



Cátedra de Salud Pública
Facultad de Ciencias Veterinarias -UNNE-

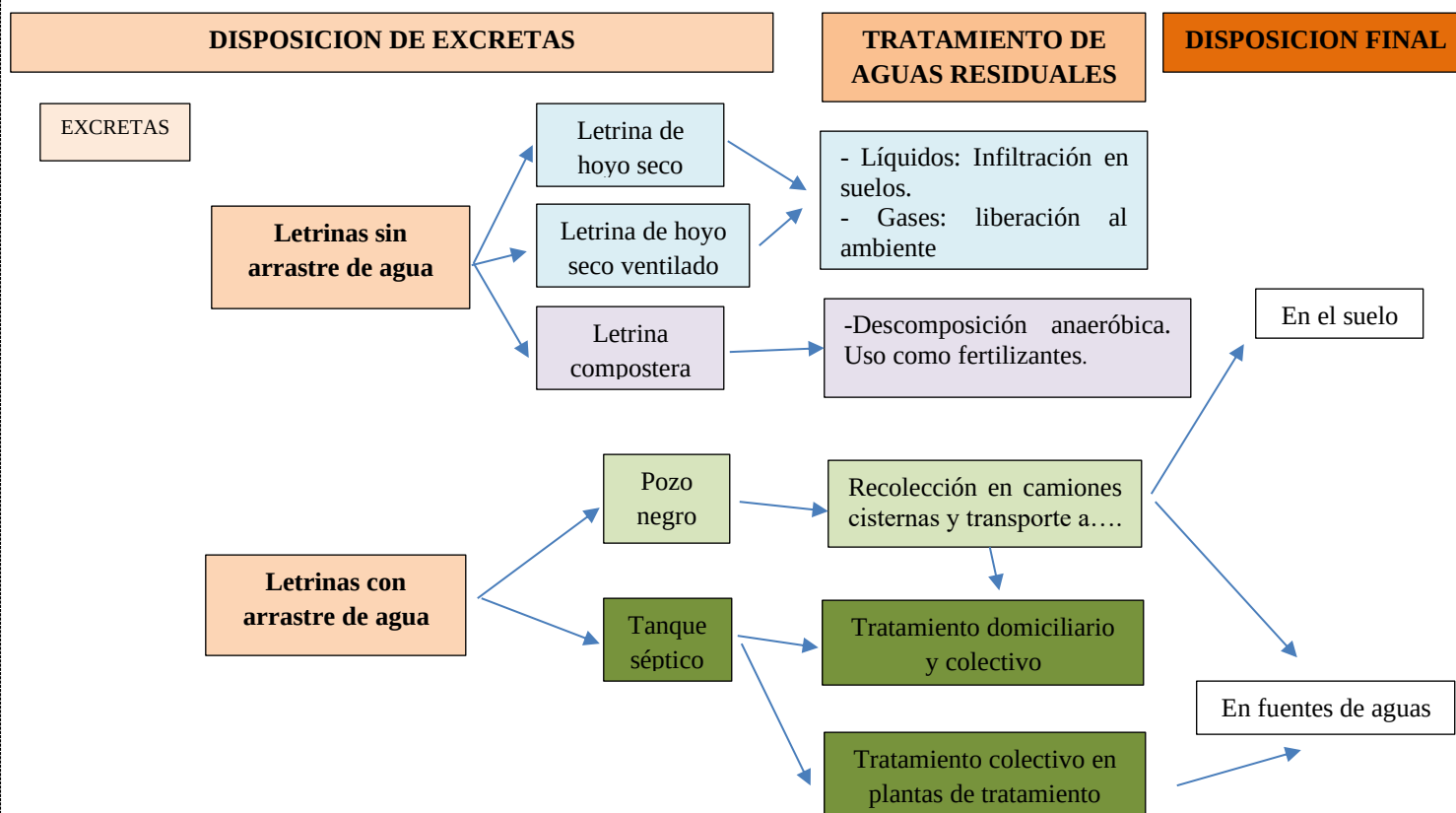
Tema: Excretas

Actualizado: Febrero 2022



La información proporcionada en esta guía se elaboró a partir de los autores citados, por lo que, si bien pueden encontrarse diferencias en algunos conceptos o clasificaciones al consultar otras bibliografías, se consideraran a modo general, los conceptos señalados en este material.

Síntesis de contenidos



UNIDAD 1. GENERALIDADES

➤ Conceptos

- **Las excretas:** se componen de orina y heces que no se han mezclado con agua. Las excretas tienen un volumen reducido, donde se concentran tanto los nutrientes como los patógenos. Dependiendo de la consistencia de las heces, las excretas pueden ser sólidas, suaves o líquidas.

Las excretas son el resultado de la transformación de los alimentos en el aparato digestivo de personas y animales, luego de ser consumidos.

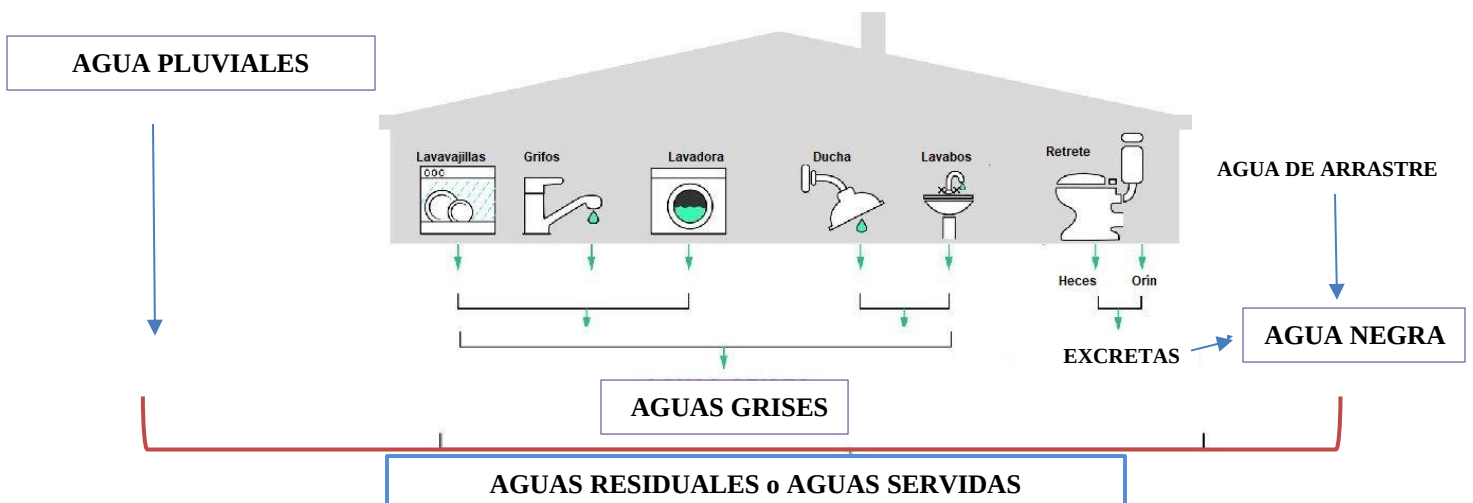
- **Agua de arrastre:** es el agua utilizada para transportar las excretas desde el retrete o bacinete a la siguiente etapa. Puede ser agua cruda o tratada, agua de lluvia, aguas grises recicladas, o cualquier combinación de éstas.

- **Las aguas negras:** son la mezcla de las excretas con el agua de arrastre y/o material seco de limpieza, por ejemplo, el papel higiénico. Las aguas negras contienen todos los patógenos de las heces y todos los nutrientes de la orina, diluidos en agua de arrastre.

- **Aguas pluviales:** es el término general para el agua de lluvia recolectada de techos, caminos y otras superficies antes de que fluya hacia terrenos más bajos. Es la porción de la lluvia que no se infiltra en el terreno.

- **Aguas grises:** son las aguas generadas al lavar alimentos, ropa y utensilios de cocina, así como de la ducha y la bañera. Pueden contener pequeñas cantidades de heces y, por lo tanto, también contener patógenos. Las aguas grises abarcan aproximadamente el 60% de las aguas de disposición final producidas en las residencias con inodoros de agua. Contiene pocos patógenos y su contenido de nitrógeno es solo 10–20% del de las aguas negras.

- **Aguas residuales o aguas servidas:** Las aguas residuales pueden definirse como las aguas que provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población, después de haber sido modificadas por diversos usos en actividades domésticas, industriales y comunitarias.



➤ Origen de las aguas residuales

En la actualidad el agua potable que llega a los hogares tiene múltiples usos:

- Bebida para personas y animales domésticos
- Preparación de alimentos
- Lavado de ropa
- Limpieza del hogar
- Aseo personal
- Evacuación de excretas
- Riego de jardines y huertas familiares
- Actividades pecuarias (gallineros, chancheras, establos, etc.)
- Lavado de vehículos, entre otras.

A excepción del riego de jardines y huertos familiares, todos los usos detallados generan desechos que se componen del agua de abastecimiento y las sustancias que se fueron agregando durante el ciclo de uso en el hogar, que generalmente son desechos de alimentos, material de limpieza, aceites, grasas, excretas y detergentes.

Durante el ciclo de uso, el agua de abastecimiento experimenta transformaciones debido a la inclusión de materiales extraños, como los nombrados anteriormente, que cambian sustancialmente sus características físicas, químicas y bacteriológicas.

Generalmente, las normas sanitarias estipulan que entre el 70 y 80% del agua de abastecimiento que ingresa a un hogar es convertida en agua residual. Este dato nos permite visualizar de manera preliminar el volumen de aguas residuales que se produce en una vivienda o comunidad.

➤ Caracterización de las aguas residuales

Las aguas residuales están compuestas por agua de abastecimiento y por las sustancias que han sido agregadas durante el ciclo de uso del agua potable.

El componente mineral, en términos generales, no causa problemas para la disposición de las aguas, especialmente cuando estos minerales son los mismos que formaron parte integrante del agua de abastecimiento. Cuando el incremento de los compuestos minerales sea de otra índole y se estime que puedan causar problemas, estos deben ser analizados en todos los aspectos.

Las sustancias de naturaleza orgánica, que están en mayor proporción que los minerales, confieren una serie de propiedades indeseables al desecho, especialmente cuando los microorganismos atacan los diversos complejos orgánicos presentes en el agua, estabilizándolos parcialmente o destruyéndolos, generando productos intermedios y finales, que producen malos olores y apariencia física objetable.

Adicionalmente los microorganismos pueden ser patógenos, lo que significa que las aguas residuales pueden ser extremadamente peligrosas para la salud del ser humano.

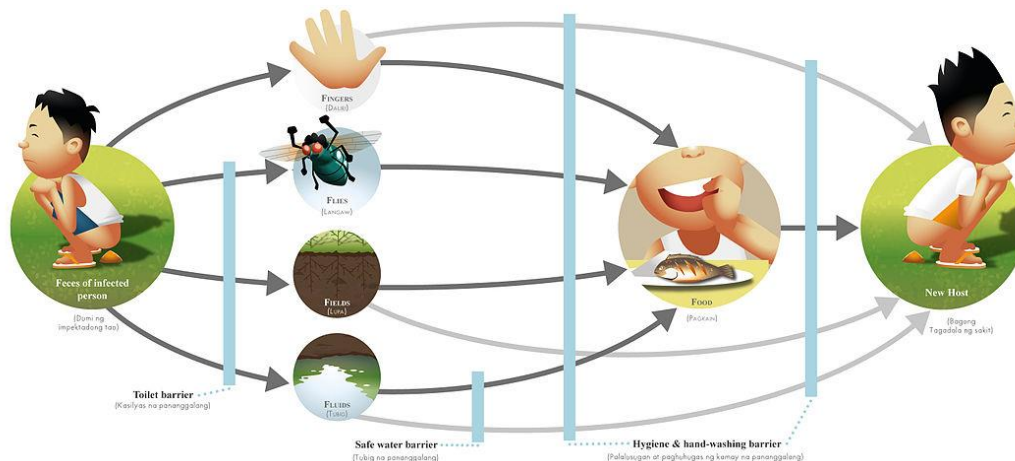
Para lograr una adecuada caracterización de las aguas residuales, se consideran tres aspectos fundamentales: parte física, parte química y parte biológica.



➤ Importancia como transmisores de enfermedades

Las aguas servidas o residuales pueden causar enfermedades tales como la hepatitis, fiebre tifoidea y paratifoidea, cólera, diarrea, poliomielitis amebiasis, helmintiasis, teniasis, etc. Estas y otras enfermedades se producen cuando no existen sistemas para la recolección, conducción, concentración, tratamiento y disposición final de las aguas servidas.

Para evitar el contagio, es necesario romper las vías de transmisión que se generan de diferentes maneras, entre otras, mediante el contacto directo con excretas o a través de vectores como insectos o ratas, y por medio de la contaminación del agua de los alimentos.



Por lo tanto, es muy importante la disposición higiénica, segura y con tratamiento sanitario de las aguas residuales.

Una de las soluciones clásicas para conglomerados humanos sobre todo urbanos, es la construcción de sistemas de alcantarillado sanitario al cual llegan las aguas residuales y que son conducidas para tratamiento o a disposición final, dependiendo en alto grado de las condiciones económicas de la población, y del hecho de realizar o no un tratamiento previo a su descarga final.

En nuestro medio, y para conglomerados urbanos, se opta por el sistema de alcantarillado, sanitario o mixto, y una descarga de las aguas residuales sin ningún tratamiento en un cuerpo receptor.

Por otro lado, en las zonas rurales y urbano-marginales, la solución adoptada es la construcción de letrinas y unidades sanitarias integrales a nivel domiciliario para la disposición de las excretas en el sitio. Esta es una solución individual o muy reducida para uso colectivo, y se adopta por razones técnicas y económicas, puesto que la dispersión poblacional dificulta la construcción de redes de alcantarillado en la mayoría de los casos.

Bibliografía consultada

- **CARE Internacional-Avina.** Programa Unificado de Fortalecimiento de Capacidades. Módulo 6: Sistemas de saneamiento ambiental Cuenca, Ecuador, 2012. Disponible en: http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/sistemas_de_saneamiento_ambiental



UNIDAD 2. SISTEMAS DE DISPOSICIÓN DE EXCRETAS

La disposición inadecuada de las excretas es una de las principales causas de enfermedades intestinales y parasitarias, particularmente en la población infantil y en aquellas comunidades de bajos ingresos, ubicadas en áreas marginales y rurales, donde comúnmente no se cuenta con un adecuado servicio de abastecimiento de agua, ni con instalaciones para el saneamiento. La disposición de excretas tiene como finalidad:

- Proteger las fuentes de agua.
- Proteger la calidad del aire que respiramos y del suelo.
- Proteger la salud de las personas.

Las letrinas sanitarias y Unidades Sanitarias Integrales (USIs), constituyen soluciones para el manejo y la disposición final de excretas, sobre todo en el sector rural, en donde las viviendas están ubicadas de forma dispersa y la distancia entre estas es considerable.

Existen varios tipos de unidades sanitarias (letrinas y USIs) que podrían ser implementadas en determinada localidad dependiendo del nivel de demanda de la población, la condición económica, la disponibilidad de agua, el tipo de suelo, la existencia de materiales en la zona, las costumbres, entre otras.

De cualquier manera, al momento de seleccionar un tipo de solución, se deben tener en cuenta los siguientes aspectos:

- ✓ No contaminar la superficie del terreno.
- ✓ No contaminar las aguas superficiales
- ✓ No contaminar las aguas de pozos, fuentes, drenajes, galerías, etc.
- ✓ No permitir el acceso de moscas y otros animales a las excretas.
- ✓ No exhalar malos olores.
- ✓ Conservar la estética y el entorno local.
- ✓ Deben ser de construcción, operación y mantenimiento sencillos.
- ✓ Los costos deben estar acorde a la economía local.

Letrina

➤ **Concepto.** Lugar destinado a la evacuación de las excretas y a la eliminación del material empleado en la limpieza anal.

➤ **Partes de una letrina** (modelo básico)

Hueco/hoyo/pozo: cavidad de una determinada profundidad que se hace en el suelo para depositar las excretas y material de limpieza anal.

Capa de tierra o terraplén: montículo de tierra apisonada que se acomoda alrededor del brocal hasta llegar al nivel de la losa con la finalidad de proteger al hoyo del ingreso de agua de lluvia.



Brocal: conocido también como anillo de protección de la boca de la letrina. Se ubica en la parte superior del hoyo y se emplea para estabilizar la base del hoyo, sostener firmemente la losa de la letrina, brindar hermeticidad entre el hoyo y el medio ambiente para impedir que el agua de lluvia, insectos y roedores puedan ingresar al interior del hoyo.

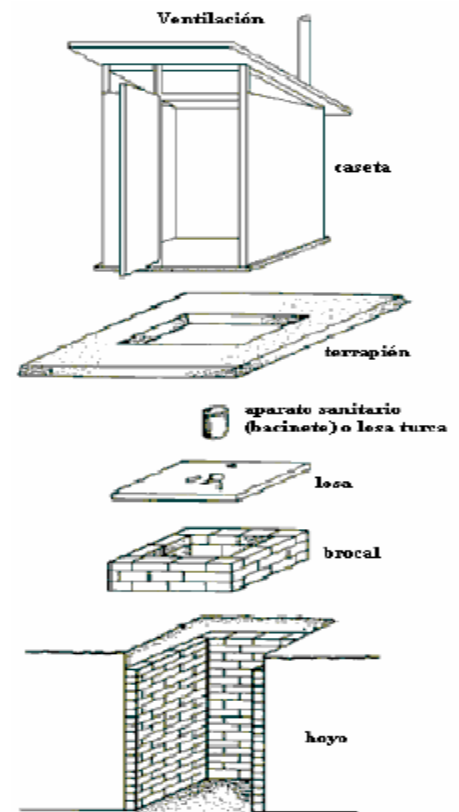
Losa: elemento que cubre el hoyo o cámara, sostiene el tubo de ventilación y soporta al usuario, va instalado sobre el brocal.

Aparato sanitario (también conocido como inodoro o bacinete): destinado a posicionar y brindar comodidad a la persona durante el acto de defecación. Entre los modelos se encuentran:

- Inodoro tipo turco: elemento sanitario o inodoro que consiste en el orificio o agujero ubicado en el piso. No cuenta con asiento o taza.
- Taza sanitaria: elemento constituido por un asiento (que brinda comodidad al usuario) en cuyo interior contiene un sistema de sifón de agua, que impide la salida de olores desagradables desde la cloaca hacia la caseta.

Caseta: obra que permite el aislamiento y privacidad del usuario de la letrina.

Ventilación (en LSV): conducto destinado a la eliminación de los malos olores y controlar el ingreso de insectos que pudieran afectar el buen funcionamiento de la letrina.

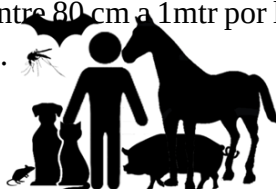


✓ Ubicación y orientación de una letrina

- Se ubicarán en suelos fáciles de excavar y estables.
- Estará ubicada en un lugar no sujeto a inundaciones o invasión de aguas superficiales.
- Situar a una distancia no menor de 15 metros de un pozo o fuente de abastecimiento de agua, en una cota de terreno inferior a las mismas.
- Asegurarse la existencia de napa freática cercana por lo menos a 2m por debajo del fondo de la fosa, a excepción de existencia de acuíferos que por su salinidad u otras características no tengan posibilidad de uso.
- Ubicada en un sitio seco, cercano a la vivienda de preferencia en la parte posterior de la misma a una distancia mínima de 5m.
- La distancia del hoyo a la pared más cercana debe ser de un metro como mínimo.
- La ubicación de la letrina será tal que la dirección del viento no lleve los olores hacia la vivienda.
- La letrina se ubica a una distancia no menor de 5m de la casa.

✓ Aspectos a tener en cuenta para construir una letrina

1. Realizar un hueco u hoyo entre 80 cm a 1mtr por lado y de 1.80 a 2 mtrs de profundidad.
2. Luego hacer la base/brocal.



3. Construir luego la losa, que se colocará sobre la base. Si se puede construir de cemento, mejor, con el fin de que sea resistente y no se filtre al agua de lluvia al hoyo.

4. Seguidamente hacer la caseta y colocar el tubo de ventilación.

5. Por último, hacer el techo (con espacios libres para iluminación, ventilación y si hay posibilidades cerrado con mallas) y colocar la puerta de la letrina.

La duración de la letrina construida con las dimensiones señaladas, durará por lo menos dos a tres años dependiendo de la cantidad de personas que habiten en la vivienda.

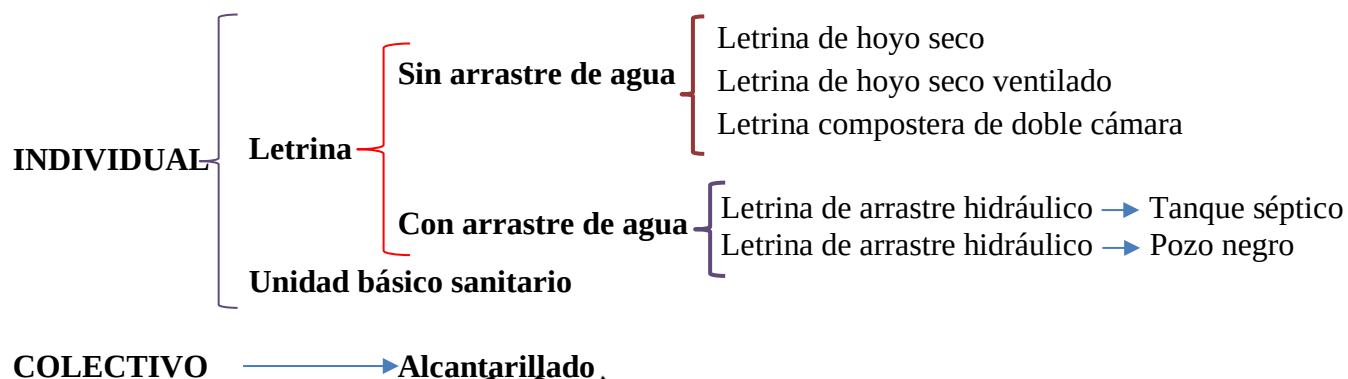
✓ Recomendaciones para el uso, cuidado y mantenimiento de la letrina

- Conservarse limpia y libre de otros desechos (agua de lluvia, alimentos).
- El hoyo debe estar tapado.
- Evitar que los animales domésticos entren.
- Tener cuidado de que la tapa este en buen estado y cuando no se use la letrina, mantener la tapa puesta en el orificio.
- No se debe echar ningún desinfectante ni insecticida al hueco.
- Observar, constantemente que el tubo de ventilación este en buenas condiciones.

➤ Tipos de Letrinas

Letrina de hoyo seco	Construidas en zonas suburbanas y rurales, debe construirse en terreno seco, con buen desagüe, no debiendo contaminar la capa superficial del terreno ni las aguas subterráneas.
Letrina de hoyo seco ventilado	Similar a la anterior, pero con un sistema de ventilación.
Letrina de tanque	Pozo impermeable donde las excretas son utilizadas posteriormente para abono, pero nunca en verduras
Letrina séptica	Es un tanque donde los excrementos sufren una digestión anaeróbica
Letrina química	Es un recipiente que contiene soda caustica donde las excretas son licuadas y estabilizadas
Letrina con agua de arrastre	Pueden ser con agua corriente de arrastre al pozo o, en ciudades importantes, con agua corriente de arrastre a red cloacal

➤ Clasificación



1. Sistemas individuales

1.1. Letrina sin arrastre de agua

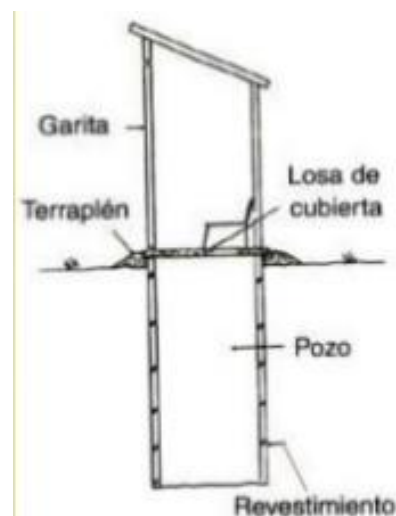
En esta letrina, se construye un pozo para la acumulación de las excretas, estando este ubicado dentro de la caseta, de modo que las excretas caigan directamente a él a través del orificio del bacinete o del piso.

Las primeras experiencias con este tipo de letrina no dieron el resultado esperado, debido a los malos olores producidos y especialmente a la presencia de moscas, por lo que los/as usuarios/as les dieron otros usos, tales como bodegas, depósitos de variados usos o simplemente abandonados.

1.1.1. Letrina de pozo seco

Compuesta de un espacio destinado al almacenamiento de las excretas, del tipo pozo. La losa sirve de apoyo a la caseta, cuenta con un orificio que se utiliza para depositar las excretas o para colocar el aparato sanitario. Este orificio o abertura requiere de una tapa para evitar la proliferación de los malos olores y el ingreso de moscas al interior de la caseta o del pozo.

Los líquidos se infiltran en el suelo circundante y el material orgánico se descompone produciendo: gases que se escapan a la atmosfera o se dispersan en el suelo, líquidos que se infiltran en torno al área de influencia del pozo y un residuo descompuesto (mineralizado) y compacto.



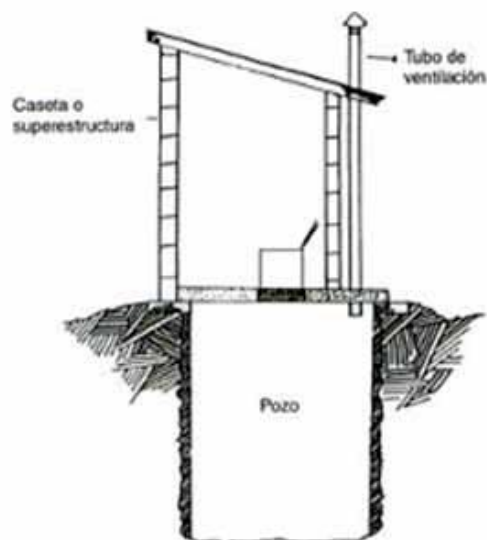
Ventajas	Inconvenientes
• Bajo costo • Puede ser construida por el usuario. • No necesita agua. • Fácil de usar y mantener.	• Molestias considerables debido a las moscas (si el pozo es húmedo) a menos que se tape herméticamente el orificio. • Malos olores • Contamina el ambiente, suelo, agua subterránea

1.1.2. Letrina de pozo seco ventilado

Este tipo de letrina es similar al anterior, con la excepción que la losa lleva un orificio adicional para la ventilación del pozo. Las molestias causadas por las moscas y los olores son reducidas considerablemente a través de la ventilación del pozo.

Este tipo de letrina se debe usar en lugares en los que el abastecimiento de agua a las viviendas se lo hace desde una llave instalada en la casa o se debe transportarla desde un grifo público o desde fuentes naturales.

Se recomienda usar en terrenos de baja permeabilidad, en donde no es posible utilizar las letrinas con arrastre de agua.



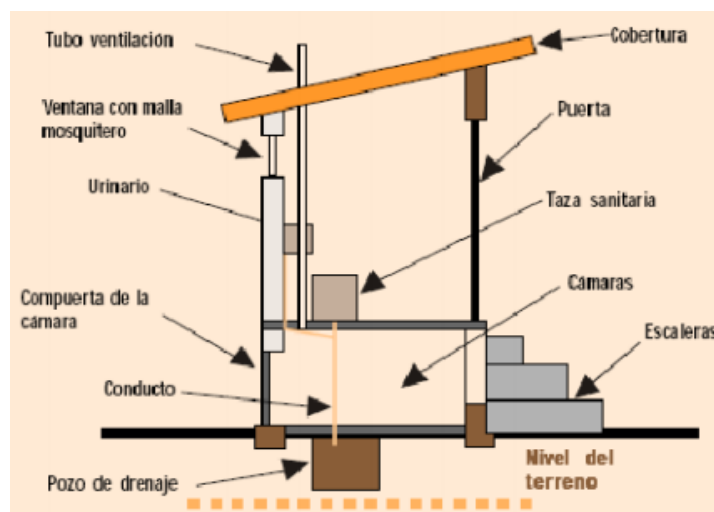
- Se observarán las siguientes recomendaciones generales para este tipo de instalaciones:
- Localizarlas en terrenos secos, libres de inundaciones.
 - Respetar las distancias mínimas hacia las viviendas, pozos de abastecimiento, nivel freático.
 - Ubicarlas adecuadamente respecto a fuentes de abastecimiento de agua.

Ventajas	Inconvenientes
• Bajo costo. • Puede ser construida por usuario. • No necesita agua. • Fácil de usar y mantener.	• No evita presencia de moscas. • Costo adicional de la tubería de ventilación. • El interior debe mantenerse en la oscuridad.

1.1.3. Letrina compostera de doble cámara/letrinas ecológicas

En este tipo de letrina, las excretas son aisladas en una cámara en donde son sometidas a una descomposición anaerobia, durante un tiempo mayor al de sobrevivencia de los organismos patógenos. Luego de este proceso las excretas pueden ser empleadas como fertilizante de suelo sin mayor peligro para la salud.

Se recomienda una vigilancia adecuada del uso de este material. Cuando una cámara en uso se llena, la otra será vaciada del material ya estabilizado, iniciando un nuevo ciclo de uso, la cámara llena debe ser cerrada con las facilidades creadas para este fin.



Cuando se emplee este tipo de letrinas, que deberán ser construidas cuando no es posible la utilización de otro tipo, por ejemplo, con arrastre o sin arrastre de agua de un solo pozo, es imprescindible dar la debida atención a la educación sanitaria de los/as usuarios/as de tal modo que aprendan el manejo del lodo acumulado cuando deba ser extraído de la cámara.

El tratamiento o aislamiento de la cámara llena durará entre ocho meses a un año.

Para el dimensionamiento del tamaño de los pozos de recepción-fermentación, se debe considerar los factores:



- Permeabilidad de las superficies internas de la cámara.
- Tiempo de fermentación.
- Número de usuarios/as.

Ventajas	Inconvenientes
• No necesita agua para funcionar. • Se produce compost útil para la agricultura.	• Es indispensable utilizar con cuidado • El sistema de lotes, la orina ha de recogerse por separados. • Requiere mayor capacitación para su uso y mantenimiento

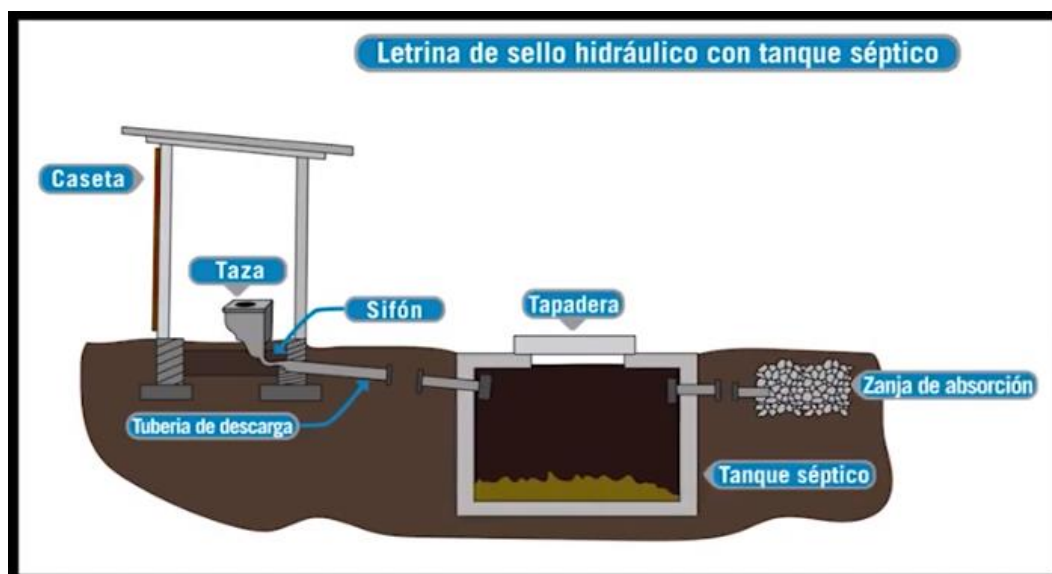
1.2. Letrina con arrastre de agua

La letrina con arrastre de agua o arrastre hidráulico es aquella que emplea agua para arrastrar las excretas desde el aparato sanitario hasta el lugar donde serán almacenadas y/o tratan (fosa séptica, hoyo o pozo ciego).

1.2.1. Letrina de arrastre hidráulico con tanque séptico

La letrina de arrastre hidráulico con tanque séptico se caracteriza por contar con un sifón que actúa como cierre hidráulico e impide el paso de insectos y olores desagradables del tanque séptico al interior de la caseta de la letrina. Este sistema requiere entre 2 a 4 litros de agua para el arrastre de las excretas.

El tanque séptico y la letrina están conectados por una tubería de longitud variable de 3 a 5 metros. La losa turca o inodoro queda instalado en el suelo de la caseta y puede ser construida en el interior de la casa o patio.



Ventajas	Inconvenientes
• Elimina malos olores. • El contenido de pozo no es visible. • Es tan cómoda como un inodoro para los usuarios. • La tasa queda apoyado en el suelo. • La letrina puede estar dentro del patio. • No contamina el suelo, ni aguas subterráneas.	• Hay que tener la seguridad de que se dispondrá de agua, aunque sea en cantidad limitada.

A. Tanque séptico

Cámara de sedimentación subterránea a la cual las aguas residuales no tratadas llegan a través de tuberías desde las instalaciones de saneamiento de la vivienda.

Este sistema individual de tratamiento de aguas residuales se emplea en:

- ➔ Hogares de zonas residenciales poco pobladas
- ➔ Ciudades donde no existe acceso a sistemas colectivos de tratamiento
- ➔ Utilizado también para el tratamiento de efluentes provenientes de instituciones como escuelas y hospitales de pequeñas comunidades.

Generalidades

Es un sistema de tratamiento apropiado para lugares donde se cuenta con abastecimiento domiciliario de agua (cañería); donde el agua llega en forma permanente y suficiente.

Puede recibir tanto el agua con las excretas (aguas negras) como aquella proveniente de cocinas y baños (aguas grises).

Es un sistema que utiliza la capacidad que tiene el suelo para absorber. Por lo tanto, su buen funcionamiento depende de que el tanque sedimentador cumpla apropiadamente con la retención de los sólidos más pesados y de las grasas, así como de que los terrenos donde se colocan estos sistemas de tratamiento tengan la capacidad de permitir que se infiltre el agua.

Ventajas	Inconvenientes
• Es tan cómodo como un sistema convencional de alcantarillado para los usuarios. • Mayor durabilidad.	• Mayor costo. • Se necesita agua. • Es necesario retirar lodo periódicamente

El sistema de tratamiento para este sistema se describe en la unidad 3 (sección tratamiento domiciliario y colectivo) de este manual.



B. Cámara de pozo negro

Las aguas residuales de las viviendas pueden acumularse en depósitos de mayor tamaño denominados pozos negros. Estos se construyen debajo o cerca de las letrinas, denominados como cámaras en los que se acumulan las excretas hasta su extracción manual o mediante camiones cisternas aspiradores.

Ventajas	Inconvenientes
• Es satisfactorio para los usuarios	• Elevado costo de construcción y/o por el recojo de lodos. • La eliminación manual representa incluso mayores riesgos de salud que las letrinas.

1.3. Unidad Básica Sanitaria

También conocido como Unidad Sanitaria Integral (USI), que considera un espacio físico más amplio, para instalar en su interior un inodoro o bacinete, un lavabo y una ducha. Puede utilizarse cualquier material para su construcción (ladrillo, bloque, adobe, caña, etc.), lo importante es generar un espacio interior más amplio y confortable.

2. Sistemas colectivos

Alcantarillado sanitario: Sistema de disposición de residuos líquidos, conformado por una red de colectores (normalmente tuberías), que recolectan las aguas servidas de las viviendas y las conducen hasta un sistema de depuración y/o cuerpo receptor.

Ventajas	Inconvenientes
• El usuario no debe preocuparse de lo que ocurre después de descargar el inodoro. • No representa ninguna molestia cerca de la casa.	• Mayor costo de construcción. • Para la construcción, funcionamiento y el mantenimiento es necesario una infraestructura eficiente. • Se precisa agua corriente y abundante

Bibliografía consultada

- OPS, 2003. Especificaciones técnicas para el diseño de letrinas ventiladas de hoyo seco. Disponible en: https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/UNATSABAR%202003.%20Especificaciones%20T%C3%A9cnicas%20para%20el%20Dise%C3%B1o%20de%20Letrinas.pdf
- Ecuador 2016. Soluciones individuales de saneamiento en sectores afectados por el terremoto en las provincias de Manabí y Esmeraldas. Disponible en: <https://reliefweb.int/report/ecuador/soluciones-individuales-de-saneamiento-en-sectores-afectados-por-el-terremoto-en-las>
- Rosales Escalante, Elías. Tanques sépticos. Conceptos teóricos base y aplicaciones. Tecnología en Marcha. Vol. 18 N.º 2 Especial. Disponible en: <file:///D:/USER/Downloads/Dialnet-TanquesSepticosConceptosTeoricosBaseYAplicaciones-4835597.pdf>
- Contreras Huanacuni, E. L. 2015. Evaluación y planteamiento de propuesta de diseño sostenible de letrinas en el centro poblado de Huarahuarani – Ilave. Universidad Nacional de Altiplano, Facultad de Ingeniería Agrícola. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4611>



UNIDAD 3. TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN FINAL

Disposición en el agua y en el suelo

La descarga de las aguas residuales debe ser hecha en forma tal que no cause ningún tipo de problema, ni social, ni ecológico, ni económico.

Una descarga sin control puede disminuir o anular la posibilidad de uso de las masas hídricas o de las tierras en las que se vierten las aguas residuales, dañando sensiblemente la fauna acuática y modificar sus condiciones sanitarias, alterar las condiciones físicas, químicas o bacteriológicas, al punto de limitar su empleo como fuente de abastecimiento, explotación o recreación en el caso de masas hídricas, o de su uso agrícola, en el caso de terrenos.

Existen dos medios de disposición de las aguas residuales:

Disposición en las masas de agua, que comprende:

- Disposición en masas móviles: ríos, riachuelos, quebradas, etc.
- Disposición en masas más o menos estacionarias: lagos, lagunas, embalse y océano.

Disposición en el suelo, que a su vez puede ser:

- Disposición en la superficie del suelo: irrigación y escorrentía superficial
- Disposición en el subsuelo.

Todas estas disposiciones deben seguir determinadas regulaciones que tienen que ver con algunos factores relacionados, a su vez, con aspectos ecológicos, sociales y económicos.

Clasificación de los métodos de tratamiento de aguas residuales

El tratamiento de las aguas residuales es clasificado normalmente en:

✓ **Tratamiento preliminar o pre- tratamiento.** Incluye procesos de eliminación de los constituyentes de las aguas residuales cuya presencia puede provocar problemas de mantenimiento y funcionamiento de los diferentes procesos, operaciones y sistemas auxiliares. Ejemplo de estos son: eliminación de sólidos gruesos y trapos, flotación para la eliminación de grasas y aceites, desarenado para la eliminación de materias en suspensión, etc.

✓ **Tratamiento primario.** Contempla el uso de operaciones físicas tales como la sedimentación y desbaste para la eliminación de sólidos sedimentables y flotantes presentes en las aguas residuales. Los sólidos removidos en el proceso tienen que ser procesados, su disposición final puede ser tanques sépticos y tanque de flotación.

✓ **Tratamiento secundario.** Incluye procesos químicos y biológicos. Entre los procesos químicos, la desinfección es incluida en la definición de un tratamiento secundario convencional. Los procesos biológicos que presentan una eficiencia de remoción de DBO (demanda bioquímica de oxígeno) soluble mayor al 80% pueden ser los de biomasa en suspensión o biomasa adheridas, e incluye los siguientes sistemas: Lagunas de estabilización, lodos activados, filtros biológicos y módulos biológicos.



✓ **Tratamiento terciario**, llamado también “**avanzado**”, se basa en combinaciones adicionales de procesos y operaciones unitarias para remover otros constituyentes, tales como nitrógeno y fósforo, que son compuestos tóxicos que no han sido reducidos significativamente durante el tratamiento secundario.

El tratamiento en el suelo, ahora más comúnmente llamado “**sistemas naturales**”, combina mecanismos de tratamiento físico, químico-biológico, y produce agua con una calidad similar o mejor que la de un tratamiento terciario o avanzado.

Procesos complementarios

Tratamiento de los lodos: tiene por objeto reducir el contenido de agua de los lodos provenientes de los procesos señalados. Se incluyen sólidos flotantes, lodos químicos y excesos de materiales biológicos.

Disposición de los lodos: una vez tratados y espesados se transportan a lugares en donde puedan enterrarse o incinerarse.

Disposición de los líquidos tratados: los efluentes de las plantas de tratamiento pueden disponerse en alguna de las formas:

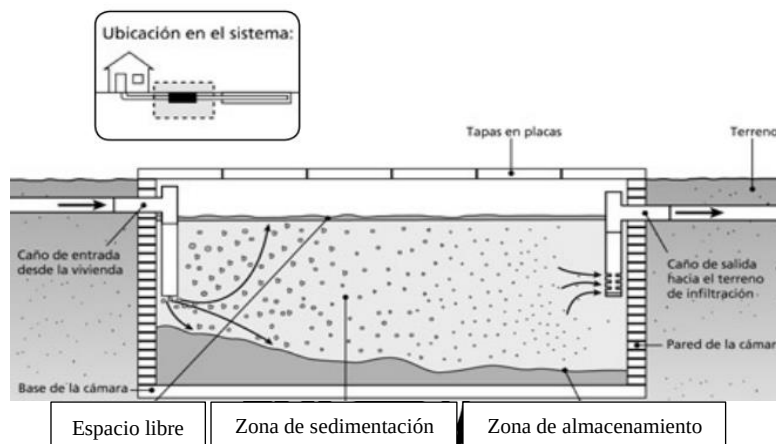
- En cuerpos receptores de agua, tales como ríos, lagos, embalses o en el mar.
- Por riego superficial en la tierra.
- Por inyección en pozos profundos.

1. Tratamientos domiciliarios y colectivos

El tratamiento consta de tres etapas:

La **primera**, que se realiza en el tanque séptico, el cual es un sedimentador de las partes gruesas que van al fondo y donde las partículas livianas y las grasas se acumulan en la parte superior. En el tanque, al darse la acumulación de partículas, se desarrolla un tratamiento primario, y al darse una primera descomposición de la materia, por las condiciones anaerobias y la biodigestión lograda, se entra en lo conocido como un avance de una siguiente etapa biológica de tratamiento (tratamiento secundario).

En estos tanques se definen varias capas. La zona de almacenamiento, en el fondo, sitio para la acumulación de los sólidos o lodos; en el tramo intermedio (zona de sedimentación) se ubican los líquidos con materia orgánica disuelta, sobre estos se encuentran las grasas o natas y por último se tiene el espacio libre apropiado para que se ubiquen los gases producidos por el proceso anaerobio de descomposición de la materia.



El material sedimentado (los sólidos) forma una capa de lodos o fango en el fondo del depósito, que degrada biológicamente por el tiempo de permanencia y la acción de los microorganismos. Es un producto que debe extraerse periódicamente.

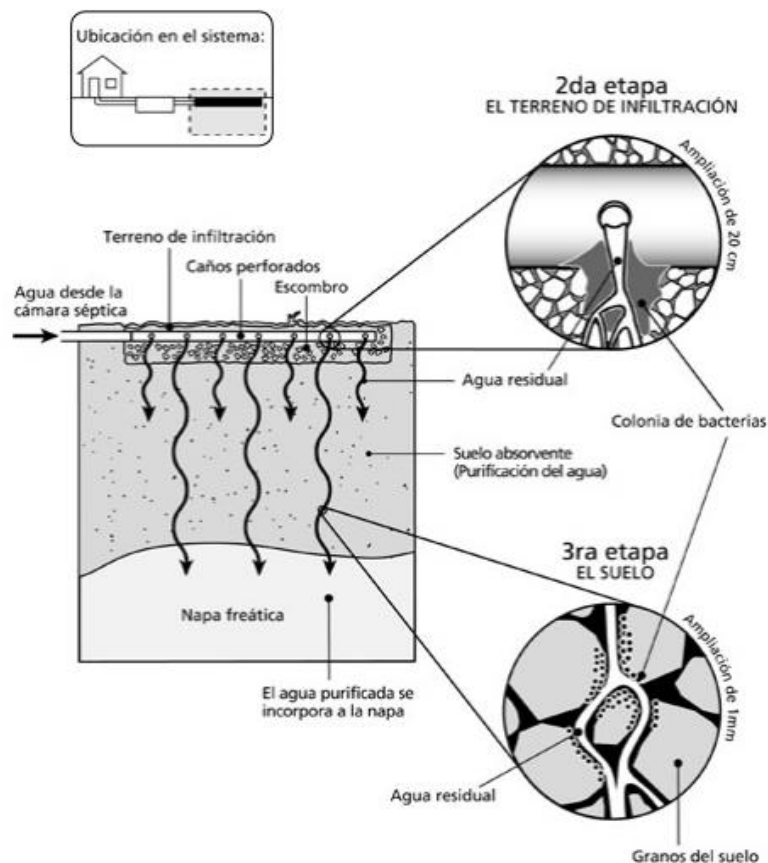
Los lodos son los sólidos que se han separado de las aguas contaminadas, y que por lo general se depositan en el fondo de los sistemas de tratamiento integrados a cantidades de agua que ahora forman parte de su consistencia. Los lodos son una masa acuosa, semilíquida. Por su concentración de materia y de bacterias, en la mayoría de los casos, son más contaminantes que las mismas aguas 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, otros, de origen grasoso, son livianos y flotan como “natas” sobre las zonas o capas antes mencionadas.

La **segunda** etapa en la que se cumple con el drenaje.

El agua residual que sale de la cámara séptica pasa y se distribuye por el terreno de infiltración. Este consiste en una red de caños perforados, colocados en zanjas rellenas con material poroso (que puede ser grava, escombros o piedra partida) y tapadas con tierra. El agua sale por las perforaciones de los caños y pasa a través del material de relleno donde colonias de microorganismos absorben y digieren los contaminantes. Finalmente llega al fondo de las zanjas y penetra en el suelo.

La **tercera** etapa se realiza en el suelo, el que funciona como un filtro que retiene y elimina partículas muy finas. La flora bacteriana que crece sobre las partículas de tierra, absorbe y se alimenta de las sustancias disueltas en el agua. Después de atravesar 1,20 m de suelo, el tratamiento del agua residual se ha completado y se incorpora purificada al agua subterránea.



2. Tratamiento colectivo. Plantas de tratamiento de aguas residuales (ver material de la página de la catedra: Tratamiento de aguas residuales, capítulo IV).

Bibliografía consultada

- **CARE Internacional-Avina.** Programa Unificado de Fortalecimiento de Capacidades. Módulo 6: Sistemas de saneamiento ambiental Cuenca, Ecuador, Enero de 2012. Disponible en:

http://siar.minam.gob.pe/puno/sites/default/files/archivos/public/docs/sistemas_de_saneamiento_ambiental

- **Contreras Huanacuni, E. L. 2015.** Evaluación y planteamiento de propuesta de diseño sostenible de letrinas en el centro poblado de Huarahuarani – Ilave. Universidad Nacional de Altiplano, Facultad de Ingeniería Agrícola. Disponible en: <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/4611>

