



**GUÍA BÁSICA PARA
PLANTAS DE TRATAMIENTO DE
AGUAS SERVIDAS**

V. 1.1

Índice

Introducción.....	Pág.3
Definiciones asociadas a las Aguas Servidas.....	Pág.3
○ Materia Orgánica.....	Pág.3
○ Microorganismos.....	Pág.4
○ Nutrientes.....	Pág.5
○ Sólidos.....	Pág.5
○ Aceites y Grasas.....	Pág.6
○ Oxígeno.....	Pág.6
○ pH.....	Pág.7
Normativas Vigentes.....	Pág.8
○ Decreto Supremo 90.....	Pág.8
○ Decreto Supremo 46.....	Pág.9
Tratamiento de Aguas Servidas por Lodos Activados.....	Pág.10
○ Retiro de Sólidos Gruesos (Desbaste).....	Pág.11
○ Retiro de Sólidos Finos.....	Pág.11
○ Retiro de Arenas.....	Pág.11
○ Retiro de Grasas y Aceites.....	Pág.12
○ Retiro de Materia Orgánica (Lodos Activados).....	Pág.12
○ Etapa de Aeración.....	Pág.13
○ Etapa de Sedimentación.....	Pág.15
○ Tipos de Sistemas de Lodos Activados.....	Pág.17
○ Desinfección del Agua.....	Pág.18
○ Línea de Lodos – Espesado.....	Pág.20
○ Línea de Lodos – Deshidratación.....	Pág.20
Equipamiento de los Sistemas de Aeración Extendida.....	Pág.22
○ Planta Elevadora de Aguas Servidas.....	Pág.22
○ Pre Tratamiento.....	Pág.22
○ Aeración Extendida – Etapa de Aeración.....	Pág.22
○ Aeración Extendida – Etapa de Sedimentación.....	Pág.23
○ Aeración Extendida – Etapa de Recirculación / Purga de Lodos.....	Pág.23
○ Desinfección – Caso Cloración – Caso UV.....	Pág.23
○ Línea de Lodos.....	Pág.23
Eficiencia lograda con el Sistema de Aeración Extendida.....	Pág.24

Introducción

Con el advenimiento de las normativas ambientales en nuestro país, se ha generado un sin número de proyectos de saneamiento básico para pequeñas localidades y pueblos, los que habitualmente involucran casetas sanitarias, alcantarillados, plantas elevadoras y plantas de tratamiento de aguas servidas. Se eliminan de este modo las fosas sépticas y pozos absorbentes de las casas de los vecinos, posibilitando dar mejores usos a sus terrenos y eliminando un foco de posibles contaminaciones y de gastos por concepto de reconstrucción de los sistemas de drenaje.

Estos nuevos sistemas que se instalan requieren de personal entrenado que conozca las formas de operación y las rutinas de mantención de los sistemas, lo que permita evitar colapsos y daños a los equipos y asegurar larga vida útil a los nuevos sistemas.

La normativa actual no es clara ni definitiva respecto de los responsables de los sistemas, una vez que éstos son entregados por las empresas constructoras. Muchas veces ocurre que los municipios se hacen cargo de los sistemas, al menos por un tiempo; otros responsables de ello son los Comités de Agua Potable Rural, dada la cercanía que tienen con sistemas electromecánicos.

La empresa Aguas Sipra S.A., especialista en el diseño y suministro de este tipo de sistemas, presenta a continuación los detalles que permitan a no especialistas tener una mejor visión de lo que se tratan exactamente los sistemas de tratamiento de aguas servidas y lo que implican en términos de instalaciones y operaciones.

Definiciones Asociadas a las Aguas Servidas

Los constituyentes del agua servida, que generan contaminación, son elementos de distinta naturaleza y que se pueden agrupar en variadas clasificaciones, de acuerdo a la conveniencia que esto nos brinde para el mejor conocimiento y solución del problema.

A continuación se describe someramente, en orden de importancia, cada uno de estos elementos y se describe cómo es posible medir su presencia en el agua.

Materia Orgánica

La materia orgánica es probablemente el contaminante que reviste mayor interés de remover de un agua servida; debido a su presencia en el agua se desencadenan una serie de procesos naturales que, en la medida que sus concentraciones o cantidades sean altas, se pueden producir una serie de problemas serios de contaminación.

La materia orgánica es una mezcla de distintos elementos que tienen la particularidad de poder ser degradados por microorganismos que los utilizan como fuente de energía y alimento. Esta condición natural se da en todo tipo de ambientes; en el caso de un agua servida sin tratamiento, por ejemplo descargada a un río, favorecerá la multiplicación de un sin número de microorganismos, muchos de ellos inocuos y otros tantos muy nocivos. Se generará una contaminación en el sector de descarga del tipo epidemia, que

podrá provocar enfermedades a las personas que hagan uso de las aguas del río. No habiendo presencia de materia orgánica, la posibilidad del desarrollo de microorganismos es nula y el problema se acaba. desde este punto de vista, podríamos decir entonces, que la materia orgánica es todo aquello que es factible de ser degradado por microorganismos

Existen variados métodos de medición de la materia orgánica; el más utilizado es el de la **DBO₅**, que significa “**Demanda Bioquímica de Oxígeno al quinto día**”. Es el resultado de un ensayo en el que se mide la cantidad de oxígeno consumido en una muestra de agua con microorganismos, durante un período de cinco días. Puesto que hay una cantidad importante de microorganismos que respiran oxígeno para poder vivir, la DBO₅ mide en términos indirectos la actividad de éstos en la muestra de agua durante los cinco días del ensayo. En la medida que hay más disponibilidad de materia orgánica se concluye que hay más actividad microbiológica y, por lo tanto, mayor consumo de oxígeno. Entonces, si el resultado del ensayo entrega mayor DBO₅, mayor será la cantidad de materia orgánica de la muestra y viceversa.

Existe otro parámetro muy utilizado que permite medir la materia orgánica, la “**Demanda Química de Oxígeno**” (DQO), que se realiza oxidando químicamente la muestra de agua. Como la oxidación es total, la DQO entrega un límite superior a la DBO₅, ya que los microorganismos nunca podrán oxidar toda la materia orgánica. Una ventaja que tiene la DQO es que su resultado es instantáneo, existiendo en el mercado equipos de medición para terreno. Es por lo tanto una buena alternativa para control operacional, ya que, además, en el caso del agua servida, la relación entre la DQO/DBO₅ es aproximadamente constante y del orden de 2,0 a 2,5.

Microorganismos

Los microorganismos juntos con la materia orgánica operan como un conjunto que se ubica en el centro del problema de contaminación de las aguas servidas. Sin materia orgánica no hay proliferación de microorganismos y sin microorganismos el problema de la materia orgánica se anula.

Hay una inmensa variedad de microorganismos y sus clasificaciones son numerosas. En el caso que nos interesa, podemos clasificar los microorganismos en tres tipos:

- **Aeróbicos** : aquellos que utiliza el oxígeno libre que se encuentra en el agua. Como producto de la degradación de la materia orgánica producen CO₂, gas inodoro que no provoca problemas de contaminación
- **Anaeróbicos** : se desarrollan en ambientes acuáticos sin oxígeno y como producto de la degradación de la materia orgánica producen gases hediondos, típicos de la pudrición
- **Facultativos** : pueden adaptarse a ambientes con y sin oxígeno, presentando características distintas dependiendo del ambiente en que se desenvuelvan

En las aguas servidas se encuentra un variado tipo de microorganismos, habiendo presencia importante de los tres tipos de microorganismos descritos. También hay del tipo inocuo al ser humano, del tipo contagioso y los que provocan enfermedades.

También hay presencia de virus, que son organismos del tipo parásito, que pueden provocar enfermedades importantes y complicadas.

Además, dentro de las descargas de aguas servidas es posible identificar microorganismos que se ubican en distintos niveles de la escala trófica. Hay desde lo más simple, como una bacteria unicelular, hasta organismos más avanzados, que disponen de cilios, estructuras internas complejas, movilidad fina y que se alimentan de organismos menores, tales como los rotíferos por ejemplo.

Por lo tanto, las aguas servidas son una fuente importantísima de microorganismos que son descargados constantemente al medio ambiente.

Como organismo indicativo de contaminación bacteriana, en Chile se usa los Coliformes Fecales. Una presencia alta de éstos será indicativo de contaminación de aguas servidas sin tratamiento y de alta probabilidad de generación de enfermedades. Se mide su presencia a través de una metodología de laboratorio que entrega como resultado “*el número más probable de coliformes fecales en 100 ml de muestra*” y se conoce con las siglas *NMP/100 ml* y que no es más que el número de coliformes fecales que más probablemente existan en la muestra de agua.

Nutrientes

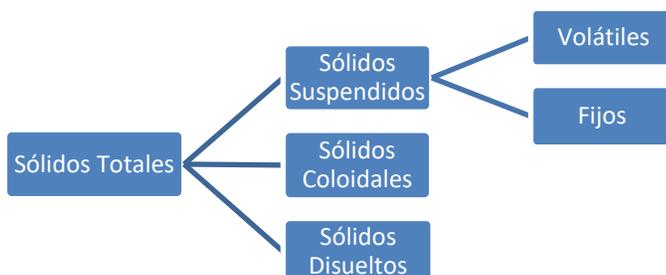
Son elementos químicos presentes en el agua que favorecen el desarrollo de los microorganismos, sin ser en sí mismos fuente de alimento y energía, sino más bien facilitadores del proceso biológico. Si estos elementos no se encuentran en cantidad suficiente, el proceso se lleva a cabo en forma incompleta o simplemente no se produce.

Entre los nutrientes destacan el Nitrógeno, el Fósforo y el Potasio. Un efecto típico del efecto negativo que puede provocar la excesiva cantidad de nutrientes es el apareamiento de algas en lagos y bordes de ríos.

Sólidos

Los sólidos típicos encontrados en las aguas servidas son muy variados, desde papeles, palos y plásticos hasta sales microscópicas, pasando por arenas de distinta granulometría y tierra.

El siguiente esquema muestra cómo se clasifican los sólidos que se pueden encontrar en cualquier muestra de agua.



Sólidos Totales (ST)	: son aquellos que quedan luego de la evaporación del agua a 103 - 105°C
Sólidos Suspendedos Totales (SST)	: Cantidad de materia de tamaño mayor a 0,45 μm
Sólidos Disueltos (SD)	: Cantidad de materia menor a 0,45 μm
Sólidos Coloidales (SC)	: Son sólidos que se encuentran en el límite entre lo suspendido y lo disuelto, comportándose a veces como suspensión y otras como solución
Sólidos Suspendedos Fijos (SSF)	: Fracción de los SST que son sometidos a calcinación (600°C) y que quedan como residuo
Sólidos Suspendedos Volátiles (SSV)	: Diferencia entre los SST y los SSF. Se asocian en la planta de tratamiento a la masa de microorganismo

Entre los sólidos suspendidos pueden distinguirse también aquellos que son “*Sedimentables en 1 hora*”, que no son más que aquella fracción que decanta luego de un hora en una probeta.

Los sólidos generan problemas de estancamiento en las descargas y en los ductos; generan turbiedad y facilitan el “ocultamiento” de los microorganismos entre ellos; una alta turbiedad por alta presencia de sólidos puede provocar la disminución de la fotosíntesis en los medios acuáticos.

Aceites y Grasas

Las descargas de las cocinas aportan gran cantidad de aceites y grasas, que son materia orgánica de alta concentración y que tiene densidad menor que el agua, por lo que flotan con facilidad. Presentan muy mal olor y aspecto. En cantidades importantes ocupan mucho espacio en los ductos de conducción y evacuación de las aguas servidas, haciendo que éstos colapsen con facilidad.

En las zonas donde son evacuados sin tratamiento, se produce un efecto estético importante, además del efecto que produce la materia orgánica en presencia de microorganismos.

Oxígeno

A diferencia del resto de los elementos descritos, en el caso del oxígeno el problema radica en su ausencia y no en su presencia masiva en las aguas servidas.

El oxígeno es un elemento esencial para el desarrollo y mantenimiento de la vida en cualquier medio acuático. Los crustáceos, peces, microorganismos (aeróbicos) y otros, requieren de oxígeno disuelto en el agua en cantidades abundantes para su respiración. En la medida que el número y tipo de seres vivos presentes aumente, mayor será la

necesidad de oxígeno libre en el agua. Un río o estero con alto contenido de oxígeno será un lugar más apetecido por la fauna y constituirá un lugar de mayor valor estético.

El oxígeno, la materia orgánica y los microorganismos aeróbicos forman un trío que operan en conjunto. Normalmente, el contenido de oxígeno en un agua servida es nulo (0,0 mg/l) o casi nulo, debido a que el poco oxígeno que pudiere haber estado presente, ha sido utilizado por los microorganismos aeróbicos. Si esta agua es descargada a un río rico en oxígeno, inmediatamente los microorganismos aeróbicos comenzarán a respirar, a multiplicarse y a degradar la materia orgánica presente, aumentando la demanda total de oxígeno del río. Pudiera ser que éste no es capaz de suplir la demanda ejercida en esta nueva condición y el oxígeno libre se hará nulo; en este caso, la materia orgánica será descompuesta por microorganismos anaeróbicos y se producirán los gases hediondos típicos de descomposición (ácido sulfhídrico).

pH

El pH normal de un agua servida no es habitualmente un problema, ya que su valor está dentro de un rango en que se facilita el desarrollo biológico, no produciéndose problemas de contaminación por esta causa. Sin embargo, mencionamos el pH porque, si éste se encuentra fuera del rango habitual y natural (6 a 8), será motor de una multiplicidad de problemas de diversa índole (desde inhabilitación de los procesos naturales, hasta problemas de corrosión por acidez o por basicidad).

Como conclusión de este párrafo, podrá verse que si se elimina la materia orgánica, no podrá haber multiplicación de microorganismos, eliminándose posibilidades de enfermedades, y no habrá aumento de demanda de oxígeno a los cuerpos de agua, evitándose la disminución de la calidad de éstos.

Los valores típicos de concentraciones y cantidades de los elementos importantes encontrados en las aguas servidas son los que se muestran en la tabla que se muestra a continuación.

Parámetro	Unidad	Valor Típico
Materia Orgánica, DBO ₅	mg/l ó ppm	200 a 300
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	10 ⁷
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/l ó ppm	40 a 90
Fósforo Total	mg/l ó ppm	10 a 20
Sólidos Suspendidos	mg/l ó ppm	200 a 300
Sólidos Sedimentables	ml/l 1h	3 a 7
Aceites y Grasas	mg/l ó ppm	30 a 90
pH	-	6 a 8

Normativas Vigentes

En la actualidad existe un cuerpo normativo que regula las condiciones que debe cumplir un agua para que sea descargada a distintos medios y un lodo, excedente del tratamiento del agua servida, para ser dispuesto en su ubicación final. Es así como existen las siguientes normas.

Decreto Supremo 90

Regula las descargas de aguas residuales (servidas e industriales) a cursos de agua superficiales, tales como ríos, esteros, quebradas, lagos y lagunas y mar. Cuando la descarga es a aguas fluviales, la normativa distingue dos situaciones:

- Curso de agua con capacidad de dilución (se acepta un mayor contenido de contaminantes)
- Cursos de agua sin capacidad de dilución (es la norma que habitualmente se utiliza como referencia para descargas a cursos de agua fluviales)

Cuando la descarga es a masas de agua lacustres, la norma se hace más estricta en el contenido máximo de nutrientes.

En el caso de descargas a aguas marinas, se distingue dos situaciones: descargas dentro de la zona de protección litoral (que es similar en términos de concentraciones a las descargas a masas de agua lacustres) y descargas de agua fuera de las zona de protección litoral, que es mucho más permisiva que el resto.

En relación a las concentraciones que impone la norma, se tiene la siguiente tabla:

Parámetro	Unidad	Límite Aguas Fluviales s/cap. Dilución	Límite Aguas Lacustres	Límite Aguas Marítimas en Zona Protección Litoral	Límite Aguas Marítimas Fuera Zona Protección Litoral
Materia Orgánica, DBO ₅	mg/l ó ppm	35	35	60	-
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	1.000	1.000	1.000-70 ⁽²⁾	-
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/l ó ppm	50	10 ⁽¹⁾	50	-
Fósforo Total	mg/l ó ppm	10	2	5	-
Sólidos Suspendidos	mg/l ó ppm	80	80	100	700-300 ⁽³⁾
Sólidos Sedimentables	ml/l 1h	-	5	5	50-20 ⁽³⁾
Aceites y Grasas	mg/l ó ppm	20	20	20	350-150 ⁽³⁾
pH	-	6 a 8,5	6 a 8,5	6 a 9,0	6 a 9,0

(1) corresponde a la suma de Nitrógeno Total Kjeldahl, nitrito y nitrato

(2) En áreas aptas para la acuicultura y áreas de manejo y explotación de recursos bentónicos, no se deben sobrepasar los 70 NMP/100 ml.

(3) A partir del décimo año de la entrada en vigencia de la normativa, el valor inicial baja a lo indicado

Decreto Supremo 46

Regula las descargas de aguas residuales a aguas subterráneas, a través de su infiltración al suelo. Distingue tres condiciones del acuífero:

- De baja vulnerabilidad
- De media vulnerabilidad
- De alta vulnerabilidad

El decreto define vulnerabilidad como la rapidez con que llega el agua infiltrada a la zona saturada del subsuelo. Mientras menor sea la rapidez, menos vulnerable será el acuífero y viceversa. Se definen los límites máximos para los casos de baja vulnerabilidad y de media vulnerabilidad; en el caso que el terreno sea altamente vulnerable, el agua descargada deberá tener las mismas concentraciones que el agua subterránea.

El decreto hace responsable de la definición del grado de vulnerabilidad del acuífero a la Dirección de Obras Hidráulicas (DOH), del MOP.

Los límites que impone la normativa son los siguientes:

Parámetro	Unidad	Acuífero de Vulnerabilidad Media	Acuífero de Vulnerabilidad Baja
Materia Orgánica, DBO ₅	mg/l ó ppm	-	-
Coliformes Fecales	NMP/100 ml	-	-
Nitrógeno Total Kjeldahl	mg/l ó ppm	10	15
N-Nitrato + NNitrito	mg/l ó ppm	10	15
Fósforo Total	mg/l ó ppm	-	-
Sólidos Suspendidos	mg/l ó ppm	-	-
Sólidos Sedimentables	ml/l 1h	-	-
Aceites y Grasas	mg/l ó ppm	10	10
pH	-	6 a 8,5	6 a 8,5

Salvo en el caso de las descargas a aguas marítimas, en cuyo caso la entidad responsable es Directemar, es la Seremi de Salud la entidad responsable de verificar el cumplimiento de las normativas. En la práctica, cuando se opta por las descargas a aguas subterráneas, la Seremi de Salud normalmente exige el cumplimiento de D.S. 90, sin capacidad de dilución.

Decreto Supremo 4 – 2009

Regula el manejo y disposición de los lodos que se producen como efecto de la separación sólido líquido que se genera en el tratamiento de aguas servidas.

Esta normativa define el término *lodo estabilizado* o *con reducción del potencial de atracción de vectores sanitarios*, como aquellos lodos a los que se les ha reducido los sólidos volátiles en

un 38% como mínimo. Para efectos prácticos, se acepta como lodo estabilizado a aquel que cumple con cualquiera de las siguientes condiciones:

- **Reducción del contenido de sólidos volátiles:** se realiza una prueba de digestión (degradación de la materia orgánica) en laboratorio, que si se realiza en condiciones anaeróbicas debe durar 40 días a una temperatura entre 30 y 37 °C y, para que el lodo se considere estabilizado, debe producirse en el período una reducción máxima de sólidos volátiles de 17%. Alternativamente, se puede realizar una digestión aeróbica, la prueba debe durar 30 días y mantenerse a una temperatura de 20°C. En tal caso, el lodo estará estabilizado si en el período se produce una reducción máxima de 15%
- **Tasa máxima específica de oxígeno para lodos de digestión aeróbica**
En una prueba de laboratorio, el consumo máximo de oxígeno, para lodos tratados mediante una digestión aeróbica debe ser igual o menor a 1,5 mgO₂/hr/gr de ST base seca, a 20°C.
- **Procesos aeróbicos con temperaturas mayores a 40°C**
Cumplen esta condición aquellos lodos tratados aeróbicamente por 14 días o más, período en que la temperatura debe ser superior a 40°C y la media superior a 45°C.
- **Adición de material alcalino**
Si se le agregar material alcalino (cal), subiendo el pH a 12 o más y mantenerse en esta condición por 2 horas y, posteriormente, a un pH de 11,5 o más por 22 horas adicionales.
- **Reducción de humedad**
Si los lodos no contienen lodos de tratamiento primario, el porcentaje de sólidos debe ser igual o superior a 75%. En caso que contenga lodos de tratamiento primario, el porcentaje deberá ser igual o superior a 90%.
- **Tiempo de residencia**
El tiempo de residencia del lodo en el sistema de tratamiento debe ser igual o superior a 25 días, siempre y cuando la estabilización de los lodos se realice en la misma unidad en que ocurre el tratamiento biológico del agua.

A continuación, la normativa define dos tipos de lodos:

- Lodos Clase A
- Lodos Clase B
- **Lodo Clase A**
Se considera lodo clase A aquel que cumple con los requisitos siguientes:
 - Ser un lodo estabilizado
 - Tener menos de 1.000 NMP **coliformes fecales**/gr ST o tener menos de 3 NMP **Salmonella sp.** En 4 gramos de ST, todo en base seca

- Tener un contenido de **ova helmíntica viable** menor a 1 en 4 gramos de ST, base seca. Esto se considera cumplido si en las condiciones de operación ocurre alguno de los procesos siguientes:
 - **Compostaje**, en pilas o confinado, a una temperatura de 55°C o más por tres días. Si es en pilas de volteo, debe ser por 15 o más días, a una temperatura de 55°C o más y con 5 volteos mínimos.
 - **Secado térmico**, para reducir el contenido de humedad a 10% como máximo. La temperatura de los lodos deberá exceder los 80°C o el de los gases en contacto con el lodo, en el punto de salida de los lodos, debe ser superior a 80°C.
 - **Tratamiento con calor**. Los lodos líquidos se calientan a 180°C por 30 minutos como mínimo.
 - **Digestión aeróbica termofílica**. Los lodos líquidos son agitados con aire u oxígeno por un tiempo medio de residencia de 10 días a una temperatura entre 55 a 60°C.
 - **Irradiación con haces de electrones**
 - **Irradiación con rayos gamma**
 - **Pasteurización**. Los lodos se mantienen por sobre los 70°C por 30 o más minutos.
 - **Tratamiento alcalino**. El pH del lodo es elevado con cal a 12 o más por un período superior a 72 horas. En ese período la temperatura deberá ser superior a 52°C, por 12 horas. Luego, el lodo deberá secarse al aire hasta llegar a 50% de ST.
 - **Tratamiento térmico según determinadas combinaciones de tiempo y temperatura**. Se aceptan cuatro combinaciones que dependen del contenido de sólidos del lodo. Ver detalles en el decreto.
 - **Proceso equivalente**. Se aceptan otros procesos que deben ser presentados a la autoridad.

- **Lodo Clase B**
Se considera lodo clase B aquel que cumple con los requisitos siguientes:
 - Ser un lodo estabilizado
 - Si la media geométrica de un total de 7 o más muestras tomadas al momento de uso o eliminación, presenta un contenido de coliformes fecales igual o menor a 2.000.000 NMP/gr ST, base seca. Esto se considera cumplido si el lodo ha sido sometido a alguno de los siguientes procesos:
 - **Digestión Aeróbica**. Los lodos se agitan con aire u oxígeno por 40 a 60 días, con una temperatura mínimo de 20°C – para los 40 días – y de 15°C – para el caso de 60 días. Tiempos intermedios, implican temperaturas mínimas interpoladas.
 - **Secado al Aire**. Secado en canchas de secado o piscinas de poca profundidad, por un tiempo mínimo de 3 meses, dos de ellos con una temperatura de ambiente sobre 0°C. Se acepta un máximo de 6 meses.
 - **Digestión Anaeróbica**. Lodos tratados biológicamente anaeróbicamente por 15 días con temperaturas entre 35 a 55°C ó de 60 días a 20°C.

- **Compostaje.** Se usa el método pilas aireadas estáticas, con volteo o confinadas, a una temperatura mínima de 40°C y por más de cinco días. Durante 4 horas en el período de 5 días deberá alcanzarse una temperatura mínima de 55°C.
- **Estabilización con cal.** Se agrega cal, viva o apagada, para elevar el pH a 12 por un período no menor a 2 horas.
- **Proceso equivalente.** Se aceptan otros procesos que deben ser presentados a la autoridad.

El decreto detalla las formas de manejo de los lodos, poniendo énfasis en el control de vectores, olores, tiempo de acumulación, impermeabilización.

En cuanto a la **disposición como residuo sólido**, el decreto permite lo siguiente:

- Se podrá disponer lodos en rellenos sanitarios que cumplan con ser clase A o B, con humedad máxima de 75% para PTAS de menos de 30.000 habitantes y 70% para más de 30.000 habitantes.
- Un lodo estabilizado podrá disponerse en un mono-relleno para lodo.
- En relación a estas indicaciones, la autoridad podrá liberar de ellas a operadores de planta de tratamiento de aguas servidas para menos de 2.500 personas ó que generen menos de 100 kg. de lodos en base seca al día.

En cuanto a la **aplicación de lodos al suelo**, el decreto establece lo siguiente:

- Previo a la aplicación al suelo, se deberá presentar un plan de aplicación, que en ningún caso debe superar el año, al SAG y al ministerio de Salud, a través de sus oficinas regionales, quienes son responsables de fiscalizar la aplicación del decreto
- No se permitirá la aplicación en suelos cercanos a comunidades o casas (300 m de distancia mínima a localidades y 100 m a viviendas aisladas) y fuentes de agua potable humana y animal.
- Impone restricciones a la aplicación a terrenos, dependiendo de las condiciones generales de ellos; por ejemplo, no se puede aplicar en terrenos con napa a menos de un metro de profundidad, suelos frecuentemente saturados de agua, terrenos muy inclinados (más de 15%), terrenos con pH bajo, etc.
- Impone límites a las cantidades de lodos aplicadas a terrenos, dependiendo de las concentraciones de metales que éstos dispongan previo a la aplicación. Así mismo, el lodo a aplicar a terrenos sólo podrá ser clase A o B y que cumplan con concentraciones límites de metales.
- Podrá disponerse lodos clase B en suelos de cultivos hortícolas o frutícolas menores, que estén en contacto directo con el suelo y que se consuman sin cocción, siempre y cuando esto se realice hasta 12 meses antes de la siembra.
- En praderas y cultivos forrajeros, podrá procederse al pastoreo o a la cosecha sólo luego de 30 días de aplicado lodos clase B
- En suelos de uso forestal, la aplicación de lodos clase B podrá efectuarse sólo si se cuenta con control de acceso al área durante 30 días posteriores a la aplicación.
- Se establece una frecuencia de muestreo de los lodos, dispuestos como residuos sólidos o aplicados a suelos, que depende de la cantidad por año.

Tratamiento de Aguas Servidas por Lodos Activados

El sistema de Lodos Activados no es más que una copia del proceso biológico natural descrito para la relación entre el oxígeno, la materia orgánica y los microorganismos, que se lleva a cabo en un medio ambiente artificial y controlado. Está orientado por lo tanto a la remoción de materia orgánica.

Hoy en día representa el principal sistema que se utiliza para este fin. No hay otro proceso que tenga todas las características que tiene éste:

- Es un proceso eficiente
- Es un proceso confiable
- Es un proceso muy conocido en sus detalles operacionales
- Los equipos utilizados son fácilmente accesibles para mantención y/o reparación
- El equipamiento utilizado tiene muchas alternativas de proveedores
- Es un proceso que se puede automatizar fácilmente
- Es un proceso económico de implementar
- Es un proceso que no genera malos olores; los recintos de las plantas de tratamiento son lugares limpios y sin vectores sanitarios
- Son sistemas compactos

De acuerdo a lo que se ha descrito, el problema principal de las aguas servidas es la materia orgánica y este es el objetivo de tratamiento del sistema de lodos activados; sin embargo, como ya vimos, hay otros contaminantes importantes, por lo tanto, un sistema que abarque la totalidad del problema de las aguas servidas deberá tener al menos las siguientes etapas de tratamiento:

- Retiro de sólidos
 - Retiro de sólidos gruesos (Desbaste)
 - Retiro de sólidos finos
 - Retiro de arenas
 - Retiro de grasas y aceites
- Remoción de materia orgánica (Lodos Activados)
- Desinfección

Normalmente en las plantas menores el retiro de sólidos se limita al retiro de sólidos gruesos.

Si el sistema de tratamiento opera correctamente, generará la clarificación del agua y esto provocará un residuo sólido (lodo) que deberá seguir el siguiente esquema de tratamiento:

- Estabilización o Digestión
- Espesamiento y Deshidratación

Los lodos deshidratados podrán utilizarse como fertilizantes agrícolas o disponerse en rellenos sanitarios.

A continuación se describe cada una de las etapas, tanto de la línea del agua como la de los sólidos.

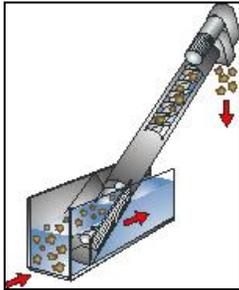
Retiro de sólidos gruesos (Desbaste)

El retiro de sólidos gruesos se realiza en una reja metálica, normalmente fija y de limpieza manual, la que dispone además de una bandeja de estilación de los sólidos que ha retirado el operador del sistema. Las rejas pueden ser de acero galvanizado en caliente o acero inoxidable. Las rejas de desbaste normalmente tienen separaciones entre barros del orden de 30 a 40 mm; esta separación debe ser tal que evite el trabamiento de bombas.



Retiro de sólidos finos

Los sólidos finos se remueven en rejas automáticas o en filtros parabólicos (autolimpiantes). Las rejas automáticas pueden ser tornillos sin fin o tambores rotatorios. Las separaciones utilizadas habitualmente son de 5 a 1 mm.



Filtro Tornillo



Filtro Parabólico



Tambor Rotatorio

Retiro de Arenas

Las arenas pueden llegar a provocar problemas de abrasión en las bombas de la planta de tratamiento y además aumentar el volumen de lodos biológicos innecesariamente. Es por esto que en la medida que se estima una presencia importante de arenas (por ejemplo, en zonas costeras) se debe diseñar un sistema de retención de las arenas.



Vista Superior y Sección Transversal Desarenador

Retiro de grasas y aceites

Las grasas y aceites se retiran, aprovechando su alta capacidad de flotación, normalmente se realiza en estanques de bajo tiempo de retención y de escurrimiento laminar. En otros casos se utilizan diseños en que se combina el retiro de arenas, de aceites y grasas en un solo estanque, a través de la inyección de aire en un canal rectangular de fondo en forma de tolva.

La clave es disponer de un sistema automático de retiro de los flotantes a través de un Skimmer mecánico o un operador riguroso en la limpieza frecuente del sistema.



Presencia de Grasas en Planta de Tratamiento de Aguas Servidas y Skimmer Mecánico

Remoción de materia orgánica (Lodos Activados)

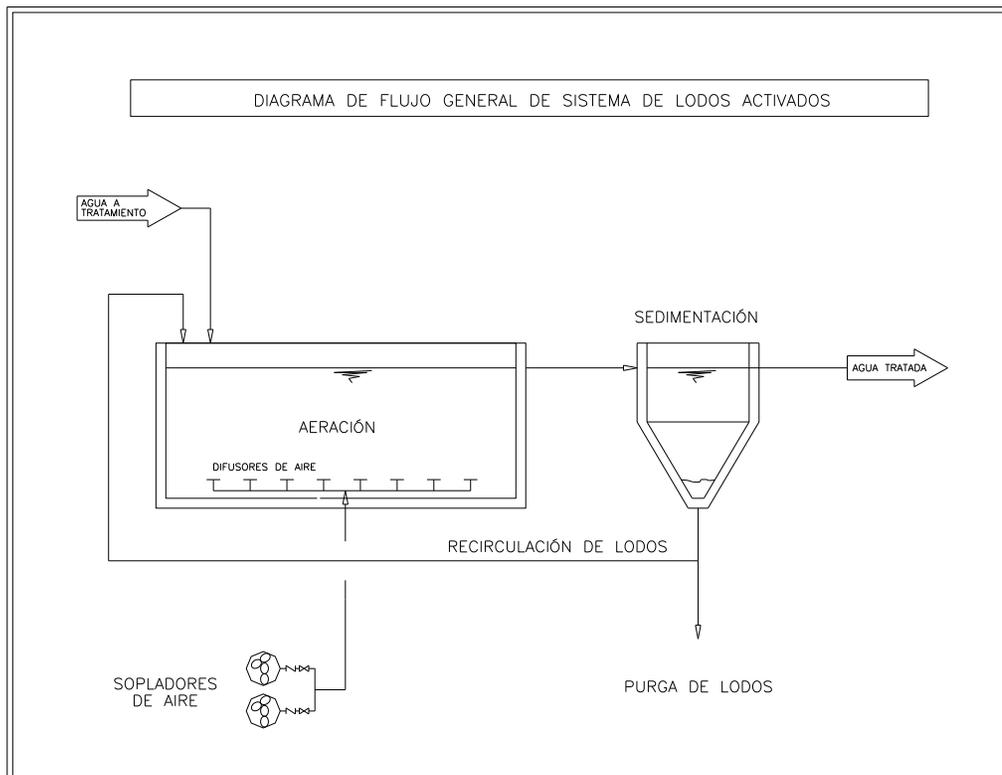
El sistema de lodos activados es un sistema genérico que está orientado a degradar la materia orgánica. Por degradación entendemos un proceso, en este caso bioquímico, mediante el cual la materia orgánica es utilizada por los microorganismos y es transformada a materia inorgánica.

El proceso de Lodos Activados tiene las siguientes etapas:

- Aeración
- Sedimentación
- Recirculación / Purga de Lodos

Es un proceso, donde el agua entra y sale del sistema en forma continua y los lodos que se generan son recirculados y/o purgados del sistema.

Un esquema de este tipo de tratamiento es el que se muestra en la página siguiente.



Etapa de Aeración

El tratamiento en el sistema de Lodos Activados se inicia cuando el agua servida pretratada en las etapas antes descritas, es vertida directamente a un gran estanque que opera siempre con el agua hasta su nivel máximo, donde se inyecta un flujo de oxígeno, normalmente a través de sopladores y difusores de aire. Los sopladores son bombas que succionan el aire de la atmósfera y lo impulsan hacia el fondo del estanque mediante cañerías, donde se distribuye eficientemente a través de los difusores, que son discos o tubos recubiertos con membranas flexibles. Las membranas permiten que el aire se evacúe en forma de burbujas, normalmente finas, lo que permite que el oxígeno al interior de la burbuja se transfiera al agua por diferencia de concentración. El oxígeno también se puede entregar también a través de aeradores flotantes o aereadores fijos.



Soplador de Aire



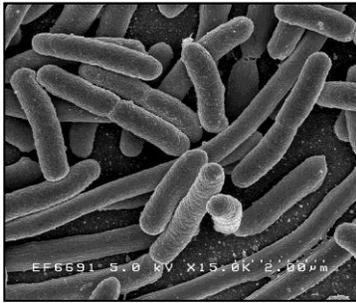
Difusor de Aire



Estanque de Aeración

La inyección de aire genera turbulencia que es aprovechada por los microorganismos para ponerse en contacto con los cúmulos de materia orgánica y con el oxígeno disuelto en el agua.

Por lo tanto, en el estanque de Aeración están dadas todas las condiciones para que los microorganismos comiencen a multiplicarse y a diversificarse en cuanto a variedades presentes, formándose las cadenas tróficas, con presencia de bacterias, organismos ciliados, zooflagelados, protozoos, rotíferos, etc.



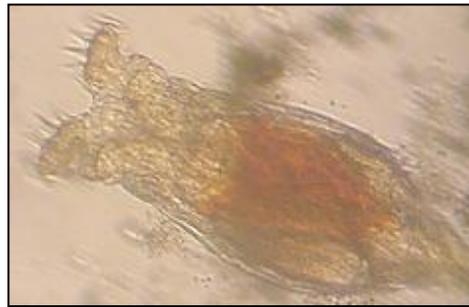
Escherichia Coli



Organismo Ciliado



Protozoos Ciliados Reproduciéndose



Rotífero

El desarrollo de esta microbiología no es instantáneo sino que es paulatino, distinguiéndose las siguientes fases:

- *Fase de Retardo*, en la que los microorganismos comienzan a aclimatarse al medio ambiente
- *Fase de Crecimiento Exponencial*, en la que el alimento disponible en el medio ambiente es, en la práctica, aún infinito en comparación con el número de microorganismos
- *Fase de Crecimiento Decreciente*, en la que la disponibilidad del alimento está acotada y como consecuencia, el crecimiento de la masa de microorganismos disminuye
- *Fase Endógena*, en la que el alimento llega a un nivel mínimo y los microorganismos se ven obligados a metabolizar su propio protoplasma, sin que éste se reponga necesariamente

Normalmente, se requiere del orden de 30 días para que una planta de tratamiento de aguas alcance el desarrollo microbiológico completo, lo que significa dos cosas:

- (1) Que se ha desarrollado una amplia variedad de tipos de microorganismos
- (2) Que en cada variedad de microorganismos hay una gran cantidad de individuos

En los estanques los microorganismos se van aferrando a los cúmulos de materia y también entre sí, formándose partículas de mayor densidad que la del agua y, por lo tanto, posibles de decantar.

Etapa de Sedimentación

Toda la mezcla de microorganismos, materia orgánica y demás, es desplazada continuamente hacia una segunda etapa, la de Sedimentación. Esta corresponde a uno o más estanques en que el escurrimiento en su interior es laminar, es decir, no existen turbulencias y los sólidos decantan libremente hasta el fondo. Éste puede ser una tolva de pendiente muy pronunciada para concentrar los sólidos en el centro o un fondo más plano que dispone de un mecanismo limpiador similar a los espesadores utilizados en la minería.



Sistema de Limpieza de Sedimentador Mecanizado



Sedimentador Tipo Tolva

En la medida que los sólidos decantan, el agua se va aclarando y se recolecta en la superficie a través de canaletas con vertederos múltiples, de modo de lograr la menor velocidad de salida posible.

En la entrada se colocan pantallas que buscan generar una zona intermedia entre la Aeración y la Sedimentación y evitar la turbulencia en la superficie del sedimentador. Para evitar la salida de sólidos flotantes, se instalan pantallas a la salida que permiten retenerlos en la superficie del sedimentador, donde se instalan sistemas de succión de los sólidos flotantes.



Vista Pantalla de Entrada Sedimentador



Vertedero Múltiple de Salida Sedimentador

Observando en microscopio los sólidos decantados al fondo de la Sedimentación, es posible ver los microorganismos presentes en la etapa de Aeración y que decantan junto con los sólidos. Están vivos y por lo tanto son retornados al inicio de la Aeración, de modo que entren lo antes posible en contacto con la materia orgánica que va entrando.

Este reciclo del lodo decantado resulta *fundamental para el éxito del sistema de Lodos Activados*. Sin la recirculación de lodos no hay lodos activos, no se produce la multiplicidad de familias de microorganismos ni la cantidad de ellos suficiente. No es posible que el sistema opere y rinda lo que puede rendir si no se realiza una recirculación constante y completa de los sólidos. Constituye entonces uno de los puntos más importantes a verificar por el operador del sistema.



Vistas del Flujo de Retorno de Lodos

En la medida que entra agua sucia y sale limpia, se van acumulando sólidos que eventualmente serán demasiados como para que el sistema pueda retenerlos sin contaminar el agua tratada; para evitar esto es preciso hacer retiros de lodos en forma periódica desde sistema de recirculación o desde el estanque de Aeración. Los lodos se descargan a un estanque donde son acumulados y/o tratados, dependiendo de cómo sea el sistema de Lodos Activados.

Tipos de Sistemas de Lodos Activados

Los sistemas de Lodos Activados son sistema de microbiología en suspensión, en los que el lodo biológico es recirculado entre las etapas de Aeración y Sedimentación. En la medida que el lodo biológico permanezca más tiempo en este sistema de recirculación, irá perdiendo su fracción orgánica y se *estabilizará* cada vez más. Si el tiempo es lo suficientemente largo, la estabilización será completa y no requerirá de tratamiento antes de su disposición.

Según lo anterior, se distinguen tres tipos de Lodos Activados, que se diferencian en sus variables operacionales tales como: tiempo de retención hidráulico, tiempo de retención de lodos, contenido de sólidos en la Aeración, etc. Las principales características de cada uno de los tres tipos se describen en la tabla que continúa.

Tipo de Aeración	Factor F/M	CV (kgDBO ₅ /día/m ³)	Estabilidad del Sistema	Estabilidad del Lodo	Kg Lodo / kg DBO ₅	SSVLM mg/l	Edad del Lodo (días)	Eficiencia Remoción de DBO ₅ (%)
Rápida	0,4 – 1,0	1,12 – 2,88	Precaria	Precaria	1,0	3.200 - 8.000	5 – 10	85 – 90
Convencional	0,15 – 0,40	0,32 – 0,96	Buena	Buena	0,6	1.200 - 2.400	5 – 10	90 – 95
Extendida	0,05 – 0,15	0,16 – 0,24	Excelente	Excelente	0,3	2.400 - 4.800	20 – 40	> 95

Los términos de la tabla anterior tienen los siguientes significados:

F/M

Es la relación entre Alimento (del inglés Food) y Microorganismos. Se calcula del siguiente modo:

$$F/M = \text{DBO}_5 / (\text{SSVLM} * \text{Volumen estanque de Aeración})$$

Este parámetro indica la disponibilidad de alimento per cápita de microorganismo; si el valor de F/M es muy chico, con es el caso de los sistema de Aeración Extendida, implica que los microorganismos se encuentran con muy poco alimento disponible, al límite de su existencia, tal como ocurre en la Fase de Crecimiento Endógeno. El caso opuesto es la Aeración Rápida, en la que hay una gran cantidad de alimento para cada microorganismo, tanto, que éste no se consume totalmente. El caso intermedio corresponde a la Aeración Convencional.

CV

Corresponde a la carga de materia orgánica descargada en un día, por unidad de volumen del estanque de Aeración

Kg de lodo / kg de DBO₅

Representa la cantidad de lodo generado por el sistema y que debe retirarse por cada porción de materia orgánica degradada

SSVLM

Es el contenido de Sólidos Suspending Volátiles en el Licor de Mezcla, es decir, en el agua del estanque de Aeración

Edad del Lodo

Corresponde al tiempo medio que el lodo permanece en el sistema de Lodos Activados

La práctica y experiencia ha permitido evaluar el rendimiento y confiabilidad de cada uno de estos tipos de Lodos Activados y tal como se indica en la tabla anterior, la **Aeración Extendida** presenta excelentes rendimientos y alta confiabilidad en su operación. Además, el lodo producido en este tipo de sistemas resulta estabilizado, lo que permite disponerlo sin necesidad de un tratamiento adicional.

El sistema de **Aeración Rápida** es muy pequeño y resulta alterado con mucha facilidad ante cualquier cambio en el caudal de agua o en la calidad del agua de entrada, lo que lo torna un sistema impracticable.

Siendo la **Aeración Convencional** un sistema que entrega buenos resultados, tiene el inconveniente que el lodo purgado no queda estabilizado, por lo que es necesario diseñar etapas de tratamiento adicionales que encarecen el sistema completo.

Por lo antes descrito, en pequeñas comunidades, típicamente menores a 5.000 habitantes, siempre debiera utilizarse el sistema en Aeración Extendida, de modo que permita absorber las variaciones relativamente altas de caudales, cargas orgánicas, temperaturas y otros que se dan con frecuencia en este tipo de comunidades.

Esto implica que el estanque de Aeración deberá permitir un tiempo de retención del orden de 24 horas; el tiempo de permanencia de los lodos deberá ser de al menos 20 días; el valor del parámetro F/M deberá ser menor a 0,15, ojalá menor a 0,11 y el estanque de Sedimentación deberá disponer de una gran área de decantación que permita una buena sedimentación de los sólidos. Esta área tiene directa relación con el caudal de agua que llega a la planta de tratamiento, tanto como caudal medio, como caudal punta, habitualmente entregado por los sistemas de elevación del alcantarillado.

Desinfección del Agua

Una vez que el agua sale del sistema de Lodos Activados se le ha eliminado materia orgánica, sólidos suspendidos y ha bajado la concentración de nutrientes. Sin embargo, aún existirá un contenido de microorganismos importante, lo suficientemente grande como para provocar problemas de salud en las descargas.

Es por esto que es necesario instalar un sistema de desinfección que asegure una remoción más alta de microorganismos.

Existen básicamente dos métodos para conseguir esto:

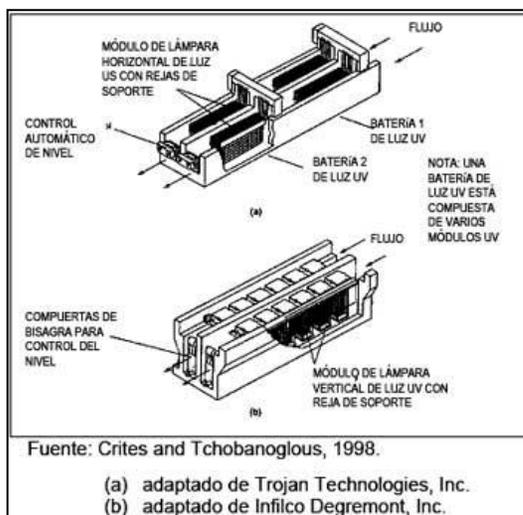
- Rayos Ultra Violeta
- Cloración

Los rayos **Ultra Violeta** son una tecnología muy limpia, inocua y moderna. Además, tienen la conveniencia que derivado de la desinfección no quedan productos residuales que puedan dañar el medio ambiente. Por otro lado, requieren de un agua limpia para lograr una correcta desinfección, son sistemas frágiles, pues los tubos que emiten la luz ultra violeta están protegidos por una funda de cuarzo, que debe limpiarse de los sólidos que se incrustan en su superficie para asegurar que los rayos emitidos puedan propagarse a todas partes. Los sistemas ultravioleta son muy cómodos de usar pues no requieren de una compra frecuente de productos químicos ni de estar preocupados de rellenar estanques de productos químicos, los que normalmente son corrosivos y manchan irremediablemente la ropa; sólo se deben mantener conectados a la energía eléctrica en forma permanente.

Los equipos ultra violeta se disponen en dos versiones: tipo canal (donde el agua fluye por diferencia de cota) y presurizados (donde el agua pasa a través del equipo mediante la acción de una bomba centrífuga). En tratamiento de aguas servidas se utiliza habitualmente los primeros.

La desinfección mediante la **inyección de cloro** se realiza a través de bombas dosificadoras de bajo consumo eléctrico. Para evitar la sobre dosificación de cloro y los efectos adversos que pueda esto provocar sobre el medio ambiente, es posible utilizar un sensor de flujo que envíe una señal eléctrica a la bomba dosificadora, de modo que ésta modifica su caudal de dosificación, en forma proporcional al caudal de agua a desinfectar, encontrándose un residual de cloro, luego de efectuada la desinfección, menor a 1 ppm. Es importante destacar que la normativa de agua potable chilena limita el residual de cloro entre 0,2 y 2,0 ppm, por lo que los residuales de cloro, mediante el sistema proporcional, están dentro del rango potable. Esto evita contaminaciones secundarias al medio ambiente y ahorro de productos químicos.

La inyección de cloro se realiza a la entrada de un estanque con paredes internas que forman un laberinto, para aprovechar al máximo todo el volumen disponible por el estanque. El tiempo de retención del estanque debe bordear los 30 minutos, lo que asegura una buena eficiencia de eliminación de microorganismos.



Ultravioleta de Canal Abierto



Cámara de Contacto de Cloro



Sistema UV de Canal Abierto



Sistema de Dosificación de Cloro

Línea de Lodos - Espesado

Si el sistema se trata de uno del tipo Aeración Extendida, los lodos generados por la clarificación del agua se descargan a un estanque cuyo objetivo es el *Espesamiento del lodo*, que consiste en la separación del agua del lodo por medios gravitacionales; el agua se descarga a la cabecera de la planta de tratamiento o a la etapa de Aeración mediante el uso de válvulas a distintas alturas o mediante bombas de impulsión, permaneciendo el lodo al interior del estanque. Con este sistema es posible obtener lodos con concentraciones del orden de 1,5%. Normalmente a este estanque se le dota de aireación para agitación mediante difusores de burbuja gruesa (que no se tapan con el mayor contenido de sólidos).

Otras veces se utilizan estanques con los fondos inclinados en forma de tolva, para permitir el espesamiento. Éstos no utilizan aire.

Si el sistema no es del tipo Aeración Extendida, se debe acumular el lodo por un tiempo mínimo de 30 a 45 días y airearlo lo suficiente como para degradar la materia orgánica contenida. Para esto, se deben utilizar difusores de aire de burbuja gruesa, acoplados al soplador de aire principal. El volumen de aire utilizado es sustancialmente mayor que el usado para agitación.

Línea de Lodos – Deshidratación

Una vez que el lodo ha sido estabilizado y espesado, normalmente se utiliza algún sistema para transformar este lodo (que es un líquido muy concentrado, de color negro o café oscuro, con un porcentaje de 98 a 99% de agua) en un sólido al que se le ha eliminado gran parte de su agua, llegando a niveles de 30 a 40% de sólidos.

Para esto hay dos alternativas: un método natural y un método mecanizado.

El método natural consiste en una **Cancha de Secado** que es una superficie plana (techada en caso que la zona presente lluvias), compuesta por arenas y gravas seleccionadas, de forma que el líquido espesado se vierte sobre ella y se deja secar por un período del orden de 20 a 30 días. Durante este lapso, el agua del lodo se infiltra a través de los lechos filtrantes, se recolecta al fondo y se traslada por ductos hasta la cabecera de la planta. Otra fracción del agua se evapora.

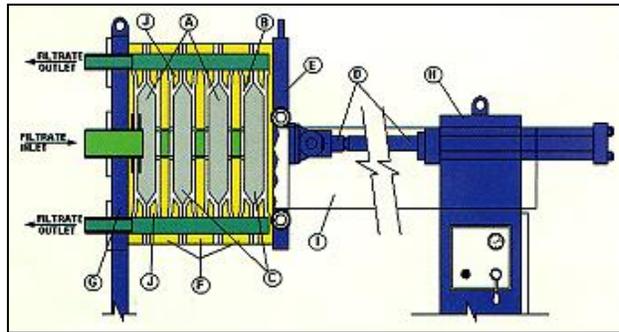
Finalmente, se obtienen sólidos muy secos que se acopian en sacos bajo techo. Se utiliza del orden de $0,10 \text{ m}^2$ / persona – día.

La alternativa mecánica normalmente es un **Filtro de Prensa** o un **Filtro Banda**. El primero consiste en placas planas, paralelas y verticales que se montan sobre un chasis metálico. El líquido espesado se hace ingresar entre las placas, normalmente previa dosificación de coagulantes, y éstas se aprietan, estrujando el líquido; el agua del lodo sale por orificios y el lodo se recupera una vez se abren las placas. El Filtro Banda es muy similar al Prensa, con la diferencia en que el estruje es a través de dos bandas que aprietan el lodo. Estos sistemas tienen la ventaja en comparación con la cancha de secado que utilizan mucho menos espacio, pero son más caros.

Finalmente, el lodo puede ser dispuesto en rellenos sanitarios o puede ser utilizado como fertilizante agrícola. A este respecto, en Chile existe una normativa (aún no oficial) que regula el uso de este tipo de lodos, en ella se definen las condiciones que debe cumplir un lodo para su uso como fertilizante. En la práctica, permite su uso en plantaciones de árboles o similares.



Cancha de Secado



Filtro de Prensa



Filtro Banda

Equipamiento de los Sistemas de Aeración Extendida

Es muy importante dotar al sistema de tratamiento de un equipamiento adecuado que permita una operación y mantención lo más sencilla posible y que a la vez asegure una operación confiable.

A continuación se lista el equipamiento recomendado para este tipo de sistemas.

Planta Elevadora de Aguas Servidas

En este texto no se ha mencionado que normalmente se requiere elevar el agua que se encuentra en el colector a varios metros bajo el nivel de terreno hasta el nivel de la planta. Para esto, se utilizan bombas sumergibles que permiten pasar a través de ellas sólidos de gran tamaño (30 a 90 mm). Este sistema debe ser diseñado de acuerdo a los caudales máximos del alcantarillado, los que deben incluir también las aguas de infiltración y de aguas lluvia que estadísticamente se sabe llegan a los colectores. El área de los sedimentadores debe diseñarse para soportar el caudal de impulsión de las bombas.

La planta elevadora requiere el siguiente equipamiento recomendado:

- Reja de desbaste de acero galvanizado, fija, ubicada en un cámara de rejás
- Pozo húmedo en el que se ubican:
 - Dos o tres bombas sumergibles para aguas servidas, una de ellas en reserva
 - Manifold de impulsión con válvulas de corte y retención; se debe incluir un sistema de desacople sin necesidad de vaciar el estanque
 - Sensores de nivel para partida y parada automática del sistema
 - Interconexiones eléctricas adecuadas para la humedad del pozo húmedo

Pre Tratamiento

El pretratamiento es variable, pudiendo incorporarse filtros para retener sólidos finos, aceites, grasas y arena, lo que dependerá de cada caso.

Aeración Extendida – Etapa de Aeración

Se deberá contemplar:

- Dos sopladores de aire tipo Roots, uno de ellos en reserva, los que deberán disponer de filtro de aire y silenciadores de entrada y salida
- Difusores de aire de burbuja fina, idealmente de disco
- Red de aire entre sopladores y difusores, construida de modo de poder retirar los difusores sin necesidad vaciar los estanques ni detener la aeración del agua
- Control de partidas y paradas de los sopladores de aire mediante un control de tiempo y variador de frecuencia, que permite variar el giro del motor del soplador (este doble control permite un flexibilidad de operación que puede brindar muy importantes ahorros energéticos)
- Sensor de oxígeno digital de sensor sumergible
- Probeta de 1 litro y cono Imhoff para medir el nivel de sólidos en el sistema

Aeración Extendida – Etapa de Sedimentación

Se deberá contemplar:

- Pantalla de entrada para quietamiento
- Pantalla de salida
- Vertedero múltiple
- Sistema de succión de sólidos flotantes
- Sistema de recolección de sólidos decantados

Aeración Extendida – Etapa de Recirculación/Purga de Lodos

Se deberá contemplar:

- Dos bombas sumergibles para aguas servidas, una de ellas en reserva
- Control eléctrico por variador de frecuencia para el control del giro de la bomba y de su caudal
- Manifold de impulsión con válvulas de corte y retención; se debe incluir un sistema de desacople sin necesidad de vaciar el estanque
- Sensores de nivel para partida y parada automática del sistema
- Interconexiones eléctricas adecuadas para la humedad del pozo húmedo

Desinfección

Caso Cloración

Se debe contemplar:

- Bomba dosificadora electromagnética, con entrada 4 a 20 mA, que permite modificar el caudal de dosificación según una señal de caudal. La bomba debe incluir un estanque de acumulación y los fitting de conexión que habitualmente incorporan los proveedores
- Sensor de flujo tipo ultrasónico con salida de 4 a 20 mA
- Medidor de cloro residual

Caso UV Canal

Se debe contemplar:

- Equipo de emisión de rayos UV con sistema de retiro y colocación de lámparas

Línea de Lodos

Se deberá contemplar:

- Difusores de aire de burbuja gruesa
- Red de aire entre sopladores y difusores, construida de modo de poder retirar los difusores sin necesidad vaciar los estanques ni detener la aeración del agua
- Impulsión a deshidratación mediante bomba sumergible
- Manifold de impulsión a deshidratación
- Deshidratación de lodos

Eficiencia Lograda con el Sistema de Aeración Extendida

Una buena muestra de la calidad de agua que se puede obtener en el tipo de sistemas de tratamiento que se ha descrito, son las dos tablas que continúan. En la primera se muestran los valores obtenidos durante la etapa de operación de la planta de tratamiento de Hernán Brañas, VIII región, realizada por nuestra empresa. Los muestreos han sido hechos con muestras compuestas en 24 horas. La segunda tabla muestra las eficiencias alcanzadas en igual período.

Punto de Muestreo	Parametro	Unidad	Jun-08	Jul-08	Ago-08	Límite D.S. 90	
						Sin Capacidad de Dilución	Con Capacidad de Dilución
Afluente (Entrada)	Aceites y Grasas	mg/l	21,00	89,00	56,00	N/A	N/A
	Materia Orgánica, DBO5	mg/l	226,00	307,00	169,00	N/A	N/A
	Fósforo, P	mg/l	20,60	17,10	18,80	N/A	N/A
	Nitrógeno Kjeldahl Total, NKT	mg/l	92,20	94,40	89,50	N/A	N/A
	Sólidos Suspendidos Totales, SST	mg/l	154,00	262,00	105,00	N/A	N/A
	Cloro Libre Residual	mg/l	0,07	0,10	0,10	N/A	N/A
	D.Q.O.	mg/l	646,00	742,00	366,00	N/A	N/A
	Oxígeno Disuelto, O2	mg/l	3,69	0,00	0,40	N/A	N/A
Efluente (Salida)	Aceites y Grasas	mg/l	5,00	5,00	5,00	20,00	50,00
	Coliformes Fecales	NMP/100 ml	30,00	500,00	300,00	1.000,00	1.000,00
	Materia Orgánica, DBO5	mg/l	21,00	17,00	8,00	35,00	300,00
	Fósforo, P	mg/l	13,80	8,16	12,30	10,00	15,00
	Nitrógeno Kjeldahl Total, NKT	mg/l	33,30	25,70	39,40	50,00	75,00
	Sólidos Suspendidos Totales, SST	mg/l	53,00	30,00	26,00	80,00	300,00
	Cloro Libre Residual	mg/l	1,01	<0,10	0,15	-	-
	D.Q.O.	mg/l	71,00	83,00	56,00	-	-
	Oxígeno Disuelto, O2	mg/l	4,75	5,40	2,50	-	-

Parametro	Jun-08	Jul-08	Ago-08	Promedio
Aceites y Grasas	76%	94%	91%	87%
Materia Orgánica, DBO5	91%	94%	95%	93%
Fósforo, P	33%	52%	35%	40%
Nitrógeno Kjeldahl Total, NKT	64%	73%	56%	64%
Sólidos Suspendidos Totales, SST	66%	89%	75%	76%

Departamento Técnico
Aguas Sipra S.A.