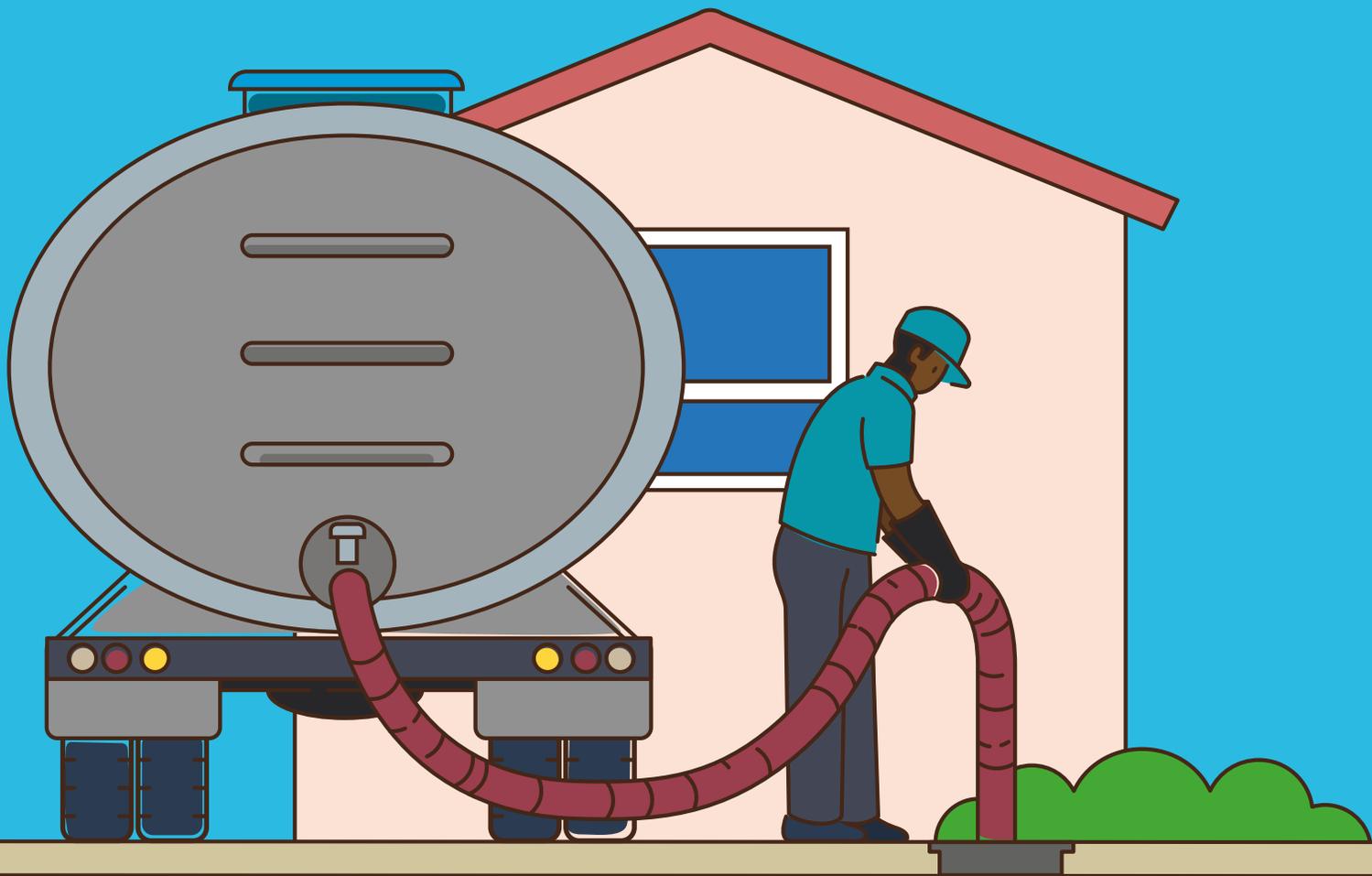




LA CACAMPAÑA

# GUÍA PRÁCTICA PARA EL MANEJO DE LODOS FECALES PROVENIENTES DE SOLUCIONES INDIVIDUALES PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES



Acciones en el sitio donde esté el tanque séptico  
Traslado de la materia fecal  
Tratamiento de la materia fecal previo a su disposición final

PROYECTO COTRISAN

Implementado por:



Por encargo de:



En cooperación con:







## LA CACAMPAÑA

### GUÍA PRÁCTICA PARA EL MANEJO DE LODOS FECALES PROVENIENTES DE SOLUCIONES INDIVIDUALES PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

- Acciones en el sitio donde esté el tanque séptico
- Traslado de la materia fecal
- Tratamiento de la materia fecal previo a su disposición final

**Dirigida a:** usuarios particulares, institucionales y trabajadores.

**GUÍA PARA EL MANEJO DE LODOS SÉPTICOS.**  
PROYECTO COTRISAN

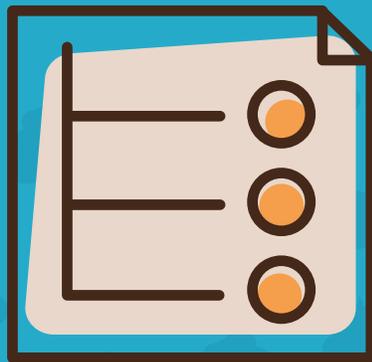
**Autor:** E. Rosales E.  
Noviembre, 2022.



## TABLA DE CONTENIDOS

|  |           |
|--|-----------|
| <b>Lo básico para el usuario y comunidad en general</b>  | <b>6</b>  |
| Lo básico para el usuario y comunidad en general   | 7         |
| Operación y mantenimiento de un tanque séptico   | 8         |
| La inspección y verificación de niveles  | 9         |
| La remoción de la materia fecal/lodos acumulados   | 10        |
| Aspectos generales   | 14        |
| Elementos en el proceso individual para el manejo de aguas residuales y lodos sépticos                             | 15        |
| <b>Encargados de la extracción y transporte de la materia fecal</b>  | <b>16</b> |
| Recolección, manejo, tratamiento y aprovechamiento de los lodos  | 17        |
| Proceso: biodigestión – secado   | 17        |
| Etapas del proceso para la gestión de lodos sépticos   | 18        |
| Criterios para quienes ofrecen el servicio de recolección, transporte, tratamiento y disposición de lodos sépticos | 20        |
| Recolección, almacenamiento, transporte  | 20        |
| Procedimiento de trabajo; remoción de lodos de las unidades instaladas en las edificaciones/casas                  | 22        |
| <b>La planta para el tratamiento de lodos sépticos (p t l s)</b>   | <b>24</b> |
| Proceso para el tratamiento/estabilización de lodos sépticos   | 25        |
| Descarga a los biodigestores   | 30        |
| Descarga de los biodigestores a los lechos de secado   | 30        |
| <b>Referencias bibliográficas</b>  | <b>33</b> |

# LO BÁSICO PARA EL USUARIO Y COMUNIDAD EN GENERAL





## LO BÁSICO PARA EL USUARIO Y COMUNIDAD EN GENERAL

Esta guía propone orientar a las personas ligadas a la utilización de una solución sanitaria individual (“in situ o fuera de la red”) para el tratamiento de sus aguas residuales de origen doméstico. Enfatizando en esta parte lo que corresponde al manejo que apropiadamente debe llevar la materia contaminante que se quita del agua residual; así como resalta acciones que en particular corresponden cuando ese sistema individual para el tratamiento de aguas residuales es el tanque séptico.

En el tanque séptico, los procesos básicos que se dan para la remoción de contaminantes son la sedimentación (retención y acumulación de materia) y la biodigestión anaerobia (transformación de la materia con ayuda de microorganismos en procesos generadores de gases y la mineralización).

El proceso requerido para determinar CUÁNDO le corresponde el mantenimiento o se debe llevar a cabo la remoción de materia de un tanque séptico parte del resultado de acciones de verificación de los contenidos y sus niveles dentro del tanque.

- 👉 Se debe verificar qué tanto “han subido” los lodos o materia sólida, del fondo hacia arribaz.
- 👉 Y, se debe también verificar qué tanto “han bajado” las capas de materia flotante (principalmente grasas).

Un tanque séptico podría como primera etapa, luego de complementarse con otras unidades sanitarias disponer las aguas tratadas por descarga en un cuerpo de agua y se cumpla con los requisitos de calidad establecidos.



**EL VACIADO PERIÓDICO DE UN TANQUE SÉPTICO ES PARA EVITAR QUE TANTO LA MATERIA QUE SE VA ACUMULANDO EN EL FONDO, COMO LA MATERIA QUE ESTÁ ARRIBA -FLOTANDO-, SE VAYAN PARA LOS DRENAJES. Así también, por estadías prolongadas, evitar la mineralización (endurecimiento) de la materia en el tanque.**

**Todo sistema** para la remoción de contaminantes que se aplique a aguas residuales o a líquidos que evacuan excrementos u otros residuos, siempre harán retención de materia básica (no así de contaminantes químicos como residuos de fármacos o artículos de belleza, entre otros), sedimentada o mineralizada. Esta materia retenida y acumulada en el sistema usado comúnmente se llama lodos. Los lodos son los sólidos que se han separado de las aguas contaminadas que por lo general se depositan en el fondo de las unidades utilizadas para el tratamiento, y esos lodos están integrados a cantidades de agua que ahora forman parte de su consistencia. Por ello, los lodos son una masa

acuosa, semilíquida, que por su concentración de materia y de microorganismos (bacterias y otros), en la mayoría de los casos, son más contaminantes que las mismas aguas residuales que los traían.

En un tanque séptico los lodos se ubican en dos secciones principales: algunos son pesados y se depositan en el fondo de los tanques (zona de almacenamiento), otros de origen grasoso, son livianos y flotan como "natas" sobre las zonas o capas de sedimentación y de biodigestión que también se logran en estas unidades.

## **B** OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE UN TANQUE SÉPTICO

- 👉 El mantenimiento preventivo para este sistema de tratamiento, con el que se lleva a cabo en forma individual la remoción de contaminantes del agua residual se hace mediante la inspección periódica.
- 👉 Las acciones y la revisión necesaria como parte de ese mantenimiento se hace a través de los registros (T's) que se dejan en la tapa o losa superior y debe ejecutarse al menos una vez al año. Se debe medir la acumulación de materia en el fondo y la materia que esté flotando en la parte superior de los líquidos.
- 👉 Durante la realización de cualquiera de estas actividades es necesario tomar las previsiones y precauciones sanitarias apropiadas.
  - Uso de guantes, lentes protectores, mascarilla, botas
  - Uso de ropa apropiada
  - Colocación de señales indicando la labor
  - Evitando la presencia de infantes y mascotas en los alrededores
  - Así, como al concluir la labor llevar a cabo el correcto lavado de manos, practicar proceso de desinfección y hacer cambio de ropa

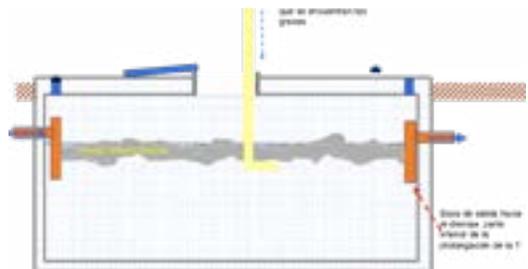
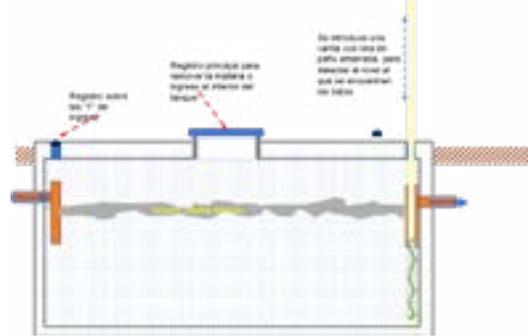
Siempre al proceder con la etapa de mantenimiento que requiere la remoción de materia acumulada, es fundamental levantar las tapas de los registros y dejar esas salidas abiertas por al menos 15 minutos, en procura de que cualquier acumulación de gases en lo interno del espacio libre del tanque, se libere.

Si se percibe cualquier olor penetrante las personas deben alejarse un tiempo prudencial.

Por supuesto, personas ajenas al trabajo no deben tener presencia en el sitio.

## LA INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN DE NIVELES

- A.** Es posible medir la cantidad de lodos acumulados en el fondo del tanque al introducir por los registros (sobre las T's), una vara con "mechas" o pedazos de tela atadas en su extremo. Se hace por ahí para evitar que el medio de medición utilizado se "manche" con las grasas.
- El nivel que se registre de los lodos se compara con la posición de la boca de salida de aguas en el niple inferior (longitud o prolongación adicional dada hacia abajo) de la unión en T de salida. El espacio libre entre la salida de aguas y la parte superior del acumulado de los lodos no debe ser menor a 20,0 centímetros (0,20 m).
- B.** La verificación del espesor de la capa de natas flotando se hace en forma semejante, con la ayuda de instrumento de madera con un final en L y por medio de los registros o entradas superiores, se puede inspeccionar el espesor de la capa de natas.
- Se mide la profundidad a la que se encuentra la boca inferior de la unión en T de salida y la profundidad de la parte inferior de las natas, por debajo de la capa o costra que flota.
  - El nivel determinado se compara con la posición de la boca de salida de aguas en el niple inferior (longitud o prolongación adicional dada hacia abajo) de la unión en T de salida.
  - La cercanía de las natas o espacio libre entre el fondo de ellas y la salida de aguas no debe ser menor a 5,0 centímetros (0,05 m).





Proceso de verificación del nivel de lodos en un tanque séptico. Al introducir una vara con tela de paño amarrada en su extremo inferior. Los lodos se impregnan, distancia que se mide en la vara y compara con el nivel de líquidos en el tanque, como con la posición registrada para la boca inferior de la salida hacia el drenaje. E. Rosales E.

- C.** La limpieza o remoción de materia de los tanques sépticos se hace al final del período de almacenamiento “n”<sup>1)</sup> o como consecuencia a una inspección previa que indique la necesidad de llevar a cabo tal función anticipadamente.
- Esto es cuando la materia flotando (las natas) o los lodos estén muy cerca de la boca inferior de la T de salida y se este corriendo el riesgo de que lodos o natas se vayan hacia los drenajes.

Al extraerse los lodos de un tanque séptico se sacan lodos “viejos” de los primeros días de funcionamiento y lodos “frescos” de reciente deposición. Siendo esto la razón básica (degradación no uniforme del material extraído) para que se requieran otros pasos en el tratamiento de esta materia.

## LA REMOCIÓN DE LA MATERIA FECAL/LODOS ACUMULADOS

- D.** Debe realizarse la remoción de materia en el período seco o de no lluvias de la región donde el tanque séptico se encuentre.

Al hacer este trabajo, en el caso de no contar con equipo de bombeo apropiado, se podrán extraer los lodos y líquidos con baldes. Esa materia se va depositando en recipientes mayores, con tapa (pudiendo ser estañones u otros similares).

1) Período de almacenamiento (= n). Es la periodicidad para las remociones de materia en un tanque séptico propuesto por el profesional a cargo del diseño. Ese valor “n” también es posible determinarlo por procedimientos de cálculo para un tanque prefabricado o para uno ya existente. Ver guía #1, tanques sépticos, con explicaciones por el procedimiento de diseño/cálculos.

Se utilizará el medio de transporte disponible (carreta o carretillo) y con él se hará el traslado correspondiente, hasta la siguiente etapa de tratamiento.

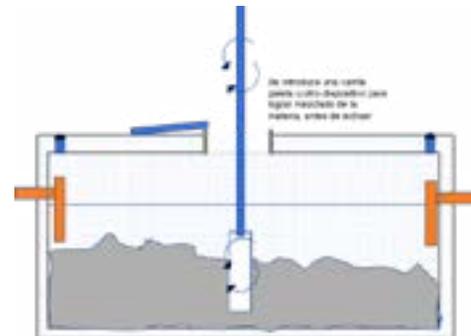
Se resalta que hay riesgos sanitarios al realizar personalmente estas labores, por ello, siempre que esté al alcance se debe contratar empresas con personal preparado para hacer estas labores.

- Esta condición de clima seco es conveniente porque al trasladar los lodos hacia el proceso que corresponde para su también tratamiento y en otras unidades para su estabilización, una de las etapas tiene el propósito de eliminar el agua que contienen los lodos y la época seca es más favorable.
- Se hace, en época seca para reducir efectos de flotación en el tanque vacío, cuando el agua subterránea empuja hacia arriba, al tanque con menos contenido y en las regiones donde llueve mucho.
- Y también, para reducir el efecto por cargas horizontales del agua subterránea y del suelo contra el tanque vacío, principalmente cuando se colocaron unidades prefabricadas de plástico.

**E.** Deben extraerse los lodos o sólidos depositados en el fondo del tanque y la materia que flota. Esto puede ser realizado por dos personas, con las precauciones y protecciones sanitarias del caso. Para las labores de limpieza se utilizará la apertura mayor ubicada en la tapa/losa superior de los tanques.

- El primer paso es quitar la capa de materia flotando.
- El segundo paso refiere a mezclar, esto es para revolver todo el contenido.
- Lo tercero es extraer material “viejo” y material “fresco” simultáneamente.

**F.** De un tanque séptico se debe extraer solamente el 80 % de su contenido, dejando dentro de él un volumen equivalente al 20 % del total, este material se deja como “semilla” de bacterias activas, para que el funcionamiento del sistema de tratamiento continúe, con material biológico apropiadamente adaptado.

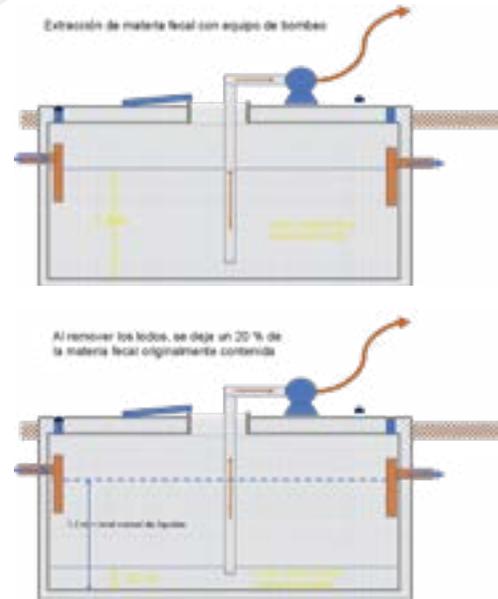


**NUNCA SE EXTRAE LA TOTALIDAD DEL CONTENIDO DE UN TANQUE.**

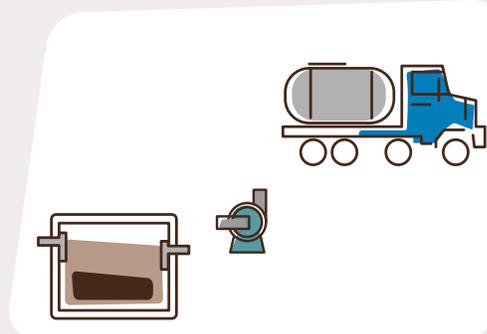
**DEJAR POR LO MENOS UN 20 % DE SU CONTENIDO PARA LA REACTIVACIÓN O CONTINUIDAD BIOLÓGICA DEL TRATAMIENTO.**

**A manera de ejemplo,** la construcción de un tanque puede tener como medidas internas = 1,0 x 3,0 x 1,30 m (ancho, largo y altura interna desde el piso hasta el fondo de la losa superior). Esto da un volumen total del tanque = 3,9 m<sup>3</sup>.

- Sin embargo, la altura interna de líquidos es de solo 1,0 m (desde el piso hasta el nivel de la parte baja/horizontal en la tubería de salida).
- Lo que representa entonces un volumen TOTAL DE LÍQUIDOS = 3,0 m<sup>3</sup>.
- Correspondiendo en este caso, como el 80 % de este último volumen, un valor de 2,4 m<sup>3</sup>.

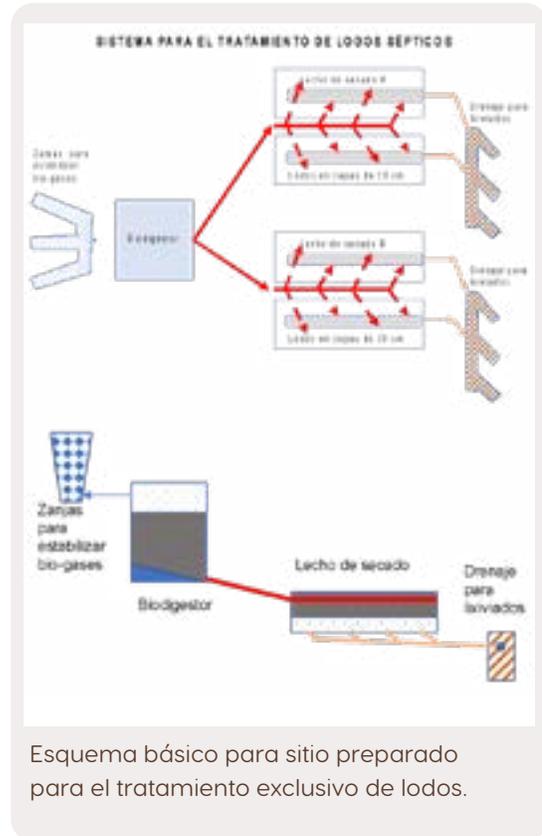


Remoción de materia flotando, mezclado y remoción de materia fecal, en tanque séptico de una vivienda. E. Rosales



La materia fecal se saca del tanque séptico y se transporta hasta el sitio donde se le dará tratamiento. Esto es necesario porque en el tanque séptico al realizar la labor de remoción, se tiene materia "vieja" con bastante tiempo de haber sido depositada y se cuenta con materia "fresca", depositada ese día o días anteriores. Y para no contaminar, la materia se debe homogenizar, simplificándose a sus partes elementales, eliminando los microorganismos transmisores de enfermedades.

- G.** Los lodos y líquidos extraídos requieren de otras etapas, para la remoción de contaminantes y lograr la completa estabilización / homogenización de la materia. El proceso básico recomendado es el depósito de ese material en un sistema centralizado para el tratamiento de residuos/lodos que podría pertenecer al municipio o al operador de los sistema de agua y de saneamiento, correspondiente al lugar donde la edificación/casa se encuentre.
- De no existir en la comunidad el proceso apropiado y requerido, este debe ser sustituido por otras etapas alternas de tratamiento, como lo es al menos un paso más de biodegradación y el de eliminación de agua.
  - **Tirar los lodos y líquidos extraídos de un tanque séptico, a un río o sitio semejante, es una acción directa y grave de contaminación.**



La materia que se remueve de un tanque séptico es diferente por contenidos, en consecuencia por densidad, al agua residual ordinaria. Por lo que el proceso para el tratamiento de estos lodos no debe ser llevado a cabo como si fuese esta materia igual al agua residual.

Se requiere proceso diferente al agua residual y adicional, si fuese el caso de solo contar con una planta para el tratamiento de aguas residuales (PTAR).



## ASPECTOS GENERALES

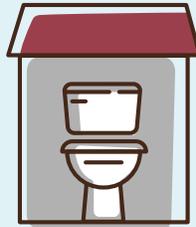
Al determinar la necesidad de remover materia fecal de un tanque séptico, el usuario de esta técnica debe tomar en cuenta que:

- A.** La empresa por contratar cuente con permiso sanitario de funcionamiento (esto es, autorización vigente dada por el Ministerio de Salud).
- B.** La empresa cuente con sistema propio o con contrato con otra empresa, para el tratamiento y disposición de los lodos fecales por extraer.
- C.** Debe conocer previamente las dimensiones de su tanque séptico. Por ello, conocer el volumen de líquidos que su tanque es capaz de almacenar.
- D.** Conociendo el volumen de almacenamiento (no es el volumen total del tanque), deducir que la extracción por realizarse por ese empresario solo será del 80 %.  
Así:
  - Volumen de líquidos almacenados = 1 000,0 litros (= 1 m<sup>3</sup>)
  - Volumen de materia fecal por extraer = 800,0 litros (= 0,8 m<sup>3</sup>)

## D ELEMENTOS EN EL PROCESO INDIVIDUAL PARA EL MANEJO DE AGUAS RESIDUALES Y LODOS SÉPTICOS

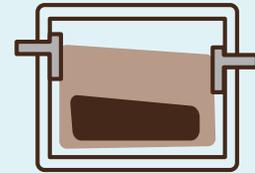
1

Accesorios ahorradores y uso eficiente del agua en la vivienda.



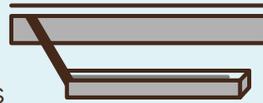
2

Unidad para el tratamiento de las aguas residuales domésticas.



3

Sistema para la infiltración de efluentes tratados (zanjas de drenaje).



4

Extracción o remoción de lodos (humedad del 98%) con equipo de bombeo o manual.



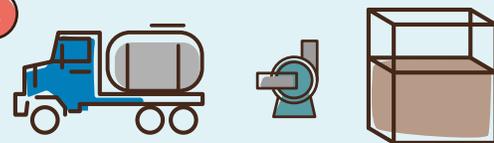
5

Recolección y transporte de lodos hasta sitio para su tratamiento.



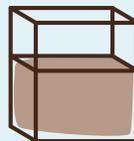
6

Descarga de lodos en sitio para su tratamiento.



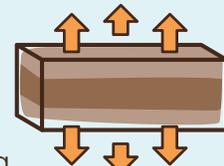
7

Unidad para la homogenización de la materia (biodigestor).



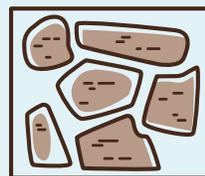
8

Lechos de secado (filtración y evaporación); se logra contenido de humedad del 60%.



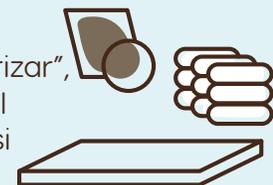
9

Patio para el secado adicional (se logra contenido de humedad del 12%).



10

Equipo para "pulverizar", cribar y empacar el material listo para su aprovechamiento.



# ENCARGADOS DE LA EXTRACCIÓN Y TRANSPORTE DE LA MATERIA FECAL

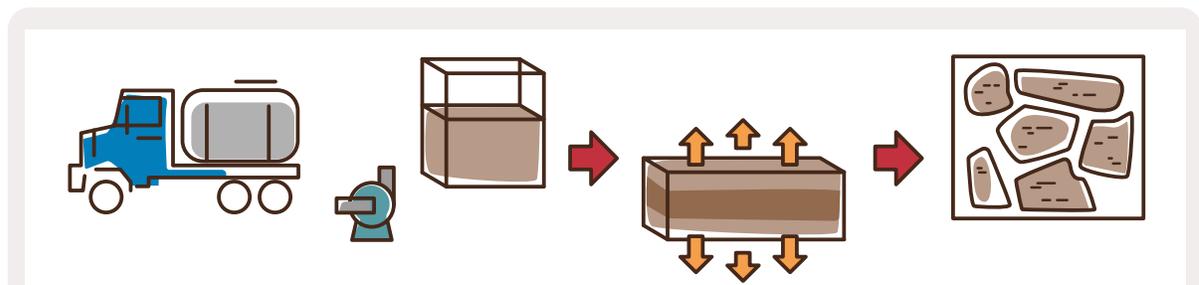


## A RECOLECCIÓN, MANEJO, TRATAMIENTO Y APROVECHAMIENTO DE LOS LODOS

Es necesario tener bastante claro que la materia que se extrae de un tanque séptico tiene diferentes edades. Algunos de esa materia fue depositada un año atrás y otra pudo ser depositada el día anterior. Por esta razón, los niveles de biodegradación acumulada de materia es diferente en el contenido de un tanque séptico.

Por estos motivos es necesario llevar los lodos extraídos hasta otra unidad para su tratamiento, con el propósito de lograr su homogeneidad, lo que es estandarizar la degradación de la materia. Esto se realiza en procura también de un mejor aprovechamiento de la materia y sin riesgo de contener elementos patógenos que puedan afectar principalmente la salud de las personas, así como evitar un efecto negativo al ambiente.

### PROCESO: BIODIGESTIÓN – SECADO



La materia fecal que se remueve de un tanque séptico se transporta hasta una planta para el tratamiento de lodos sépticos (PTLS).

Al llegar ahí, se bombea a un depósito o biodigestor, pasado un tiempo de ese almacenamiento se saca la materia estabilizada y descarga en lechos de secado para reducir los contenidos de humedad. Adicionalmente, se colocan en otra etapa de secado ya sea en equipos o en patios para recibir el sol.



Imágenes de planta para el tratamiento de lodos sépticos (PTLS) de Fumigadora El Alto, en San Isidro de El General, Pérez Zeledón, provincia de San José, Costa Rica.

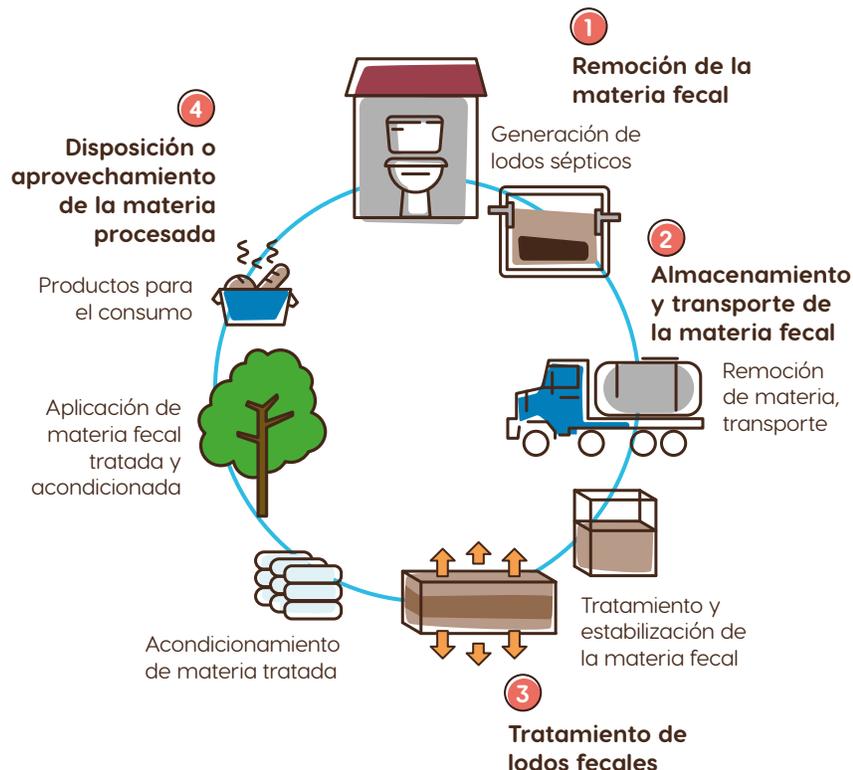
- tanques a donde llega la materia fecal (biodigestores),
- lechos de secado (materia que salió de los biodigestores) y,
- patio de secado (espacio para reducir más la humedad de la materia tratada).

E. Rosales E., y Fumigadora El Alto

## B ETAPAS DEL PROCESO PARA LA GESTIÓN DE LODOS SÉPTICOS

El manejo de lodos sépticos domésticos, como producto de un sistema para el saneamiento individual (“in situ o fuera de la red”) es un proceso que consta de las siguientes cuatro etapas:

- 1) **Remoción de materia fecal.** Esta etapa es la que se lleva a cabo directamente en la edificación, según sea la frecuencia que al respecto establezca el plan de operación y mantenimiento, referido a la cantidad de personas y volúmenes de agua residual. Así como al tipo de unidad utilizada para el tratamiento de excreta y aguas residuales. Si el sistema utilizado para la evacuación de excretas es con agua, la materia que se remueve tiene porcentajes bajos de materia sólida.
- 2) **Almacenamiento y transporte de materia fecal.** Luego de extraída la materia de cada unidad sanitaria en las edificaciones/casas, esta se almacena en tanques o cisternas y se transporta hasta el sitio donde se llevará a cabo el tratamiento posterior requerido. El volumen conveniente por extraer de cada unidad doméstica para el tratamiento de excretas y aguas residuales es del 80 % del contenido líquido que ahí se almacene. La materia que se extrae tiene una proporción muy baja de sólidos; para un tanque séptico esta materia contiene alrededor de un 95 % de humedad.



- 3) Tratamiento de lodos sépticos fecales.** La materia que se extrae de una unidad individual instalada en una edificación/casa tiene diferentes edades de deposición. De manera que se encuentra materia depositada años atrás o materia depositada el mismo día que se hace la remoción. Esta es la razón principal para proceder con etapas adicionales para homogenizar y reducir esa materia fresca a los compuestos o elementos básicos de su composición. Esta actividad se realiza en un sitio especializado, determinado como “planta para el tratamiento de lodos sépticos” (= PTLS).

Cualquiera que sea el proceso por utilizar para el tratamiento de los lodos sépticos se debe tomar en cuenta:

- a. Homogenización de la materia. Esto es, permitir que toda la materia se reduzca a sus componentes básicos y contenido mínimo de patógenos.
  - b. Reducción de humedad. Etapa posterior a la homogenización, cuando la materia se deja con contenido de humedad en un 50 o 60 %.
  - c. Secado de materia procesada. Una siguiente etapa, preparatoria para llevar a cabo un mejor aprovechamiento de subproductos, es secar hasta niveles de un 10 o 12 % de humedad.
  - d. Molido, cribado y empaque de materia seca.
- 4) Disposición o aprovechamiento de materia procesada.** La excreta humana y las aguas residuales domésticas contienen materia orgánica (con el elemento carbón en su molécula) y nutrientes (nitrógeno, fósforo y otros elementos en menor cantidad). Mismos que se constituyen en componentes útiles para el mejoramiento y acondicionamiento de suelos por utilizar en jardinería o producción agrícola. De manera que la materia fecal extraída de unidades individuales en las edificaciones/casas, luego de procesada en sus formas sólida y líquida, puede ser utilizada para la reintegración de nutrientes en el suelo (proceso conocido como mejoramiento de suelos). Esto permite acceso a fertilizantes orgánicos, naturales y mejoras en la producción, por medios más integrales y amigables con el ambiente.

Los lodos sépticos de sistemas individuales y de las excretas de personas son de muy buena y consistente calidad. **“Si se come sano, se defeca sano”**; en el entendido que las personas ingieren alimentos correctos para mantener su cuerpo en condiciones apropiadas, en consecuencia, el metabolismo de esa materia alimenticia es semejante en la generalidad de las ocasiones. De manera que la materia por evacuar es consistente a las condiciones de la materia consumida.



## CRITERIOS PARA QUIENES OFRECEN EL SERVICIO DE RECOLECCIÓN, TRANSPORTE, TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE LODOS SÉPTICOS

El proceso por seguir define como actividades principales, la recolección de lodos sépticos de cada una de las edificaciones/casas, su almacenamiento, el traslado seguro hasta la planta especializada para el tratamiento específico de este tipo de materia (PTLS) en procura de homogenizarla, llevar a cabo el secado y el manejo apropiado para un aprovechamiento posterior conveniente.

El ciclo de limpieza o remoción de lodos de un tanque séptico se recomienda realizarlo **al menos una vez cada dos años**. Ese lapso entre limpiezas NO puede ser mayor a los cinco años, porque si la materia a lo interno de un tanque séptico se deja mucho tiempo, luego de su degradación se mineralizará (los minerales se solidifican).

## RECOLECCIÓN, ALMACENAMIENTO, TRANSPORTE

Como aspecto a tomar en cuenta para el trabajo en zonas con dificultades de acceso (con calles no apropiadamente definidas), es referido al tamaño de los vehículos que podrían circular entre casas y de esa manera proceder a determinar los equipos que podrán utilizarse para la remoción de materia fecal de los tanques sépticos. Para este caso los vehículos requieren por su tamaño también condiciones especiales de potencia, de manera que posean capacidad suficiente para remolcar el peso de los lodos por recoger.



Equipo Hydro Tek USA

Se estima la densidad de los lodos sépticos en 1 kg/lit. (por su gran contenido de agua); situación que para la recolección diaria en lugares estrechos se podría trabajar movilizándolo entre 700 y 1 000 kilogramos. A esto se le suma el peso del recipiente (tanque-cisterna), estructura del remolque, bomba y aditamentos. Por lo que el vehículo debe tener capacidad para remolcar no menos de 2 toneladas.

La remoción de materia fecal de asentamientos informales (con dificultades en sus calles), con equipo pequeño, es un proceso normal que también podrá hacer uso de estaciones de transferencia. Esto es, trasladar el contenido de los recipientes menores a tanques de mayor capacidad, ubicados en sitios fijos o en camiones cisterna.

Cuando se trata de calles mejor definidas, tanto por su ancho como por la capacidad de rodamiento, se trabaja con camiones cisterna. Este otro tipo de vehículo tendrá mayor capacidad para el almacenamiento de materia fecal. Estas unidades pueden almacenar 7 500 litros (aproximadamente 2.000 galones) y volúmenes mayores, para pesos que rondan las 20 toneladas. Son equipos más pesados que en el mercado se encuentran completamente equipados (camión con plataforma, equipos de bombeo para succión y para realizar lavados a presión, entre otros), o que pueden ser “armados” con partes ubicadas localmente.

Entonces, para el proceso por establecer es necesario tomar en cuenta:

- 1) El volumen del recipiente (tanque-cisterna) con el que será posible la remoción de materia en las edificaciones/casas y el transporte de los lodos.
  - Ante las posibilidades de maniobrabilidad en calles y bulevares, se definen tamaños de tanques y capacidad de tracción de vehículos para trasladar la materia fecal.



- 2) El volumen del recipiente estabilizador (biodigestor) de la materia fecal en la “planta para el tratamiento de lodos” (PTLS). Porque, según el tamaño de esa unidad es posible también definir las rutas y cantidad de edificaciones/casas a atender. En consecuencia, se deben realizar las tareas planeando el llenado del biodigestor, en un mes, o como mejor corresponda.
- 3) Por lo establecido en reglamentaciones: **De la salud y seguridad de las personas:** Para garantizar la salud y seguridad de las personas involucradas en la actividad de provisión de servicios de recolección, transporte y tratamiento de lodos y disposición final de biosólidos se debe cumplir con las disposiciones vigentes establecidas por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social por medio del Consejo de Salud Ocupacional.
- 4) Por lo establecido en reglamentaciones: **De los vehículos recolectores:** Los vehículos recolectores y sus góndolas, si las poseen, deben cumplir, **entre otras**, con las siguientes disposiciones:

- a. Portar la leyenda “TRANSPORTE EXCLUSIVO DE LODOS”.

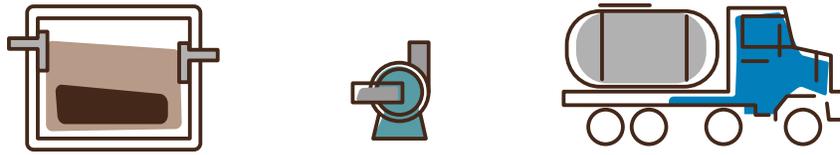
- b. La cisterna del vehículo debe ser hermética, con el objeto de evitar fugas y derrames.
- c. Los accesorios, válvulas, tapas, mangueras, tapones, equipo de bombeo y otros deberán ser de materiales resistentes, apropiados para la actividad y deberán mantenerse en buen estado.
- d. Las operaciones de carga, transporte y descarga de lodos, deberán realizarse tomando las precauciones necesarias para evitar los derrames o fugas.
- e. La cisterna del vehículo debe contar con una única salida para la descarga de lodos ubicada en su parte trasera. Esta salida debe tener un diámetro mínimo de 75 mm y contar con un acople rápido dotado de un sistema de sello de seguridad. Este sello debe ser retirado única y exclusivamente al momento de descargar los lodos en la planta de tratamiento.
- f. Cada empresa dedicada a la recolección y al transporte de lodos debe tener sus propios sellos de seguridad con numeración propia y consecutiva. Asimismo, deben contar con una bitácora que indique el número de sello de seguridad con su fecha de colocación, nombres y número de servicios que realizó utilizando esos sellos y la fecha de descarga en la planta de tratamiento de lodos.



## **PROCEDIMIENTO DE TRABAJO; REMOCIÓN DE LODOS DE LAS UNIDADES INSTALADAS EN LAS EDIFICACIONES/CASAS**

- 1) Programación con tiempos estimados para la remoción de lodos en cada casa/edificación; al contar con los datos por forma y medidas internas del tanque séptico en uso. Adicionalmente, es posible llevar a cabo estimaciones a partir de datos de consumo de agua y cantidad de personas, para cada caso.
- 2) La cuadrilla llega con su equipo a cada casa/edificación. Lo primero que se recomienda es abrir las tapas de los registros en los tanques y tomar un tiempo de por lo menos 15 minutos para la liberación de cualquier acumulación de gases. Estos gases son tóxicos.
- 3) La siguiente actividad es con palas y baldes proceder a extraer la materia que flota (natas/grasas acumuladas) en el tanque séptico, cargándolas en el tanque-cisterna.

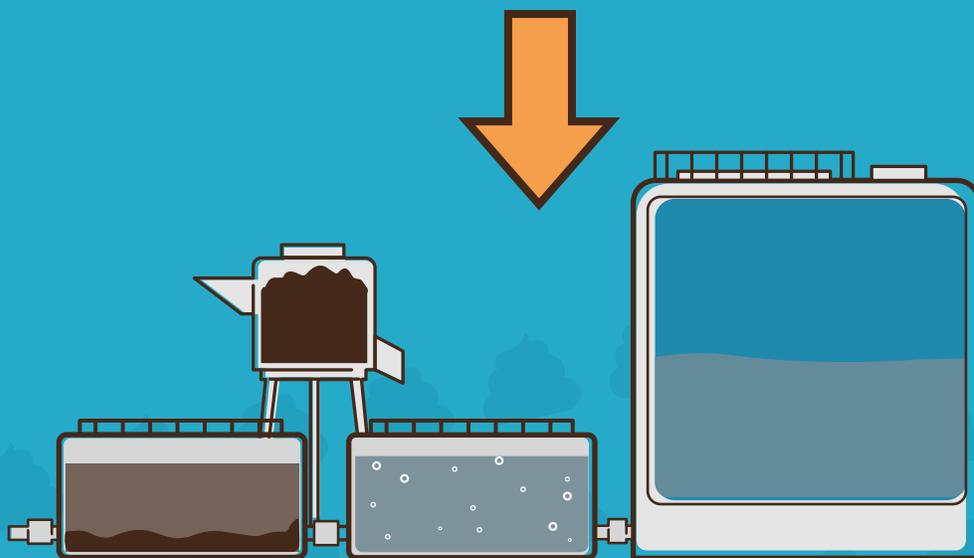
- 4) Luego, se mezcla (acción de “revolver”) el contenido restante en el tanque séptico y se procede a extraer el 80 % del volumen total de materia fecal/lodos en ese tanque.
- 5) Las remociones de lodos que se hacen con ayuda mecánica, por ejemplo, con una bomba.
- 6) La materia fecal se succiona e impulsa desde los tanques sépticos, hasta el tanque cisterna.



Se deja un residuo del 20 % del volumen total de líquidos en el tanque séptico para que actúe como material “semilla” en la continuidad de funcionamiento del sistema.

Para el caso ejemplo, de tanques que almacenan 1 100 litros de aguas residuales, se estima la extracción de 880 litros de materia.

# LA PLANTA PARA EL TRATAMIENTO DE LODOS SÉPTICOS (P T L S)





## PROCESO PARA EL TRATAMIENTO/ ESTABILIZACIÓN DE LODOS SÉPTICOS

### A. CARACTERIZACIÓN DE LA MATERIA FECAL

El proceso para el tratamiento de aguas residuales puede estar integrado con diferentes unidades operativas donde en cada una se retienen elementos contaminantes. Esos elementos retenidos son los que forman parte de los lodos.



Factores que influyen en las características de los lodos fecales. (Documento Sandec Training Tool 1.0 - Module 5 Faecal Sludge Management (FSM)). Traducción propia, E. Rosales E. Julio, 2014.

Sin embargo, en sistemas sanitarios individuales (“in situ o fuera de la red) al ser utilizados por solo personas en usos domésticos ordinarios, la cantidad de componentes/unidades no es extensa. Por lo general, los sistemas para el tratamiento de aguas residuales domésticas y usados en cada casa o en una sola edificación constan de dos etapas básicas: la unidad para el tratamiento de las aguas residuales y del terreno para infiltrar/percolar las aguas ya tratadas.

Es posible que en una edificación/casa se haga uso de varias unidades para esa función de remover contaminantes del agua residual. Por lo general, colocadas en serie, una después de la otra, donde cada una de ellas también retiene materia (lodos), produciéndose en cada una de ellas incluso, materia de características fecales.

Esa o esas unidades para el tratamiento de las aguas residuales retienen materia y producen los lodos. Esa materia retenida por lo general está en forma acuosa/coloidal, con un alto contenido de agua y un bajo contenido de sólidos, se le conoce como lodos. Los lodos provenientes de solo tanques sépticos, utilizadas a nivel de solo personas, son de calidad muy homogénea.

Los lodos fecales domésticos requieren tratamiento porque contienen materia sin degradar y porque contienen microorganismos entre ellos algunos patógenos (transmisores de enfermedades). Como parte del tratamiento de los lodos está la biodegradación y también los procesos para eliminarles agua.

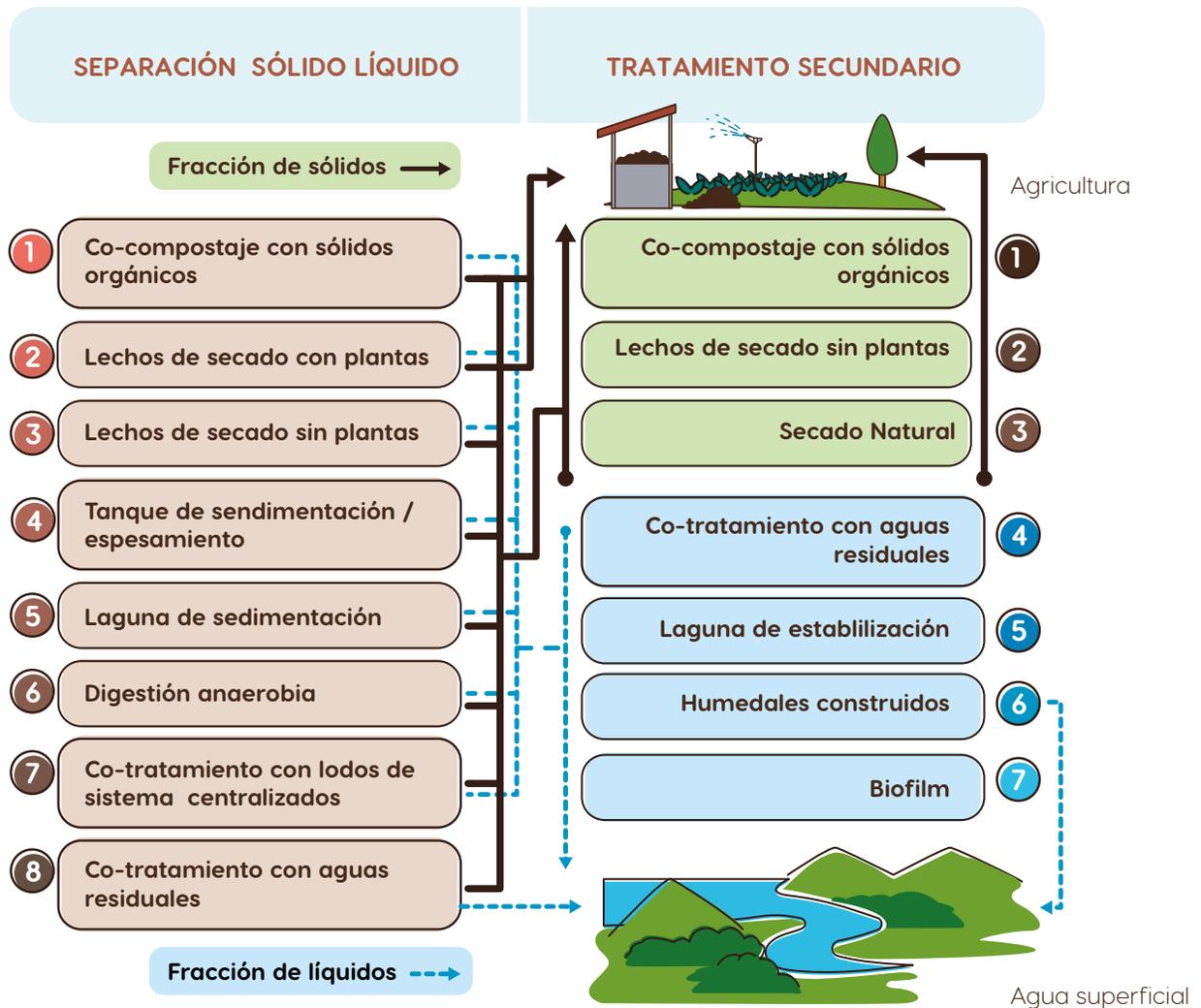
Se distinguen del proceso para el manejo y el tratamiento de los lodos, como etapas fundamentales las siguientes:

- La recolección de lodos sépticos o materia fecal a nivel de las edificaciones/casas.
- El procedimiento para el vaciado de los tanques sépticos y el transporte de los lodos.
- El proceso para el tratamiento y homogenización de las características de los lodos.
- Y el aprovechamiento de los subproductos estabilizados. Si el proceso se realiza correctamente, se obtendrá materia aprovechable como estabilizador de suelos y con elementos nutrientes favorables para la jardinería y agricultura en general.

## **B. TÉCNICAS PARA EL TRATAMIENTO DE LODOS SÉPTICOS**

Algunas técnicas para el tratamiento de lodos son:

- Los lodos frescos pueden colocarse en lagunas de estabilización o en reactores.
- Lodos con un apropiado nivel de estabilización podrán colocarse sobre humedales artificiales (biojardineras). Que al lograr su estabilización son removidos.
- O colocarse en lechos de secado, sedimentadores, lagunas de espesamiento;
- Así como, podrían integrarse en procesos de compostaje.



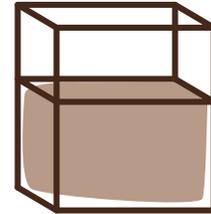
Revisión del potencial de procesos de costo moderado para el tratamiento de lodos fecales. EL esquema ilustra como después de la separación, las fracciones de sólidos y líquidos de lodos fecales pueden aún procesarse o ser utilizados. (Documento Sandec Training Tool 1.0 - Module 5 Sludge Management (FSM)). Traducción propia, E. Rosales E. Julio, 2014.

Los lodos que se obtienen de tanques sépticos tienen diferentes niveles de maduración. Esto es, lodos que por haberse almacenado por varios meses (incluso años) ya son materia estable compuesta solo por elementos básicos (minerales principalmente); y por materia fresca o de reciente descarga en el tanque séptico, cuya composición es relativamente entera que aún requiere procesos de tratamiento para simplificar su composición.

## c. ELEMENTOS DEL PROCESO EN UNA PTLS

En cualquier planta para el tratamiento de lodos (PTLS) es conveniente contar con tres módulos o líneas de trabajo para el manejo de los lodos sépticos.

Cada línea de producción la determina el biodigestor. **Este enfoque permite poner a funcionar la PTLS con el trabajo por módulos, ampliando o reduciendo la capacidad cuando así se requiera.**



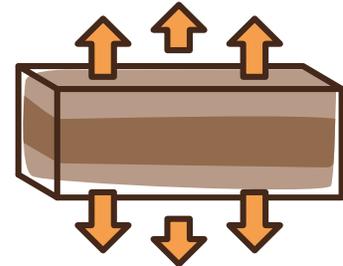
El diseño de una PTLS toma en cuenta para el proceso de funcionamiento e instalaciones, al menos lo siguiente:

- 🏠 En la zona de biodigestión la materia se almacena por un mes.
  - Los biodigestores se pueden construir con diferentes materiales, ya sea de concreto o de plástico reforzado con fibra de vidrio u otros.
  - Sin embargo, cada caso es particular por los volúmenes por tratar y las condiciones topográficas del terreno donde se determine su colocación.
  - Se debe colocar un medio para evacuar y conducir los biogases hasta sitio para su aprovechamiento o neutralización.
  - Por lo general, el piso o fondo del biodigestor se construye con pendientes hacia el punto de salida que tendrá la materia homogenizada.
  
- 🏠 Los lodos estabilizados deben secarse por su alto contenido de humedad.
  - Un procedimiento para eliminar esa agua puede llevarse a cabo con la instalación de equipos mecánicos y el agregado de productos químicos (con el cuidado de no perjudicar la composición de la materia);
  - Los elementos químicos por agregar dependen del proceso por seguir y de los componentes que caractericen la materia (los lodos) en tratamiento.
  - alternativamente, esta reducción en el contenido de agua puede realizarse aprovechando y acomodándose a las condiciones climatológicas propias del lugar, así con camas filtrantes y de evapotranspiración, llamados lechos de secado.
  
- 🏠 En la zona de lechos de secado, la materia se tendrá ahí de un dos a cuatro meses, dependiendo de las condiciones climáticas. Esta zona debe estar bajo techo, el cual puede construirse de manera que funcione mejorando el aprovechamiento del sol.

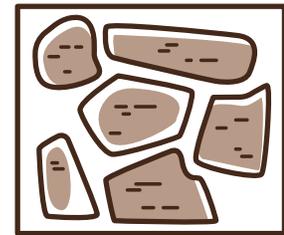
Es necesario considerar como parte del proceso, el posible ingreso de aves u otros animales que podrían defecar en el sitio y alterar la composición de la materia.

🏠 De las camas de filtrado el agua saldrá por evaporación y por infiltrado. Por ello, es posible proponer unidades para el tratamiento de las aguas (lixiviados) saliendo de los lechos de secado.

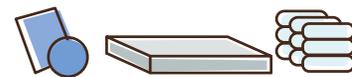
- Esas aguas también podrán aprovecharse como abono foliar, por el contenido remanente de compuestos de nitrógeno y fósforo (nutrientes).
- Si las aguas filtradas por esas camas no tienen aprovechamiento, deben “disponerse” por vertido en un cauce (cumpliendo con parámetros de calidad y otros, que se hayan establecidos) o por infiltración/percolación en el terreno.
- Las zanjas de drenaje funcionarán simultáneamente a la evacuación de agua de los lechos de secado, también por evaporación.



🏠 Se requiere ubicar espacio para el proceso de “secamiento” adicional de la materia. (Esto puede ser un piso de concreto, donde sea posible colocar lo que se saque de los lechos de secado y donde, como en un invernadero, el sol incida sobre el material estabilizado).



🏠 Luego del secamiento por sol y tiempo adicional, la materia se puede pasar por un molino para homogenizar tamaños, colocar en sacos o bolsas y vender como acondicionador de suelos, con muy buenas características fertilizantes y sin complicación sanitaria (la materia está en sus componentes básicos, ya se transformó. No es lo mismo que salió del tanque séptico). Esto permite también un proceso de comercialización.



Para completar las instalaciones de la PTLS se requiere también:

- espacio para parqueo de vehículos,
- bodega para ubicar equipos de bombeo y otros implementos,
- lugar para que los trabajadores sigan las correctas medidas de higiene, entre ellas, se bañen y cambien de ropa (por lo general se recomienda una ducha externa para limpiarse, y otro baño interno, para ya bañarse y cambiarse la vestimenta antes de regresar a sus casas),

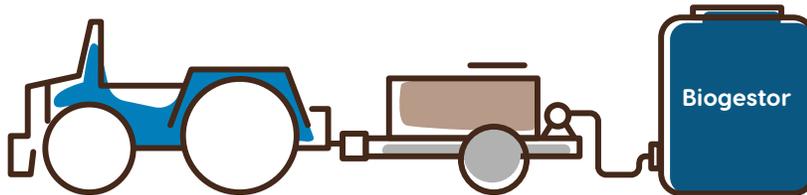
- servicios sanitarios,
- un comedor, y
- espacio apropiado para funciones administrativas.

## D. PROCEDIMIENTO PARA EL TRABAJO EN LA PTL

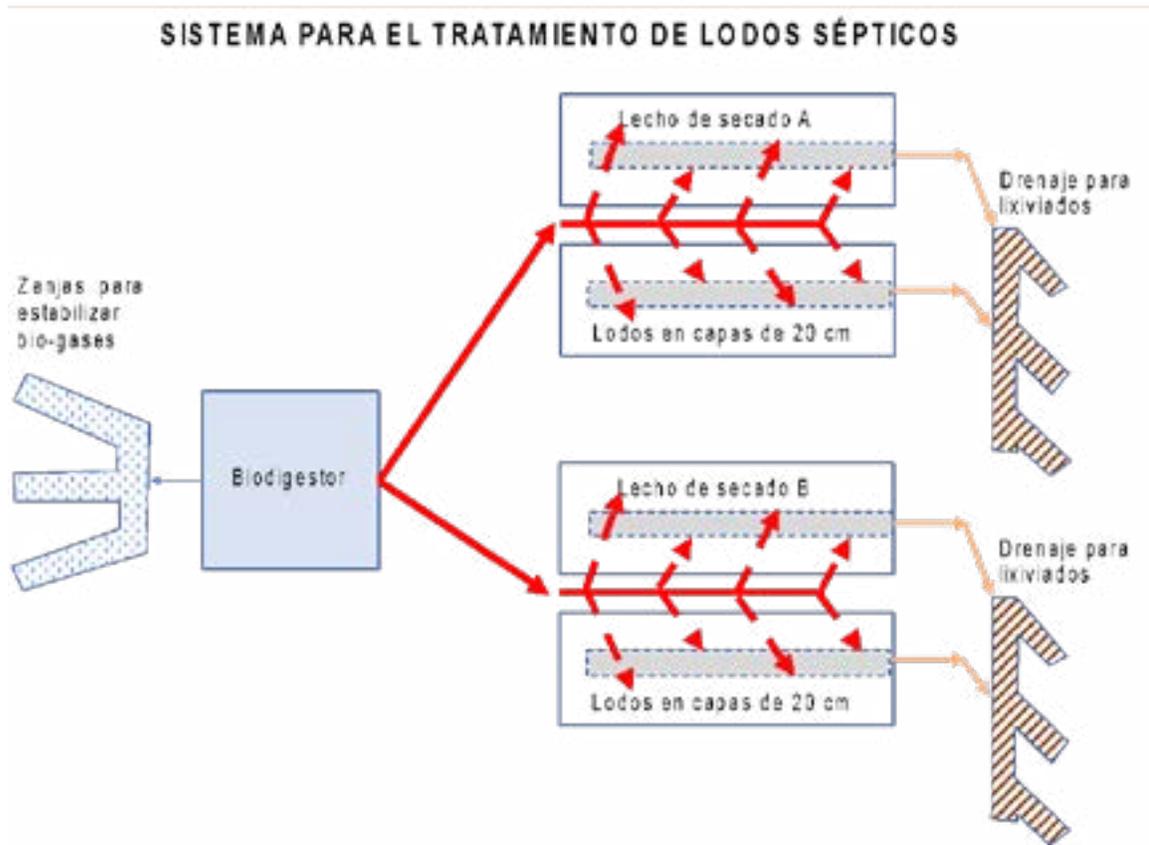
### DESCARGA A LOS BIODIGESTORES

- 1) Cuando se haya cumplido con la tarea de recolección del día, según el volumen del tanque-cisterna, se dirige con la materia fecal recogida hacia la planta procesadora de lodos sépticos.
- 2) En ese lugar se descargarán los lodos desde el tanque-cisterna hasta el biodigestor. Esta acción se realizará durante varios días hasta completar la capacidad de almacenamiento de materia del biodigestor.

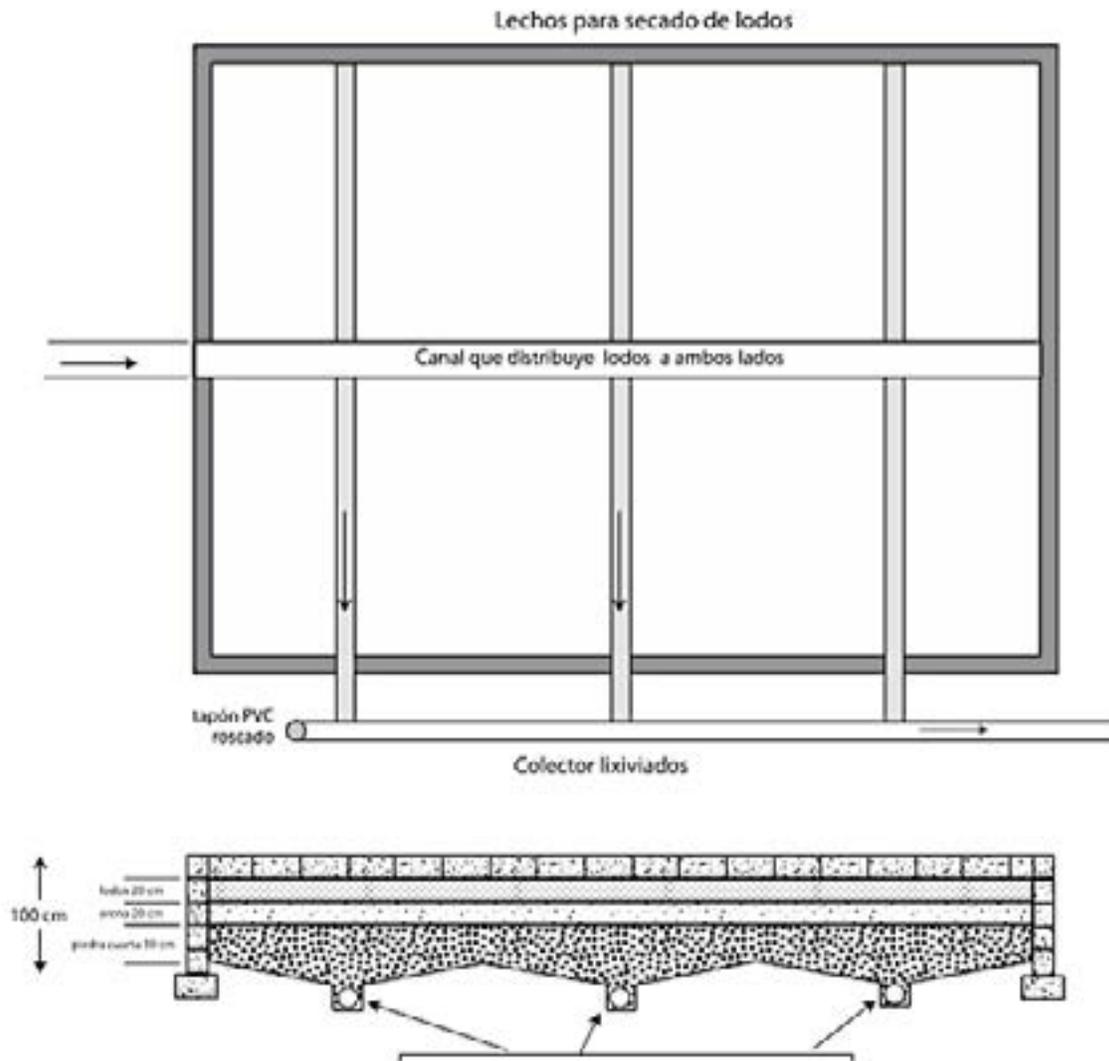
### DESCARGA DE LOS BIODIGESTORES A LOS LECHOS DE SECADO



- 3) Transcurrido el tiempo estimado de maduración (4 semanas) u homogenización de la materia dentro de los biodigestores, esta se descargará en los lechos de secado.
  - El tiempo de residencia de la materia en los biodigestores inicia su conteo hasta que se haya completado su llenado, con todo el volumen propuesto para cada caso.
  - El propósito ahora, en los lechos de secado, es reducir el contenido de agua en esa materia ya estabilizada. Se estima una humedad inicial del 96 %.
- 4) Se abrirán las compuertas inferiores de los biodigestores y por gravedad saldrá la materia. Se conducirán por las canaletas hasta los lechos de secado.



- 5) De las canaletas se extrae la materia estabilizada en el biodigestor y se va colocando, lo más uniforme que sea posible, sobre los lechos de secado.
  - Un procedimiento alternativo es al contar con bombas o “tornillos sin fin” y dar uso a esos equipos para llevar a cabo la evacuación y colocación de la materia en las camas de secado.
  
- 6) Los lechos de secado permiten el escurrimiento por infiltrado y la evaporación del agua. En consecuencia, debajo de los lechos de secado se cuenta con drenajes para recoger los líquidos percolados. Conviene tener bajo techo estas unidades de secado.
  - Los líquidos percolados pueden tener otras etapas de tratamiento y ser utilizados en aplicaciones agrícolas.



- 7) El tiempo de permanencia en los lechos de secado varía según sean las condiciones climatológicas del lugar. Esto será entre dos y cuatro meses. Por ello, la ventaja de contar con techo para estos sitios.
- 8) Luego de los lechos o camas de secado, el material tendrá humedades entre el 50 % y el 60 %, por ello, aún se requiere de espacio y de tiempo para que por evaporación ese material estabilizado se seque más.
- 9) Luego de secado, el material se puede moler, colocar en sacos o recipientes y preparar para la distribución o venta.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Koné, D., Peter, S; (2008). Faecal Sludge Management (FSM), Training Tool 1.0 – Module 5. Eawag/Sandec.
- Klingel, F., Montangero, A., Koné, D., Strauss, M., (2002). Fecal Sludge Management in Developing Countries, A planning manual; Eawag/Sandec.
- PNUD, WSP-WB, otros, (2006). Cerrando el ciclo, saneamiento ecológico para la seguridad alimentaria; Editor Ron Sawyer / Sarar Transformación, S.C., Tepoztlán, México; copias en versión electrónica de este documento en español, inglés o francés por Internet: <http://www.sarar-t.org/Publicaciones>
- Rosales, E. (febrero 2003 y 2014). Tanques Sépticos; conceptos teóricos base y aplicaciones (detalles que se han olvidado o la práctica ha venido tergiversando). CIVCO y Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Rosales, E. (enero, 2015). Informe final: modelos para el manejo y tratamiento de lodos sépticos de origen doméstico. Banco mundial, nuevo FISE, gobierno de Nicaragua; proyecto piloto saneamiento rural – FISE; valoración de soluciones “in situ” y propuesta de modelos para el manejo de lodos sépticos domésticos.
- Strande, L., Ronteltap, M. y Brdjanovic, D. (2014) Faecal sludge Management, System Approach for Implementation and Operation; IWA Publishing.
- <http://www.susana.org/en/resources/library/details/1624>
- <http://www.sswm.info/category/implementation-tools/wastewater-collection/hardware/cartage/human-powered-emptying-and-transport> Vaciado manual de fosas sépticas
- <http://www.sswm.info/category/implementation-tools/wastewater-collection/hardware/cartage/motorised-emptying-and-transport>. Vaciado mecanizado:
- [http://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/wastewater/gsuww/en/](http://www.who.int/water_sanitation_health/wastewater/gsuww/en/) WHO guidelines for the safe use of wastewater, excreta and greywater, (2006); v. 1. Policy and regulatory aspects; v. 2. Wastewater use in agriculture; v. 3. Wastewater and excreta use in aquaculture; v. 4. Excreta and greywater use in agriculture.
- <http://www.fumigadoraalto.com/requisitos-sanitarios-de-ley-para-la-limpieza-de-tanques-septicos/> San Isidro de El General, Pérez Zeledón, San José Costa Rica.







LA CACAMPAÑA

