional, porque se quiere disponer el efluente en un cuerpo de agua, el tratamiento puede realizarse en un filtro anaerobio, que es una alternativa interesante por su facilidad constructiva y operacional

Características

Consisten en tanques generalmente de forma cilíndrica, que contienen en su interior un material granular donde se desarrollan los microorganismos responsables del tratamiento, éste material está apoyado en un falso fondo perforado por donde asciende el líquido proveniente de la fosa séptica, que luego descarga por la parte superior del filtro.



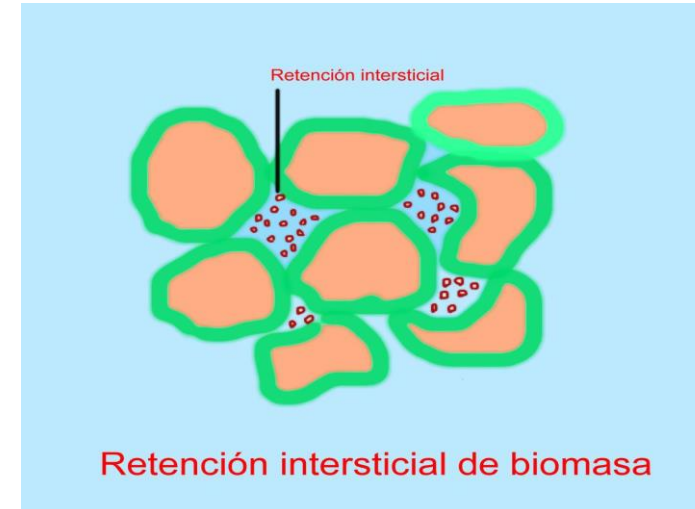
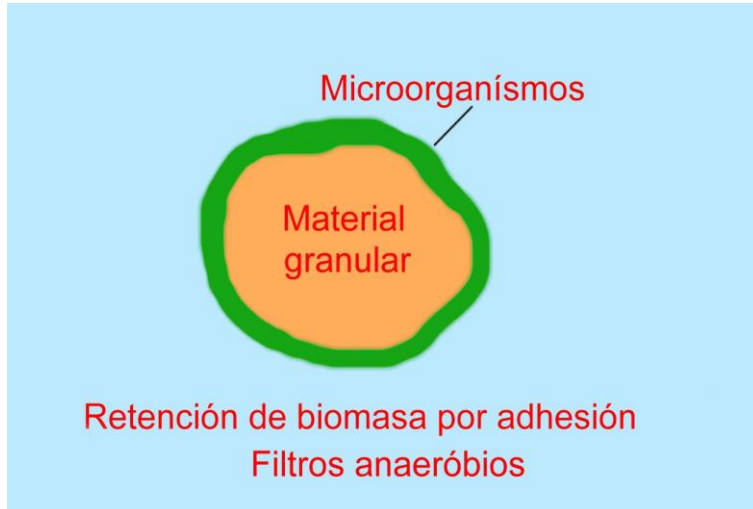


Filtro anaerobio

El filtro anaerobio ascendente es básicamente una unidad de contacto, en la cual el agua residual pasa a través de una masa biológica contenida dentro del reactor. La biomasa (microorganismos) retenida en el reactor se puede presentar en tres formas:

- película biológica fina adherida al material
- Biomasa dispersa retenida en los vacíos (poros) del material granular.
- Flóculos o granos retenidos en el falso fondo, bajo el material de soporte.

Los compuestos orgánicos solubles contenidos en el agua residual afluyente entran en contacto con la biomasa, difundiéndose a través de la superficie del biofilme o el lodo granular, donde es convertido en productos intermedios (ácidos Grasos volátiles) y finales específicamente metano(CH_4) y dióxido de carbono(CO_2).

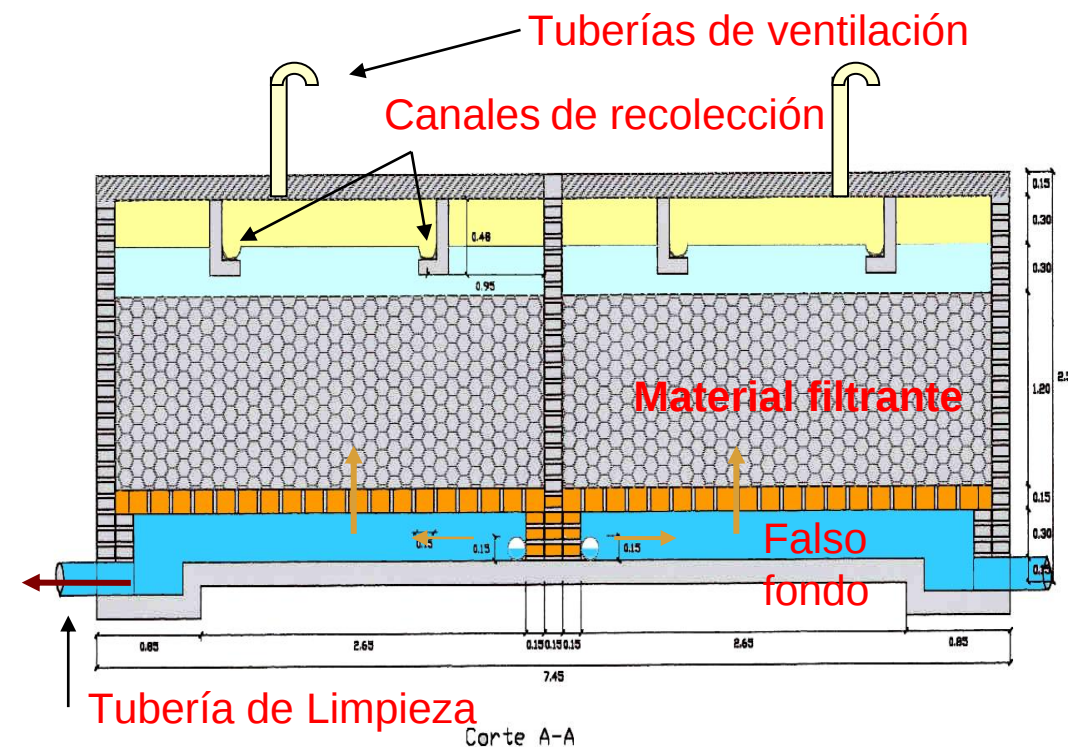




CONASA
Consejo Nacional de Agua
Potable y Saneamiento

Componentes del filtro Anaerobio

- Tubería de Entrada
- Falso fondo
- Tubería de Limpieza
- Material filtrante
- Canales de recolección
- Tuberías de Ventilación.

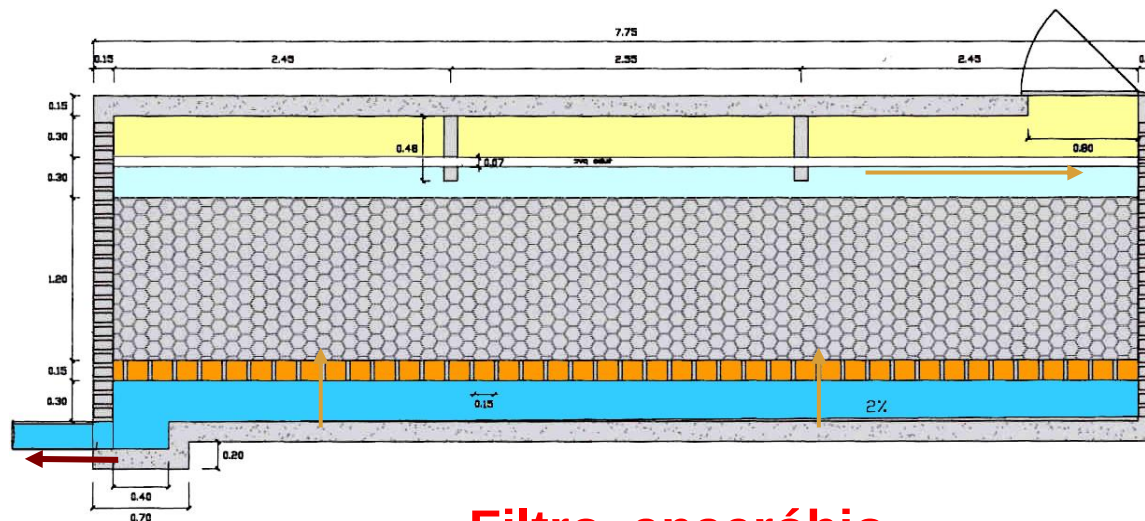




Finalidad del Lecho filtrante

La finalidad del material filtrante es la de retener sólidos en el interior del reactor, ya sea a través del biofilme formado en la superficie del material de soporte o mediante la retención de sólidos en los intersticios del medio.- Las principales funciones de la camada de soporte son las siguientes:

- Separar los sólidos de los gases
- Distribuir uniformemente el agua residual en el reactor
- Evitar que los sólidos sean llevados fuera del sistema de tratamiento
- Permitir la acumulación de grandes cantidades de biomasa
- Mejorar el contacto de las aguas residuales con los sólidos biológicos contenidos en el reactor.



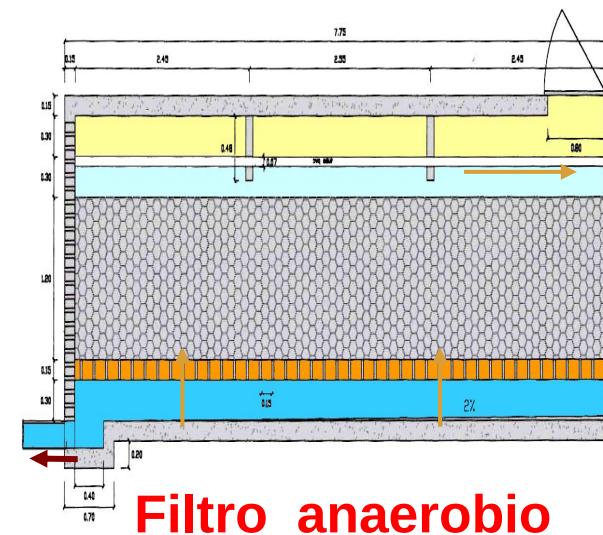
Filtro anaeróbico

Operación de los filtros anaerobios

En los filtro anaerobios la acumulación de sólidos ocurre en el falso fondo y en la parte baja al inicio del material granular. Se recomienda descargar lodos a través de sistema de limpieza una vez que la concentración de lodos exceda el 5% en peso.

Corrección de problemas operacionales

Posibles causas	Posibles soluciones
Malos olores	
Presencia de sustancias toxicas	Localizar y eliminar las fuentes
Elevada concentración de ácidos volátiles, alcalinidad reducida y caída de pH.	Adicionar cal hidratada para elevar la alcalinidad y mantener un pH entre 6.8 - 7.4
Elevadas concentraciones de compuestos de azufre	Investigar la posibilidad de reducir la concentraciones de sulfatos
Elevado contenido de sólidos	
Elevada concentración de sólidos en el afluente	Investigar la eficiencia de los reactores anteriores
Exceso de sólidos en el reactor	Realizar una purga de fangos en el reactor
Proliferación de insectos	
Presencia de espumas y aceites	Remover la capa de espumas
Baja producción de biogas	
Elevadas concentraciones de ácidos volatiles	Aumentar alcalinidad con cal hidratada





Limpieza del filtro anaerobio

Se recomienda revisar semestralmente las cajas de distribución del efluente del FAFA para observar que no exista acumulamiento de agua residual esta es una señal que el sistema está funcionando correctamente caso contrario si se observa la presencia de bolas; terrones de biopelícula se debe analizar la limpieza del material filtrante, para lo cual se debe hacer lo siguiente:

1. Utilizar los equipos de protección personal y las herramientas necesarias.
2. Destapar las tapas de inspección utilizando un pico, dejar que se ventilen por unos 15 minutos hasta que todos los gases se hayan desalojado.
3. Vaciar el filtro anaerobio de flujo ascendente, mediante el cierre de la válvula de ingreso
4. Lavar superficialmente la grava con el uso de agua a presión, se deberá introducir el agua por la parte superior del lecho haciendo que fluya hacia abajo, se puede utilizar una manguera con buena presión o una hidrolavadora.
5. En caso de persistencia sacar el material filtrante y lavarlo manualmente.
6. Si esto no funciona se debe reemplazar el material granular, que constituyen el material del lecho filtrante .



Operación y mantenimiento

Un filtro anaerobio requiere un periodo de puesta en marcha de seis a nueve meses para llegar a la capacidad de tratamiento total, ya que la biomasa anaerobia de crecimiento lento primero debe establecerse en el filtro. Para reducir el tiempo inicial, el filtro puede ser inoculado con bacterias anaerobias; por ejemplo, mediante la aspersión de lodos de la fosa séptica en el material del filtro. El flujo aumentará con el tiempo.

Debido a su delicado equilibrio biológico de funcionamiento, se debe tener cuidado de no descargar productos químicos fuertes en el filtro anaerobio. Los niveles de espuma y lodo deben ser monitoreados para garantizar que el tanque esté funcionando bien. Con el tiempo, los sólidos obstruirán los poros del filtro.

De la misma forma, la creciente masa bacteriana se espesará demasiado, se quebrará y llegará a obstruir los poros. El filtro debe limpiarse cuando reduzca su eficiencia. Esto se logra poniendo el sistema en reversa (retrolavado) o al remover y limpiar el material del filtro. Los tanques de filtros anaerobios deben revisarse periódicamente para garantizar que sigan siendo impermeables (TILLEY et al. 2018).



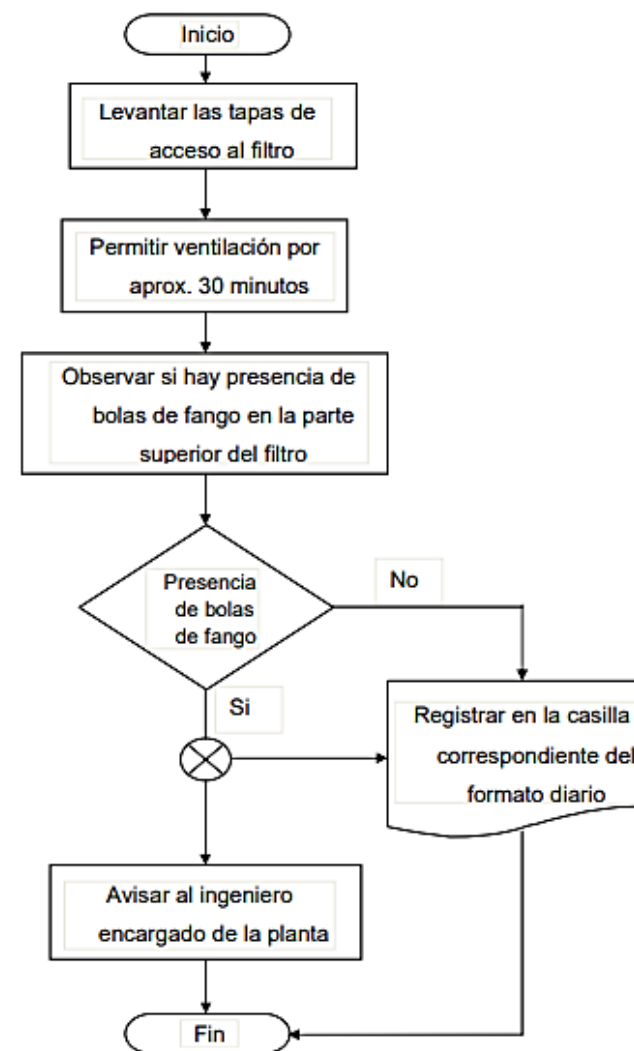


Procedimiento para limpieza de bolas de fango

PROCEDIMIENTO

- Observe si hay presencia de bolas de fango en la parte superior del filtro y señale con una X en la casilla correspondiente en el registro diario y avise al Ingeniero encargado de la Planta.
- Preste atención a incrementos de la turbiedad en el efluente de la Planta y señale con una X en el registro diario. En caso de presentarse, avise inmediatamente al Ing. de Planta y haga lo siguiente:
- Haga un lavado superficial con agua únicamente.
- Si la situación sigue igual: Debe sacarse el material filtrante o lavarlo Si este lavado no es suficiente, el lecho se debe cambiar
- Para la limpieza retire los lodos acumulados del falso fondo:
 - Quite el adaptador de limpieza de la tubería que entra al filtro.
 - Inyecte agua a presión por esta tubería para inducir corrientes de agua ascendentes por entre el filtro y así efectuar la limpieza.

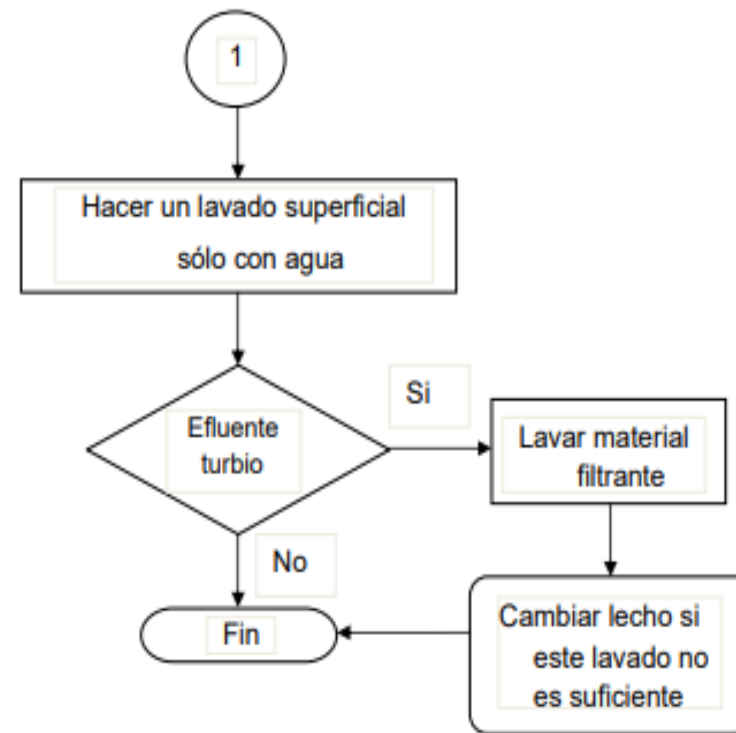
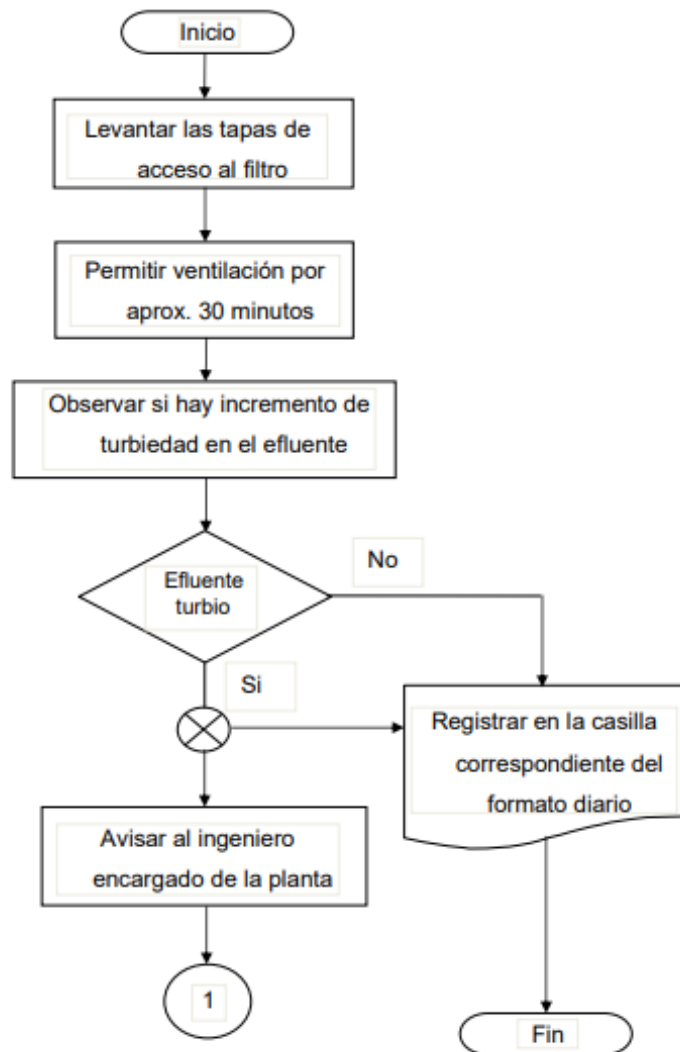
FLUJOGRAMA N° 1: Bolas de fango





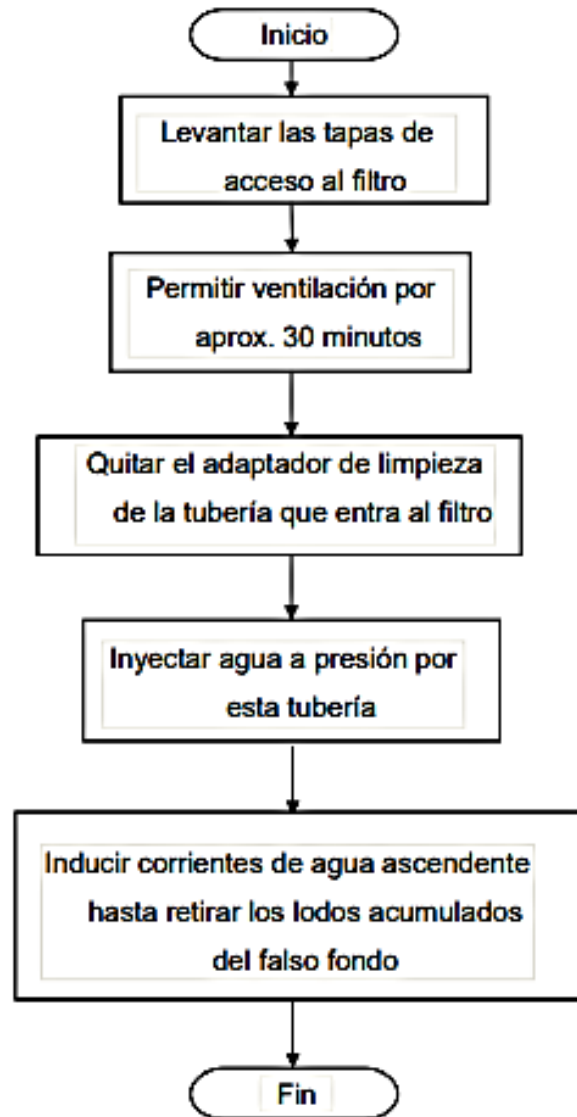
Revisión de la turbiedad de salida

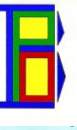
FLUJOGRAMA N° 2: Turbiedad



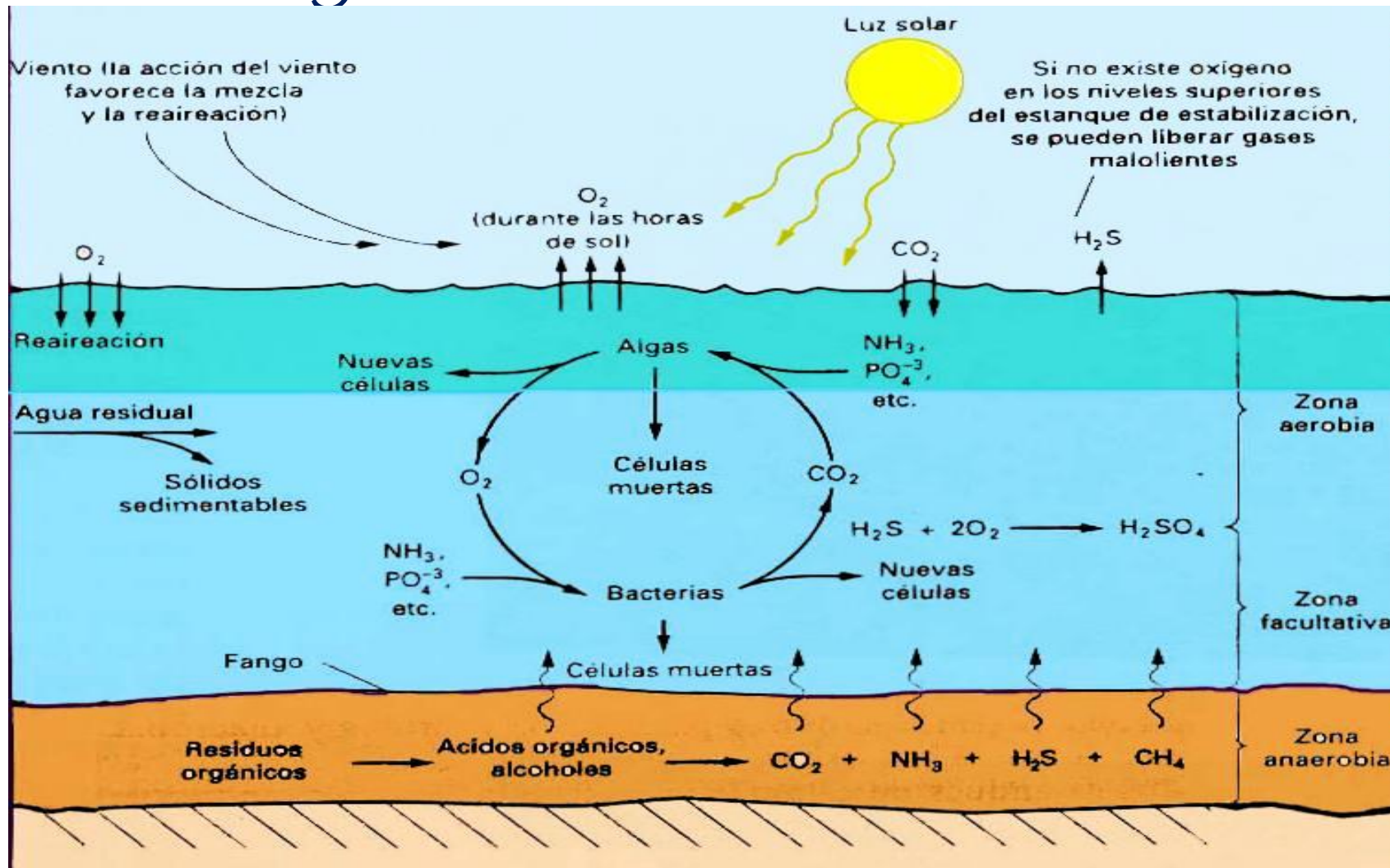


Flujograma de limpieza del filtro





Lagunas de estabilización



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



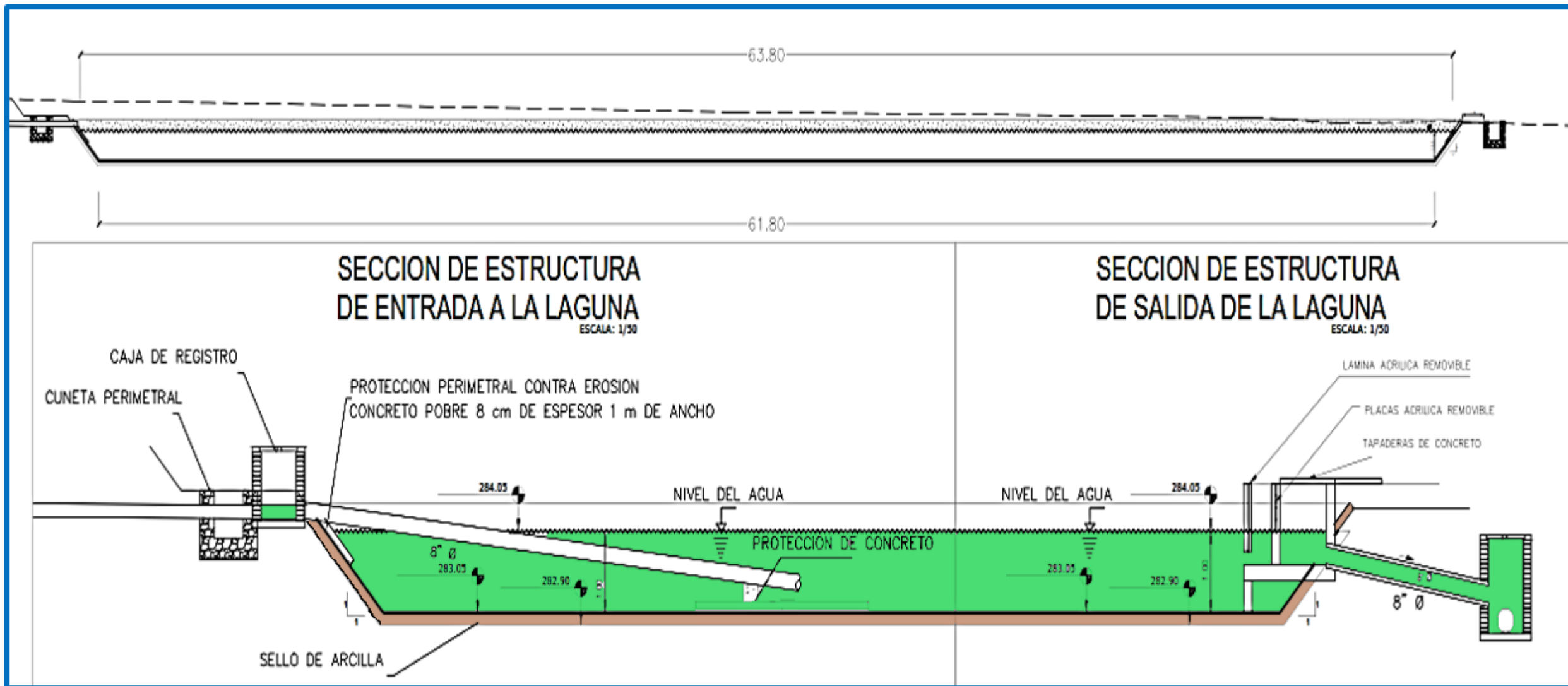


Laguna de maduración





Estructuras de Entrada y salida de la laguna





Control Operacional

Identificación de la laguna..... Fecha / / Nombre del operador					
1. Acontecimiento				SI	NO
✓ Levantamiento de lodo en algún punto de la laguna.....					
✓ Manchas verdes en la superficie de la laguna:					
✓ Anaerobia					
✓ Facultativa					
✓ Manchas negras o cenicientas en la laguna facultativa					
✓ Aparición de vegetales:					
✓ en la laguna					
✓ en los taludes					
✓ Evidencia de erosión en los taludes					
✓ Alguna filtración visible					
✓ Cercados en orden					
✓ Presencia de insectos					
✓ Presencia de aves					
✓ Aguas lluvias con canales limpios					
✓ Medidor de caudal en funcionamiento					
✓ Malos olores					
2. Parámetros Físico - Químicos					
Parámetro	Hora			Observaciones	
	07:00	12:00	17:00		
✓ Altura de la lámina en el medidor de caudal (cm)					
✓ Caudal (l/s)					
✓ Temperatura (°C)*					
Del aire					
De las aguas residuales					
✓ afluente					
✓ centro de la laguna					
✓ efluente					

✓ Nivel de la lámina líquida en la laguna (m)				
✓ pH				
✓ afluente				
✓ efluente				
✓ Sólidos sedimentables (ml / l)				
✓ en las aguas residuales brutas				
✓ en el efluente de la 1ª célula				
✓ OD, a 20 cm bajo la superficie líquida, Próximo al efluente de la laguna facultativa				
3. Condiciones meteorológicas (**)				
	Clasificación	Periodo		Observaciones
		07:00 a 12:00	12:00 a 17:00	
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 pazcón ▪ 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 arreadores 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



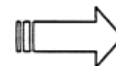
Problemas y soluciones en lagunas de maduración

EN LAGUNAS FACULTATIVAS Y DE MADURACION

PROBLEMA

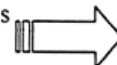
SOLUCION

Anomalías de flujo



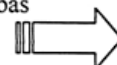
Rediseñar las entradas y salidas, teniendo en cuenta el régimen del viento.
Instalación de entradas y salidas múltiples.
Eliminación de plantas acuáticas.

Presencia de mosquitos
y/o insectos

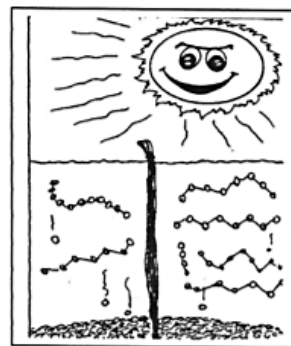


Eliminación de todas las plantas acuáticas y otros posibles soportes para larvas.

Crecimiento de plantas
acuáticas y malas hierbas
en los taludes



Eliminación de todas las plantas en los taludes internos, eliminar o cortar las malas hierbas en los taludes externos.





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.



Las labores típicas de operación y mantenimiento

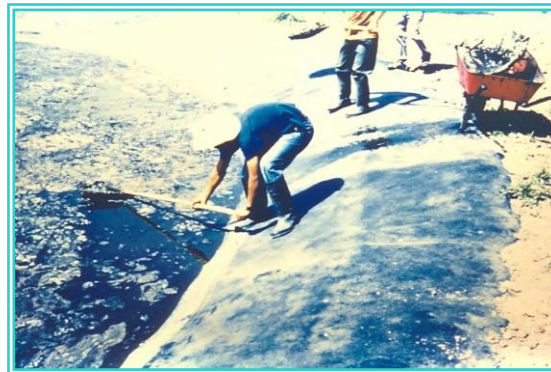
- Mantener limpia la rejilla en todo momento, remover el material retenido, desaguarlo y enterrarlo diariamente. Es recomendable medir el volumen diario de material dispuesto.
- Mantener controlada la vegetación de los diques impidiendo su crecimiento mas allá del nivel del triturado o grava de protección 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.





Evaluación

- **Parrametros de evaluación**
 - caudal;
 - Sólidos em Suspensión (SS);
 - Demanda bioquímica de Oxigeno (DBO);
 - Demanda química de oxigeno (DQO);
 - Coliformes.
 - Serie nitrogenada;
 - Fósforo.



Programa de mediciones y análisis

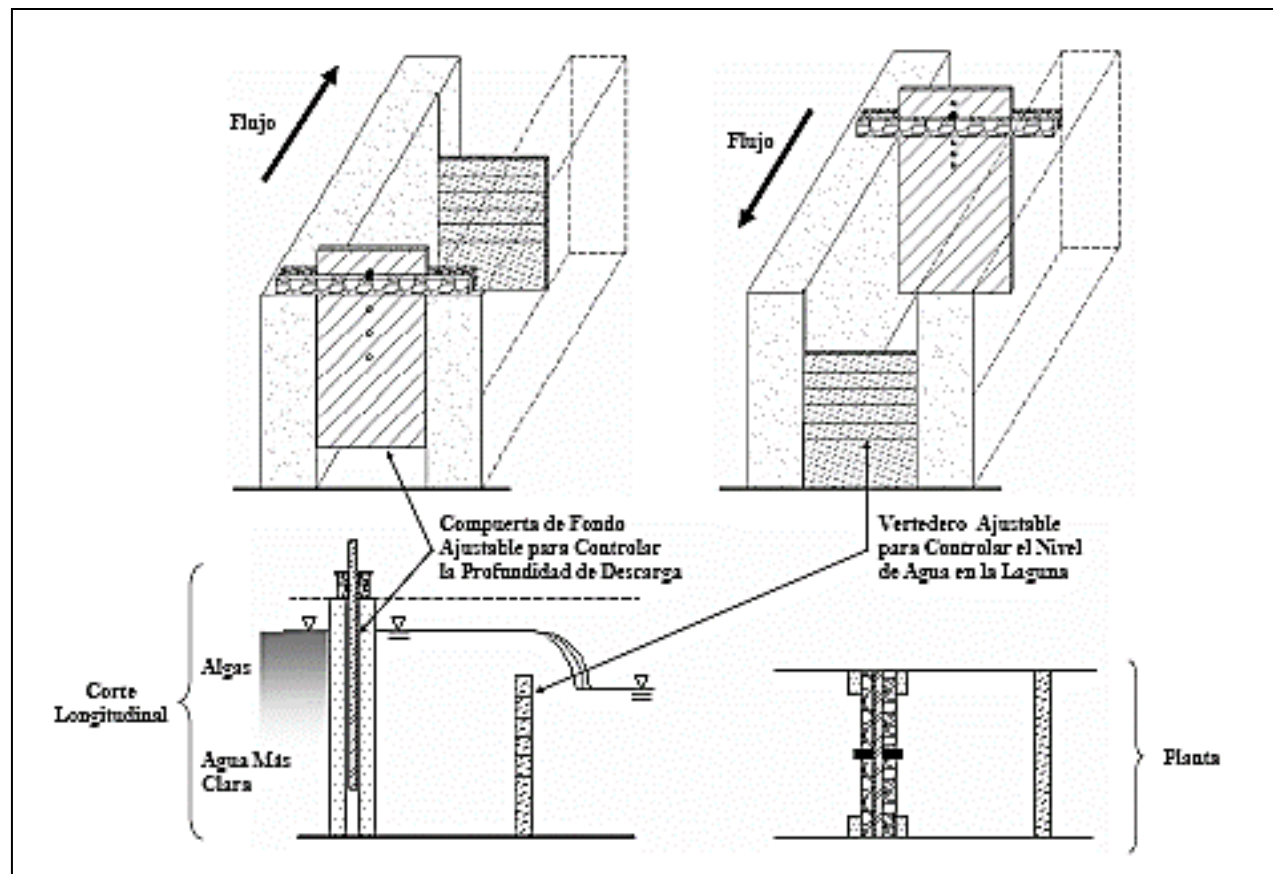
PARÁMETRO	UNIDAD	AFLUENTE	EFLUENTE	FRECUENCIA
Temperatura	°C	X	X	D
DBO ₅	mg/l	X	X	S
DQO	mg/l	X	X	S
OD	mg/l	X	X	D
pH	-	X	X	D
Sólidos suspendidos	mg/l	X	X	S
Sólidos sedimentados	ml/l	X	X	S
Sólidos totales	mg/l	X	X	Q
Sólidos fijos	mg/l	X	X	Q
Sólidos volátiles	mg/l	X	X	S
Nitrógeno total	mg/l	X	X	O
Fósforo total	mg/l	X	X	O
Coliformes fecales	CF/100ml	X	X	O
Huevos de nemátodos intestinales	unidad	X	X	O

D = diario; S = semanal; Q = quincenal; O = ocasional

Fuente: adaptado de WHO/EMRO (1987)



Detalle de salida

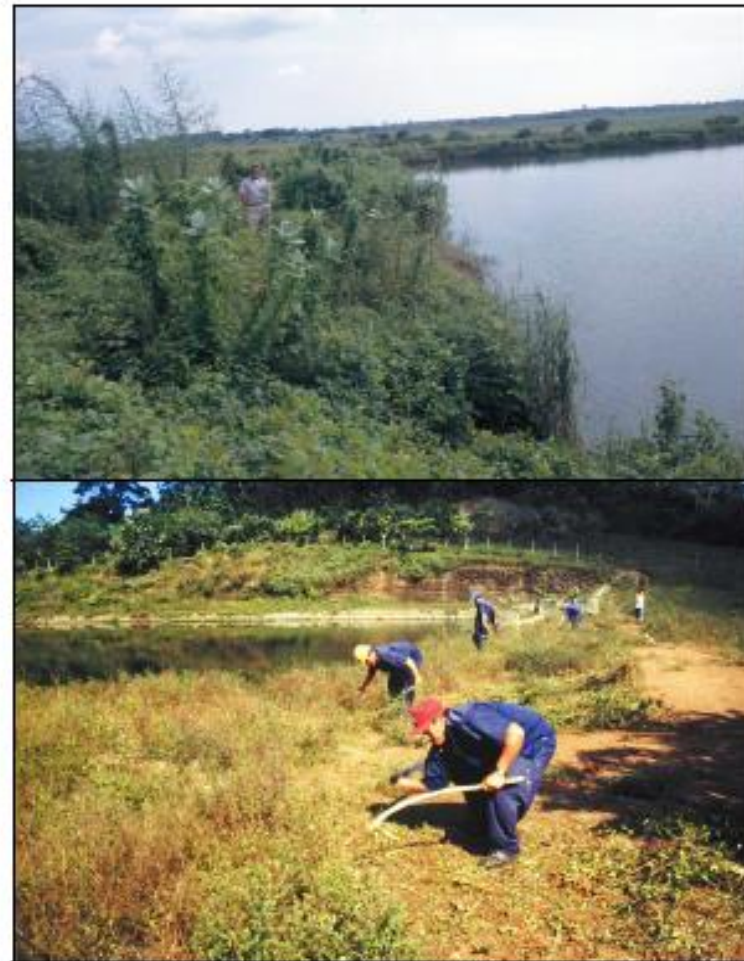




Mantenimiento de lagunas



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 (ANAA) 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: Danlí, 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. (Danlí, 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)



Proliferación de insectos

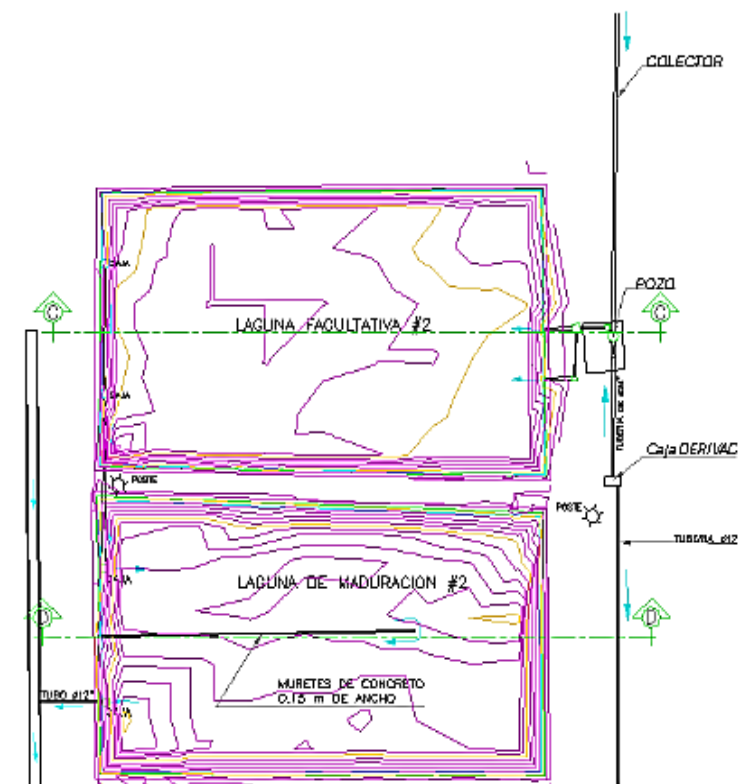
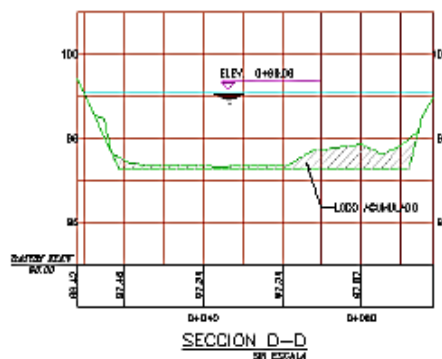
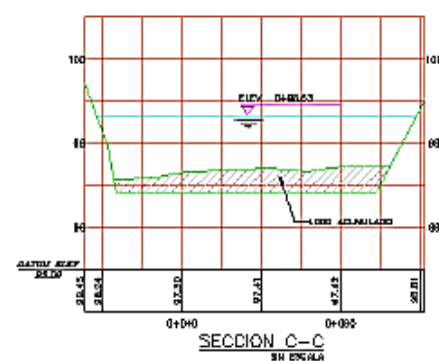
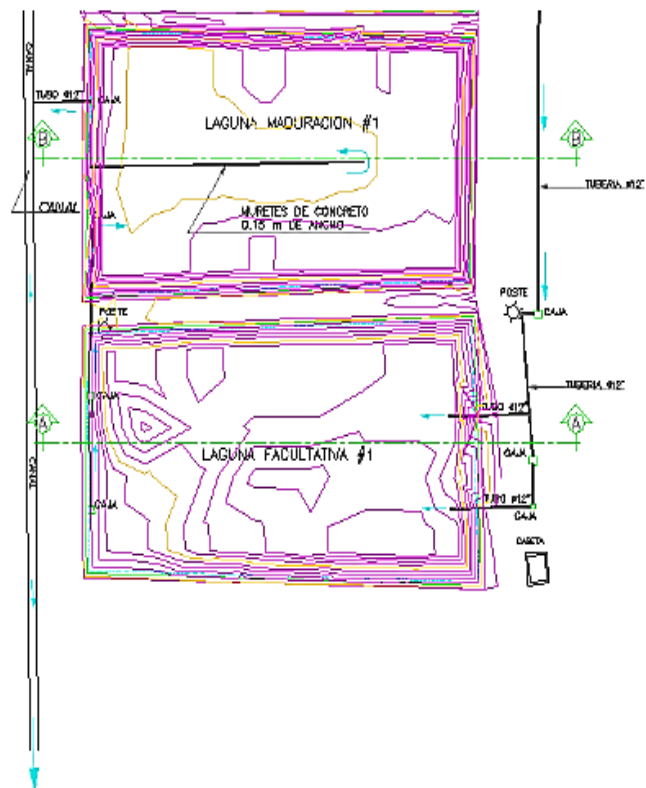
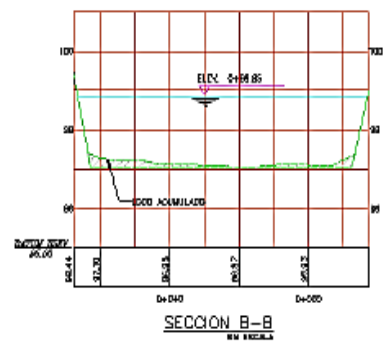
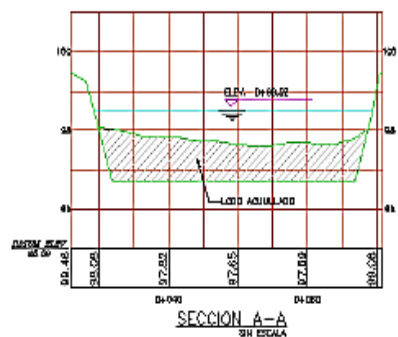


Fotos 7-4: Las natas y sólidos flotantes, si no son removidos, sirven como un foco para la cría de insectos. (Arriba: Villanueva, Honduras. Abajo: Guastatoya, Guatemala)



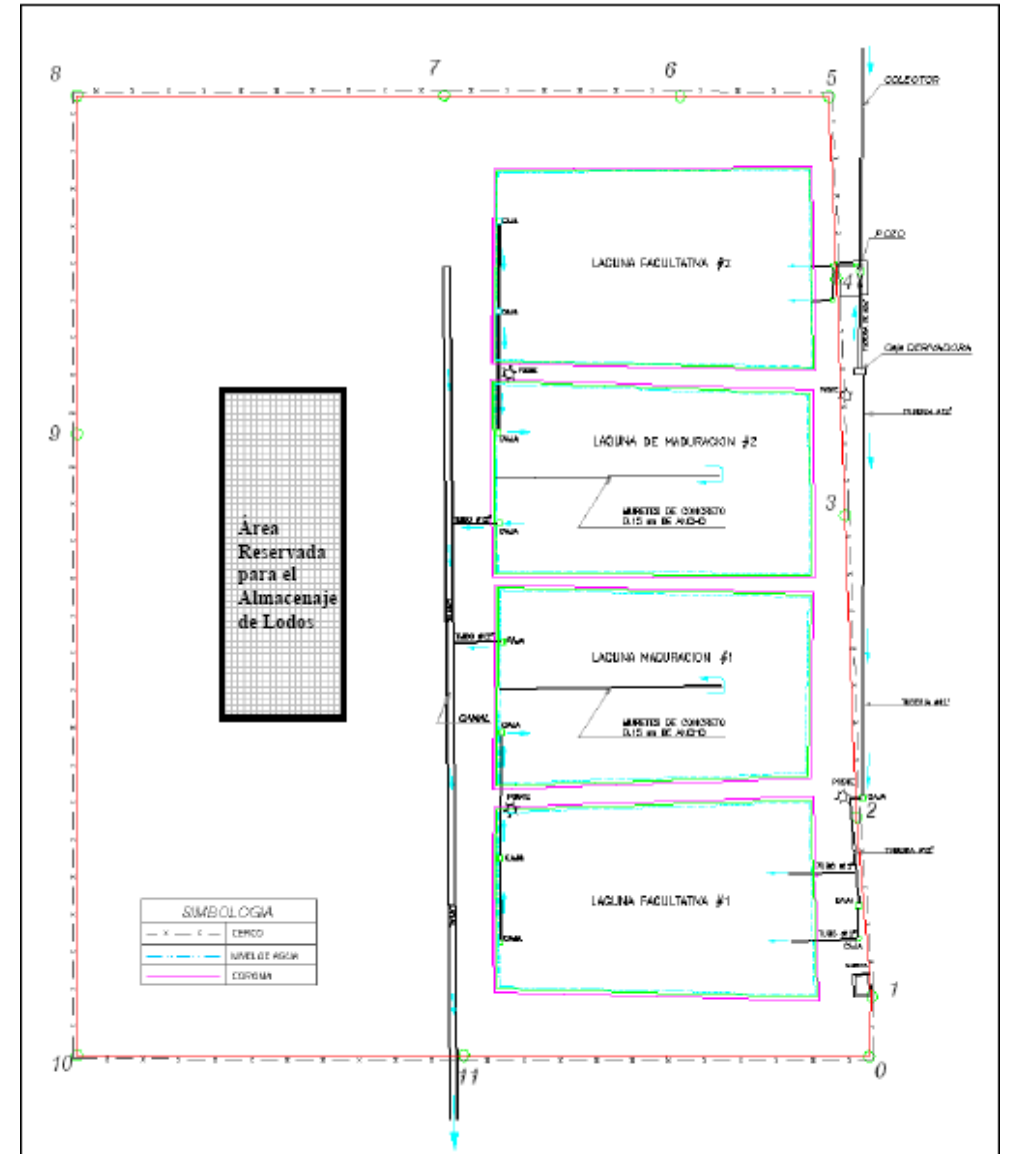
Fotos 6-18: En la foto arriba (Tela, Honduras) la laguna facultativa tiene problemas con el crecimiento de hierbas acuáticas en la orilla por falta de un revestimiento. En la foto abajo (Catacamas, Honduras) la deficiente construcción del revestimiento (notase las curvas de nivel) con insuficiente borde libre no previene el crecimiento de plantas acuáticas en la orilla.

Estudios de Batimetría





Extracción y almacenamiento de lodos





Tipos de reuso

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





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.



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.

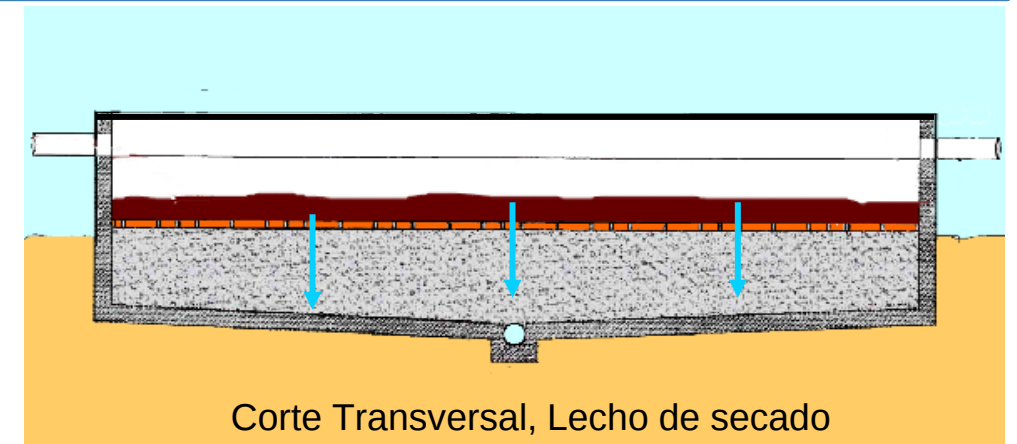
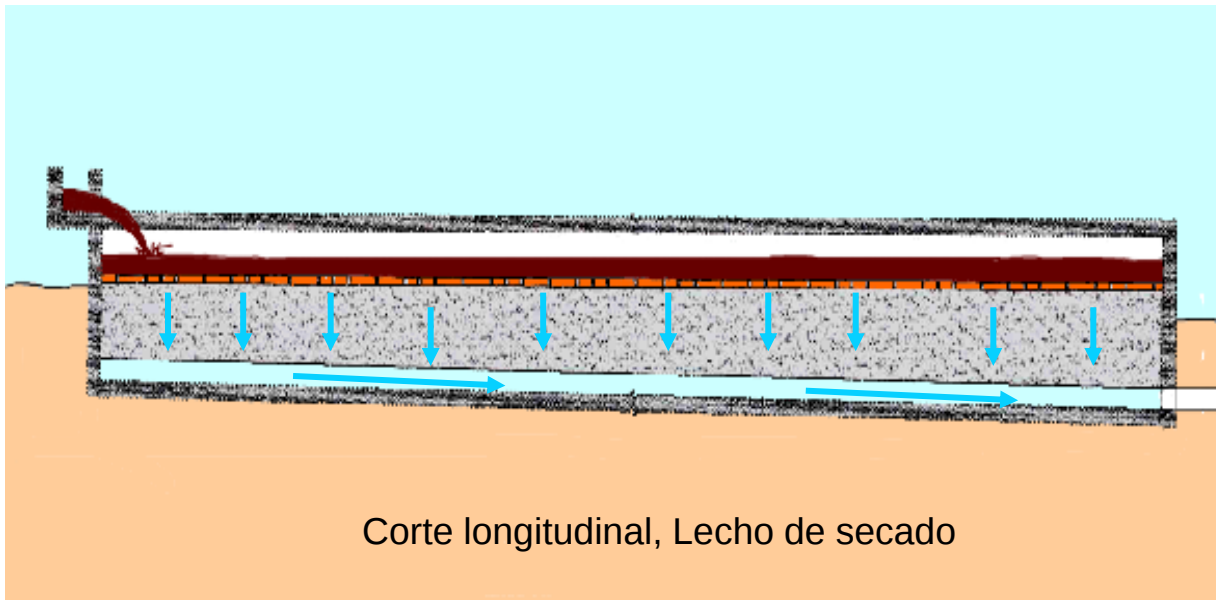
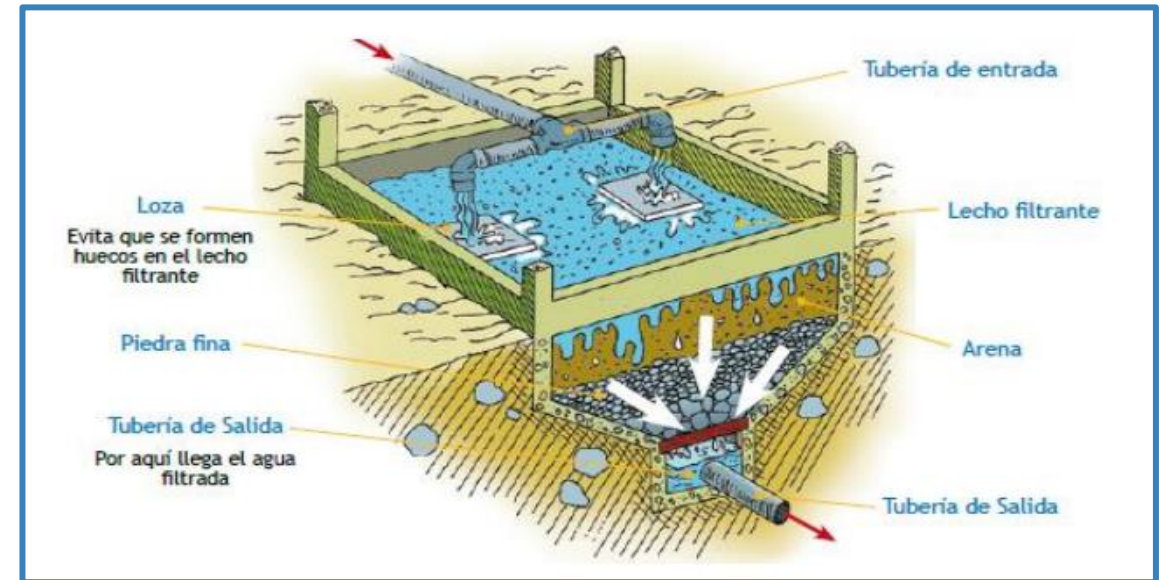
El lodo seco se retira y se evacua a vertederos controlados o se utiliza como mejorador de suelos.



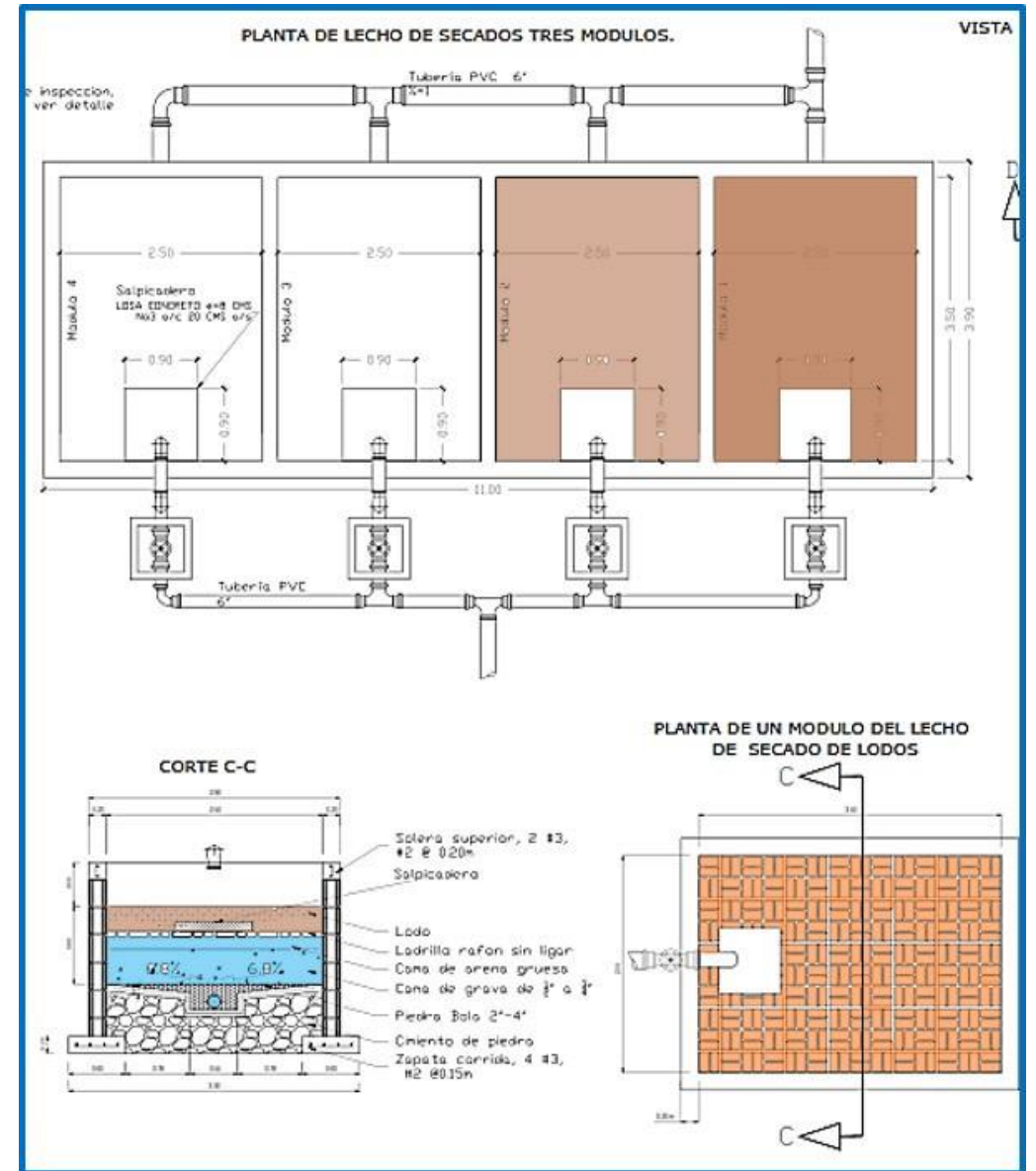


Componentes del Lecho de Secados

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



Detalles del lecho de Secado





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.





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 turroneos 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 rejas 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 muertas
- 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
- Medidor de oxígeno disuelto
- Termómetros
- Limnógrafo
- Muestreadores automáticos.



Modelo "DELTA"

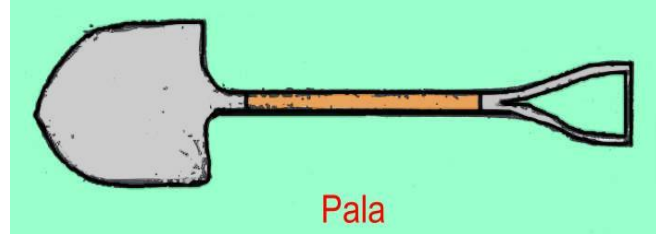


Equipo necesario para la operación de la planta

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

Requerimientos complementarios

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



Pala



Carretilla de mano



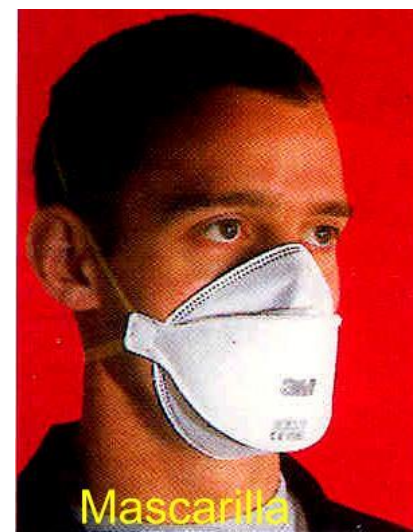
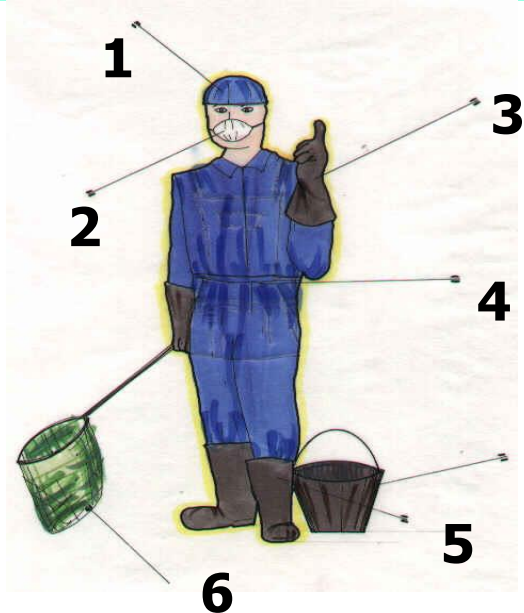
Pascón de mango largo



Escoba Plástica

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	



Medidas Higiénicas

MEDIDAS HIGIENICAS



A pesar que el operador sabe perfectamente que está trabajando en una planta de tratamiento de aguas residuales, y que éstas pueden ser un foco infeccioso, es normal que con el paso del tiempo pierda el miedo y olvide el carácter de riesgo para la salud que su trabajo puede adquirir si no se toman algunas precauciones básicas. Precisamente cuando se alcanza este punto, la probabilidad de que surjan accidentes aumenta en gran medida.

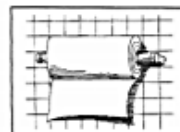
Por esta razón, es aconsejable colocar en algún lugar bien visible una lista de instrucciones higiénicas que sirvan de recordatorio de que existe un riesgo real que afortunadamente es fácil de prevenir.



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

1. Instalar un depósito de agua limpia, jabón y bombonas de lejías.

2. Es aconsejable utilizar toallas desechables de papel, para evitar que debido a la necesidad de transporte para la limpieza de las toallas de tela éstas permanezcan demasiado tiempo sin lavar.



3. Botiquín con el siguiente contenido:



Esparadrapo
Algodón
Alcohol
Disolución detergente desinfectante
Tijeras
Pinzas
Líquido repelente para insectos

4. Prendas de vestir para el trabajo:

- Guantes
- Botas de hule
- Casco de trabajo
- Uniforme



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

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

7. Desinfectar inmediatamente cualquier herida o corte.

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

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

10. Disponer de una barca pequeña, cuerda y salvavidas.

11. Vacunarse contra tétanos, fiebre tifoidea y otras enfermedades que recomiendan las autoridades sanitarias.

12. Recibir instrucción de primeros auxilios. 



CONASA

Consejo Nacional de Agua
Potable y Saneamiento

Gracias por su atención



Ing. Pedro E. Ortiz B.