

Lineamientos generales para selección e instalación de
**Sistemas de Tratamiento Individual de Aguas
Residuales Ordinarias**



Lineamientos generales para selección e instalación de

**Sistemas de Tratamiento Individual de Aguas
Residuales Ordinarias**

Lineamientos generales para selección e instalación de Sistemas de Tratamiento Individual de Aguas Residuales Ordinarias

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
El Salvador, Centroamérica

Fernando Andrés López Larreynaga

Ministro de Medio Ambiente y Recursos Naturales

Dirección General de Seguridad Hídrica

Gerencia de Monitoreo y Control de Aguas Residuales

Edición y diseño

Gerencia de Comunicaciones y Educación Ambiental

Este documento puede ser reproducido todo o en parte, reconociendo los derechos del Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales
Kilómetro 5½ carretera a Santa Tecla, calle y colonia Las Mercedes, San Salvador,
El Salvador, Centroamérica.

Teléfono: (503) 2132-6276

Sitio web: www.ambiente.gob.sv

Facebook: Ministerio de Medio Ambiente

Correo electrónico: medioambiente@ambiente.gob.sv

Twitter: @MedioAmbienteSV

Youtube: /medioambientesv

Instagram: @medioambientesv

Contenido

Objetivo	6
Alcance	6
Legislación	6
Definiciones	7
1. Sistemas de Tratamiento Individual	10
2. Criterios técnicos generales para la selección de sistemas individuales	11
3. Naturaleza del establecimiento	12
3.1. Proyectos	12
3.2. Tipos de proyectos y condiciones para la aplicación de sistemas de tratamiento individual de aguas residuales de tipo ordinario	12
3.3. Entorno del lugar	15
3.4. Determinación del sistema de tratamiento individual para viviendas y quintas familiares según las condiciones del terreno	27
3.5. Pruebas técnicas para selección de sistema de tratamiento individual	29
4. Criterios constructivos del sistema de tratamiento individual	30
4.1. Diseño de unidades de tratamiento	30
4.1.1. Trampa de grasa	31

4.1.2. Tanque Séptico	33
4.2. Sistemas tratamiento individual prefabricados	37
4.2.1. Sistemas de tratamiento individual enterrado	37
4.3. Sistema de tratamiento individual prefabricado superficial	43
4.4. Sistemas de infiltración al suelo	43
4.4.1. Zanjas de infiltración	43
4.4.2. Zanja de infiltración superficial	48
4.4.3. Pozo de absorción	49
4.4.4. Zanja de arena filtrante	53
4.5. Sistemas de tratamiento individual sin arrastre de agua	57
4.5.1. Letrina abonera	57
4.5.2. Letrina solar	58
5. Reúso de agua residual tratada	59
Referencias	59
Anexo 1. Esquemas de unidades de sistemas de tratamiento de aguas negras individuales	60
Anexo 2. Tablas de velocidad de infiltración en terreno y procedimiento para pruebas de infiltración	73

Objetivo

Proponer alternativas de sistemas de tratamiento individual para aguas residuales ordinarias en zonas donde no se cuente con alcantarillado sanitario o la alternativa de descargar a medio receptor, abordando además los criterios técnicos del sitio para la selección de dichos sistemas.

Alcance

Este documento está dirigido a proyectos de viviendas, quintas exclusivamente habitacionales y otros de interés social como escuelas, delegaciones, unidades de salud y proyectos habitacionales que requieren de sistemas individuales para tratamiento de sus aguas residuales ordinarias, en zonas donde por su ubicación, factores de conservación ambiental, situación del alcantarillado sanitario, acceso a medio receptor o no viabilidad de reúso de agua tratada, se deba optar por un sistema de tratamiento individual de aguas negras como alternativa de saneamiento.

Se exceptúan de los presentes lineamientos, las aguas residuales generadas en las industrias, agroindustria, proyectos urbanísticos, comerciales, hoteles, restaurantes y quintas con fines lucrativos. Por las características de su actividad, dichos proyectos deberán instalar un sistema de tratamiento de aguas residuales conformado por unidades de tratamiento primario, secundario y terciario, donde la calidad del efluente sea apta para la aplicación de reúso del agua residual tratada tomando como referencia los lineamientos técnicos vigentes.

De la misma forma se establecen lineamientos que serán aplicables en Áreas Naturales Protegidas, zonas costeras o inundación.

Legislación

Con base al artículo 35 de la Ley General de Recursos Hídricos, que dicta al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales como competente al subsector saneamiento, de conformidad a la normativa de cada institución se ha elaborado los presentes lineamientos, considerando, además, la Ley del Medio Ambiente y sus Reglamentos que velan por la protección de los recursos naturales, y establecen a la vez, procedimientos administrativos a seguir por parte de los titulares de proyectos, como lo es la Resolución de Permiso Ambiental para estos. También se han establecido, las directrices generales de saneamiento para protección de las Áreas Naturales Protegidas, con relación y en atención al Decreto n.º 579, Ley de Áreas Naturales Protegidas.

Definiciones

Acuífero: Cuerpo de agua subterránea existente en formaciones geológicas hidráulicamente conectadas entre sí, por las cuales circulan o se almacenan las aguas del subsuelo.

Aguas grises: Aguas generadas por las actividades de los seres humanos, provenientes de lavamanos, duchas, lavatrastos, lavaderos de ropa, lavadoras eléctricas de ropa, entre otros.

Aguas negras: Aguas generadas por los seres humanos que poseen contenido fecal, proveniente del servicio sanitario.

Agua residual: Agua que ha recibido un uso y cuya calidad ha sido modificada por la incorporación de agentes contaminantes resultante de cualquier uso, las cuales son de dos tipos: ordinario y especial.

Alcantarillado sanitario: Conjunto o sistema de obras, instalaciones y servicios que tienen por objeto la evacuación y disposición final de las aguas residuales; comprende las alcantarillas sanitarias con sus pozos de visita; los colectores maestros y de descarga, sistemas de tratamiento y obras de descarga. Incluye: acometida domiciliar, colector terciario, colector secundario, colector primario, colector interceptor, colector emisario, caja de registro, subcolectores, obras, accesorios, tuberías o conductos generalmente cerrados y de descarga que conducen aguas ordinarias, especiales o ambas, planta de tratamiento y obras de descarga.

Autorización: Para efectos del ámbito de aplicación del presente documento se define como acto administrativo por medio del cual el Estado concede las autorizaciones de construcción o instalación de sistemas individuales para tratamiento de aguas residuales de tipo ordinario acorde a la actividad, condiciones de sitio y suelo, el cual no podrá ser utilizado para otro uso distinto al autorizado.

Biodigestor: Recipiente o tanque (cerrado herméticamente) que se carga con residuos orgánicos. En su interior se produce la descomposición de la materia orgánica para generar biogás, un combustible con el cual se puede cocinar, calentar agua y producir energía eléctrica.

Carga contaminante: Cuantificación de aquellas sustancias que contiene el agua y que cambian las condiciones físicas, químicas o biológicas, ya sea en forma individual o asociada.

Caudal: En el ámbito de aplicación del presente documento, se define como volumen de agua por unidad de tiempo

Dotación: Cantidad de agua potable asignada a cada habitante para satisfacer sus necesidades personales en un día promedio por año.

Establecimiento: Toda aquella infraestructura destinada a actividades cuyo caudal de generación de aguas residuales ordinarias no supere los valores establecidos en la Tabla 2 del presente documento.

Infiltración: Acción de introducir suavemente aguas residuales ordinarias tratadas en un sistema individual en el subsuelo.

Lodos: En el ámbito de aplicación del presente documento se define como residuo sólido, semisólidos, provenientes de sistemas de tratamiento individual de aguas residuales.

Lodos sépticos: Lodo ordinario que se conforma de materiales sólidos o semisólidos removidos de pozos o tanques sépticos, sanitarios portátiles, aparatos marinos, sanitarios o cualquier sistema similar que recibe sólo excretas y aguas ordinarias.

Medio receptor: Río, quebrada, lago, laguna, embalse, mar, estero, manglar, pantano, donde se vierten aguas residuales tratadas, excluyendo el sistema de alcantarillado y el suelo.

Permiso Ambiental: Acto administrativo por medio del cual el Ministerio de Medio Ambiente de acuerdo a la Ley del Medio Ambiente y sus Reglamentos, a solicitud del titular de una actividad, obra o proyecto, autoriza a que estas se realicen, sujetas al cumplimiento de las condiciones que este acto establezca.

Nivel freático o manto freático: Es la profundidad del agua subterránea, medida en forma vertical a partir de la superficie terrestre.

Sistema de tratamiento o planta de tratamiento: Conjunto de procesos físicos, químicos o biológicos, que se aplican tanto al agua residual como a los lodos residuales, con el fin de mejorar la calidad y cumplir con la normativa vigente.

Prueba de infiltración: Ensayo que permite determinar la capacidad de absorción del suelo para un punto específico.

Proyecto: Conjunto planificado de actividades u obras destinadas a la producción de bienes o servicios con propósitos comerciales, industriales o sociales, delimitado en un área de intervención específica. En el contexto del presente documento será utilizado de manera equivalente a las “actividades, obras o proyectos” establecidas por la Ley.

Pozo somero o artesanal: Pozo excavado cuya profundidad total puede llegar hasta quince metros y que se encuentra capturando agua subterránea contenida en un acuífero libre.

Pozo profundo: Pozo perforado o excavado cuya profundidad total sea superior a quince metros, ya sea que capture agua de acuífero libre, confinado, semiconfinado o una combinación de ellos.

Reúso o aprovechamiento de aguas residuales tratadas: Aprovechamiento de un efluente de agua residual tratada antes o en el lugar de su descarga, que cumple con los niveles de calidad para cada uno de los usos previstos reglamentariamente, tomando en cuenta la protección al ser humano, medio ambiente y los diferentes procesos productivos.

Sistemas de tratamiento individuales prefabricados: Aquellos sistemas consistentes en tanques sépticos, procesos anaeróbicos o aeróbicos prefabricados en plásticos, fibra de vidrio u otros materiales impermeables contruidos en serie.

Sistema de tratamiento individual de aguas negras y grises con infiltración al suelo: Obra sanitaria constituida por diferentes componentes, cuyo apropiado funcionamiento permite el tratamiento de aguas negras y grises, cumpliendo con las condiciones y requisitos establecidos en el presente documento, el cual se instala en cada vivienda o establecimiento. La infiltración al suelo deberá ser acorde a las condiciones establecidas en este lineamiento.

Tanques sépticos: Son dispositivos de tecnología sanitaria, constituidos por un artefacto de dos o más cámaras, que permiten el tratamiento primario de las aguas negras y grises, reduciendo su contenido de sólidos en suspensión, tanto sedimentables como flotantes, previo a su descarga en zanjas de infiltración o pozos de absorción.

Titular generador: Toda persona natural o jurídica, pública o privada, que genere aguas residuales o lodos residuales, quienes deben cumplir con las obligaciones establecidas en la Ley del Medio Ambiente y sus Reglamentos.

Titular gestor: Toda persona natural o jurídica, pública o privada, que se dedique al uso, reúso, recolección, almacenamiento, reciclaje, comercialización, transporte, realice tratamiento, coprocese, disponga y confine, según corresponda, aguas residuales o lodos residuales, quienes deben cumplir con las obligaciones establecidas en la Ley del Medio Ambiente y sus Reglamentos.

Titular o titulares de actividades, obras y proyectos: Propietarios del proyecto, de la obra o de la infraestructura, y por consiguiente son estos quienes deben cumplir con las obligaciones establecidas en la Ley del Medio Ambiente y sus Reglamentos.

Trampa para grasas: Es un componente del sistema que sirve para separar y retener las grasas contenidas en las aguas grises, que provienen fundamentalmente de lavatrastos y lavaderos, junto con los residuos de alimentos y aseo personal, que deben eliminarse en una etapa previa, para evitar su interferencia en los procesos de depuración posteriores.

Trampa para sólidos: Es un componente del sistema de tratamiento individual de aguas negras y grises que se debe instalar previo al ingreso de las aguas grises al tratamiento primario o secundario, siendo su función retener y separar la mayor parte de los desechos sólidos presentes en las aguas grises.

1. Sistemas de Tratamiento Individual

El sistema de tratamiento individual de aguas negras y grises más utilizado en el país es el sistema de fosa séptica, que incluye a través de procesos físicos, la separación de las grasas, el tratamiento de aguas negras y disposición de líquidos provenientes del tanque séptico y de la trampa para grasa.

Los elementos que componen este sistema son los siguientes: trampa para grasa, tanque séptico y sistema de infiltración (pozo de absorción, campo de riego o zanja de infiltración y zanja de arena filtrante). Sin embargo, se describirán otras alternativas que pueden utilizarse en algunas situaciones donde la impermeabilidad del suelo o el nivel freático no permiten el uso de estas, es decir en situaciones cuando no sea viable los sistemas de tratamiento individuales convencionales, optando por sistemas de tratamiento superficiales ya diseñados como biodigestores. Como última opción se presentan las alternativas sin arrastre de agua, que mediante su buen manejo estabilizan las excretas para usarse en mejorador de suelos.

Los sistemas de tratamiento individuales son una excelente alternativa de saneamiento para la disposición de excretas y aguas grises para aquellas zonas donde no existe un alcantarillado sanitario, por condiciones del lugar o que no se pueda disponer las aguas residuales en medio receptor por requerimiento de tratamiento más avanzados.

Entre las alternativas de sistemas de tratamiento individual con arrastre de agua tenemos:

- Fosa séptica con pozo de absorción
- Fosa séptica con zanja de arena filtrante con pozo de absorción.
- Fosa séptica más campo de riego o zanja de infiltración

Entre los sistemas de tratamiento individual con arrastre de agua prefabricado superficial, se clasifican:

- Los biodigestores
- Fosas sépticas

Entre las alternativas de sistemas de tratamiento individual sin arrastre de agua tenemos:

- Letrina abonera seca familiar
- Letrina solar

2. Criterios técnicos generales para la selección de sistemas individuales

A continuación, se describen los criterios técnicos a considerar durante la selección del sistema de tratamiento individual idóneo, debiendo analizar criterios según característica del establecimiento, características del sitio donde se ubica la vivienda y criterios de selección de sistema de tratamiento individual según las condiciones del terreno. Siendo el orden siguiente de selección:

1. Determinación del sistema de saneamiento a utilizar según el entorno del lugar y naturaleza del establecimiento.
2. Determinación del sistema de tratamiento individual para viviendas y quintas familiares.

Determinación del sistema de saneamiento según el entorno del sitio y naturaleza del establecimiento

3. Naturaleza del establecimiento

3.1. Proyectos

Los proyectos hoteleros, restaurantes, urbanizaciones, industria, agroindustria y similares no podrán utilizar sistemas de tratamiento individual de fosa séptica más sistemas de infiltración al suelo. Dichos sistemas individuales son tratamiento primario y presentan una eficiencia de 20-30 % (Agence de l'Eau Rhin-Meuse, 2007) en los parámetros de DBO5 y DQO lo cual es una eficiencia baja. Puesto que las eficiencias no son suficientes para las cargas contaminantes de las aguas residuales con media o alta carga contaminante, se consideran ambientalmente inviables.

Los proyectos antes mencionados deberán presentar al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales el formulario de permiso ambiental que contemple la propuesta de saneamiento requerida en los presentes lineamientos, estableciendo una planta de tratamiento de aguas residuales, priorizando el reúso del agua residual tratada, tal como está definido en la Tabla 1.

3.2. Tipos de proyectos y condiciones para la aplicación de sistemas de tratamiento individual de aguas residuales de tipo ordinario

Para las viviendas o quintas familiares se realizará la viabilidad de los sistemas de saneamiento, iniciando el análisis de la alternativa más viable, conforme a lo establecido en las tablas 1, 2, 3, 4, 5 y 6 de los presentes lineamientos y los diagramas de flujo de las figuras 1, 2, 3 y 4. Los sistemas individuales para los proyectos en general, estarán restringidos por caudal o por criterio constructivo, dichos criterios han sido calculados según el documento Normas técnicas para abastecimiento de agua potable y alcantarillado de aguas negras de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados, (ver Tabla 1); conforme a lo establecido en la tabla 2 de los presentes lineamientos; si un proyecto sobrepasa dicho límite, deberá contemplar alternativas de tratamiento más avanzadas que tengan una eficiencia mayor al 80-90 % de remoción de DQO y DBO5.

De igual forma en la Tabla 2 se establecen los tipos de proyectos que contemplan la aplicación de sistemas de tratamiento individual en función del caudal de generación de agua residual de tipo ordinario, además, se establecen las competencias institucionales para el otorgamiento de las autorizaciones de sistemas individuales, ya sea por parte del Ministerio de Salud o el Ministerio de Medio Ambiente.

Tabla 1. Dotación de consumos de agua por tipo de proyecto

Tipo	Dotación	Unidades
Dotación total urbana >=	220	L/p/día
Locales comerciales	20	L/m ² /día
Hoteles	500	L/hab/día
Pensiones	350	L/hab/día
Restaurantes	50	L/m ² /día
Escuelas		
Externos	40	L/alumno/día
Internados	200	L/p/día
Personas no residentes	50	L/p/día
Clínicas		
Médicas	500	L/consultorio/día
Vivienda		
Mínima	80	L/p/día
Otros		
Mercados, puestos	15	L/m ² /día
Cines, teatros	3	L/asiento/día
Oficinas	6	L/m ² /día
Bodegas	20	L/m ² /día
Estacionamientos	2	L/m ² /día

Fuente: Tabla de Consumos Específicos de Normas Técnicas para Abastecimiento de Agua Potable y Alcantarillados de Aguas Negras. ANDA (2014).

Tabla 2. Caudal de generación de aguas residuales de tipo ordinario por tipo de proyecto para autorización de sistemas de tratamiento individual por parte del Ministerio de Salud o Ministerio de Medio Ambiente.

Tipo de proyecto o establecimiento	Caudal máximo permitido de agua residual de tipo ordinario para aplicar sistema de tratamiento individual	Institución que emitirá autorización
Centros educativos públicos o privados Unidades de Salud Mercados	Hasta 15,000 L	Ministerio de Salud
	15,000.01-20,000 L/día **	Ministerio de Medio Ambiente
Puestos policiales, militares y/o de control	<= 10,000 L/día	Ministerio de Salud
	> 10,000 L/día - 20,000 L/día**	Ministerio de Medio Ambiente
Proyectos de abastecimiento agua y saneamiento, más de 50 viviendas*	Hasta 20,000 L/día **	Ministerio de Medio Ambiente
Proyectos habitacionales de más de 10 de viviendas	Hasta 20,000 L/día**	Ministerio de Medio Ambiente
Proyectos de abastecimiento agua y saneamiento, máximo 50 viviendas*	Hasta 10,000 L/día	Ministerio de Salud
Proyectos exclusivamente habitacionales, menores a 10 viviendas	<= 10,000 L/día **	Ministerio de Salud
Otros proyectos no listados en esta tabla	<= 10,000 L/día **	Ministerio de Salud

Fuente: Elaboración propia con base en "Guía técnica sanitaria para la instalación y funcionamiento de sistemas de tratamiento individuales de aguas negras y grises" (MINSAL, 2009), y coordinación interinstitucional entre Ministerio de Salud y Ministerio de Medio Ambiente.

*: Los proyectos de abastecimiento de agua, saneamiento y/o habitacionales podrán instalar sistemas individuales de tratamiento en cada una de las casas, siempre y cuando se reúnan las condiciones de área establecidas para la instalación del sistema (ver Tabla 2). Estos deberán tener caudal total menor o igual 10,000 L/día/vivienda.

** : Para proyectos con caudal acumulado mayor al indicado, no serán viables sistemas individuales de saneamiento y se deberá considerar saneamiento con plantas de tratamiento de aguas residuales ordinarias.

3.3. Entorno del lugar

Respecto al entorno del lugar, se deben tomar las consideraciones siguientes para la construcción de sistemas individuales:

- o En zonas donde no exista alcantarillado sanitario.
- o Donde el alcantarillado sanitario se encuentre a una distancia de 100 metros en línea recta desde la zona de los servicios sanitarios.
- o Cuando no sea viable, la conexión al alcantarillado sanitario debido a la elevación del terreno y capacidad hidráulica del alcantarillado.
- o Cuando no se disponga de ningún medio receptor.
- o Cuando se tenga el terreno y espacio adecuado para el sistema de fosa séptica o biodigestores, según las distancias descritas en el capítulo 4 de los presentes lineamientos.
- o Para centros educativos públicos o privados, se podrán utilizar sistemas de tratamiento individual cuando el caudal máximo oscile de 15 a 20 metros cúbicos día, con una dotación de consumo de agua de 50 L/persona/día hasta un número máximo de 400 personas y reúna las condiciones para la instalación de esta, los cuales, serán evaluados por el Ministerio de Medio Ambiente para su emisión de la respectiva autorización. Todo proyecto que sobrepase dicho caudal deberá optar por sistemas de tratamiento con procesos primarios, secundarios y terciarios, si no existe la posibilidad de descargar deberán optar por el reúso de agua, los cuales serán evaluados por el Ministerio de Medio Ambiente para la emisión de la respectiva autorización.
- o Para centros de salud y mercados, se podrán utilizar sistemas de tratamiento individual cuando el caudal máximo sea de 15 metros cúbicos día y que reúna las condiciones para la instalación de esta, los cuales serán evaluados por el Ministerio de Salud para la emisión de la respectiva autorización. En caso el caudal de generación de aguas residuales de tipo ordinario del proyecto se encuentre en el rango de 15 a 20 metros cúbicos por día podrá optar por aplicar sistema de tratamiento individual. Si se sobrepasa dicho rango de caudal deberá optar por sistemas de tratamiento con procesos primarios, secundarios y terciarios, si no existe la posibilidad de descargar deberán optar por el reúso de agua, dichas alternativas de sistemas de tratamiento serán evaluados por el Ministerio de Medio Ambiente para la emisión de la respectiva autorización.

- o Para puestos policiales, militares y/o de control, se podrán utilizar sistemas de tratamiento individual cuando el caudal máximo de 10 metros cúbicos día, con una dotación de consumo de agua de 80 L/persona/día, hasta un número máximo de 150 personas o una dotación de 125 L/persona/día, hasta un número máximo de 100 personas y que reúna las condiciones para la instalación de esta, los cuales, serán evaluados por el Ministerio de Salud para su emisión de la respectiva autorización. En caso el caudal de aguas residuales de tipo ordinario del proyecto se encuentre en el rango de 10 a 20 metros cúbicos por día podrá aplicar sistema de tratamiento individual, caso contrario sobrepase dicho rango de caudal, deberá optar por sistemas de tratamiento con procesos primarios, secundarios y terciarios; si no existe la posibilidad de descargar deberán optar por el reúso de agua, dichas alternativas de sistemas de tratamiento serán evaluados por el Ministerio de Medio Ambiente para la emisión de la respectiva autorización.
- o Los proyectos habitacionales con menos de 10 casas, podrán instalar sistemas de tratamiento en cada una de las casas, siempre y cuando se reúnan las condiciones para la instalación de esta. Para proyectos habitacionales mayores a 10 viviendas con caudales superiores a 10m³ /día deberán presentar una propuesta de sistemas de tratamiento colectivos.
- o Los proyectos habitacionales de interés social podrán instalar sistemas de tratamiento en cada una de las casas, siempre y cuando se reúnan las condiciones para la instalación de esta (ver Tabla 2). Para proyectos habitacionales mayores a 10 viviendas con caudales superiores a 20 m³/día deberán presentar una propuesta de sistema de tratamiento colectivo.
- o Para proyectos de abastecimiento de agua y saneamiento, podrán instalar sistemas de tratamiento en cada una de las viviendas, siempre y cuando se reúnan las condiciones para la instalación de esta (ver Tabla 3), para esto deberá tener un máximo de 50 viviendas con un caudal total de 10 m³/día por proyecto.
- o En el caso de proyectos existentes podrá instalar sistema de tratamiento en cada una de las viviendas, siempre y cuando se reúnan las condiciones para la instalación de estas (ver Tabla 3), dicho tipo de proyectos serán evaluados por el Ministerio de Salud o Ministerio de Medio Ambiente para la emisión de la respectiva autorización o permiso ambiental, atendiendo las condiciones establecidas en la Tabla 2 del presente documento.

- o No está permitido instalar sistemas de tratamiento individual con infiltración al suelo en ramadas, comedores, asentamientos humanos y muelles que se encuentren ubicados en humedales, zonas inundables, zonas de playa, manglares, quebradas, riberas de ríos o sobre el espejo de agua de lagos, lagunas, esteros, ríos y otros cuerpos de agua.
- o Otros sistemas de tratamiento individual no contemplados en los presentes lineamientos deberá demostrar su viabilidad técnica mediante estudio que demuestre la eficiencia de remoción de carga contaminante en un valor similar o mayor a las tecnologías convencionales existentes.

En la Tabla 3 se muestra el área mínima de construcción requerida para sistemas de tratamiento individual.

Tabla 3. Área mínima de construcción requerida por tecnología de Sistema de Tratamiento Individual.

Tecnología	Área mínima requerida para instalación de sistema (m ²)
STI + PA	50 – 75 ^{1,2}
STI + PAR	60 – 80 ^{1, 2}
STI+ ZI/ZAFS	80 – 140 ^{1, 2}
STI + ZAF	70 – 130 ^{1,2}
STI + reúso	15 + área disponible según el tipo de reúso del agua residual tratada a aplicar
LASF – LESF	16 ³
LS	16 -25 ³

Fuente: Elaboración propia con base en diseños de tecnologías, áreas mínimas de 200 m² de terreno del proyecto para aplicación de cualquiera de las tecnologías a excepción de STI+ZAF, STI+ reúso, LASF, LS y con base en un caudal de generación de cinco personas por vivienda y dotación de 80 L/p/día; por tanto, para otro tipo de proyectos, deberá recalcularse el área mínima de construcción requerida con base al caudal de generación establecido en la Tabla 1 del presente documento.

1: Valor de área mínima considerando un valor mínimo para caudal de 10 m³/día y un valor máximo para caudal de 20 m³/día.

2: Valor de área deberá conformarse en el sitio de proyecto atendiendo la geometría de los componentes del sistema propuesto. Esta área no podrá ser edificada, excepto para diseños con sanitarios de descarga directa a fosa o tanque séptico.

3: Valor de área mínima de construcción de sistema por vivienda.

Tabla 4. Relación de condiciones del sitio con la naturaleza del establecimiento

Selección de opción de saneamiento según establecimiento y entorno generales del lugar					
Establecimiento / condiciones generales	Con conexión al alcantarillado	Con medio receptor	Sin medio receptor	Prueba de infiltración satisfactoria y / o nivel freático aceptable	Prueba de infiltración no satisfactoria y nivel freático no adecuado < 3 metros
Proyectos exclusivamente habitacionales menores a 10 viviendas con caudal $\leq 10 \text{ m}^3/\text{día}$	Conectar al alcantarillado	Planta de tratamiento de aguas residuales + reúso o Sistema de Tratamiento Individual	Sistema de Tratamiento Individual	Sistema de Tratamiento Individual convencional con arrastre de agua	Sistema de Tratamiento Individual prefabricado superficial o Sistema de Tratamiento Individual convencional sin arrastre de agua
Proyectos habitacionales o más de 10 viviendas con caudal $\leq 20 \text{ m}^3/\text{día}$	Conectar al alcantarillado	Planta de tratamiento de aguas residuales + reúso o Sistema de Tratamiento Individual	Sistema de Tratamiento Individual	Sistema de Tratamiento Individual convencional con arrastre de agua	Sistema de Tratamiento Individual prefabricado superficial o Sistema de Tratamiento Individual convencional sin arrastre de agua
Centros educativos públicos o privados con caudal $\leq 20 \text{ m}^3/\text{día}$	Conectar al alcantarillado	Planta de tratamiento de aguas residuales + reúso o Sistema de Tratamiento Individual	Sistema de Tratamiento Individual	Sistema de Tratamiento Individual convencional con arrastre de agua	Sistema de Tratamiento Individual prefabricado superficial o Planta de tratamiento de aguas residuales
Puestos policiales, militares y/o de control con caudales $\leq 20 \text{ m}^3/\text{día}$	Conectar al alcantarillado	Planta de tratamiento de aguas residuales + reúso o Sistema de Tratamiento Individual	Sistema de Tratamiento Individual	Sistema de Tratamiento Individual convencional con arrastre de agua	Sistema de Tratamiento Individual prefabricado con arrastre de agua superficial o Planta de tratamiento de aguas residuales
Unidades de salud con caudales $\leq 20 \text{ m}^3/\text{día}$	Conectar al alcantarillado	Planta de tratamiento de aguas residuales + reúso o Sistema de Tratamiento Individual	Sistema de Tratamiento Individual	Sistema de Tratamiento Individual convencional con arrastre de agua	Sistema de Tratamiento Individual prefabricado con arrastre de agua superficial o planta de tratamiento de aguas residuales
Proyectos abastecimiento de agua potable y saneamiento de hasta 50 casas, con un caudal total de hasta $10 \text{ m}^3/\text{día}$, por proyecto.	Conectar al alcantarillado	Planta de tratamiento de aguas residuales + reúso o Sistema de Tratamiento Individual	Sistema de Tratamiento Individual	Sistema de Tratamiento Individual convencional con arrastre de agua	Sistema de Tratamiento Individual prefabricado superficial o planta de tratamiento de aguas residuales
Proyectos de abastecimiento de agua y saneamiento, de más de 50 viviendas, con un caudal total de hasta $20 \text{ m}^3/\text{día}$, por proyecto.	Conectar al alcantarillado	Planta de tratamiento de aguas residuales + reúso o Sistema de Tratamiento Individual en cada vivienda	Sistema de Tratamiento Individual	Sistema de Tratamiento Individual convencional con arrastre de agua	Sistema de Tratamiento Individual prefabricado superficial o planta de tratamiento de aguas residuales
Otros proyectos no listados en esta tabla	Planta de tratamiento de aguas residuales y descargar al alcantarillado	Planta de tratamiento de aguas residuales + reúso y/o descarga	Planta de tratamiento de aguas residuales + reúso		

Notas:

- Cuando se establece descargar o conectar al alcantarillado, la vivienda o proyecto debe tener previo a esta acción, la factibilidad para conexión a dicha infraestructura sanitaria por el dueño o administrador del alcantarillado sanitario.
- Lo definido para centros educativos públicos o privados, puestos policiales y/o de control, unidades de salud y proyectos habitacionales con fines sociales se calculó basándose en la dotación de agua potable, según las normas técnicas para abastecimiento de agua potable de ANDA.
- Para proyectos habitacionales con fines sociales se utilizó la dotación de 80 L/p/día y para otras categorías de proyectos no contempladas en los presentes lineamientos de 125 L/p/día.
- Si un proyecto habitacional (lotificación, parcelación o urbanización) contempla la construcción de una residencial o similares en diferentes etapas o fases, y en una primera fase implementa sistemas de tratamiento individual de aguas residuales de tipo ordinario, podrá continuar utilizando estos sistemas en las siguientes fases del desarrollo. Esto será posible siempre y cuando se demuestre, mediante un estudio técnico, que no existen impactos acumulativos en el agua y el suelo por contaminación. En caso contrario, deberá construirse un sistema de alcantarillado y una planta de tratamiento de aguas residuales.

Para las aguas ordinarias de proyectos, tales como hoteles, restaurantes, urbanizaciones, industrias, agroindustrias y otros similares, se define en la Tabla 4 como única opción de saneamiento, la construcción o instalación de una planta de tratamiento de agua residual, priorizando el reúso del agua residual tratada sobre la descarga de agua tratada a medio receptor.

Para todos los establecimientos deberá realizar las pruebas de infiltración y del nivel del manto freático, si estas no resultan viables, se optará por un sistema superficial, o sistema de tratamiento de aguas residuales.

Respecto a la permeabilidad, prueba de infiltración y nivel freático, la medición del nivel freático del sitio del proyecto deberá medirse en época lluviosa, para proyectos de viviendas unifamiliares, se dará por aceptado una medición empírica de los parámetros de infiltración, permeabilidad y nivel freático a partir de datos de pozos someros cercanos o manantiales y los ensayos definidos en el Anexo 2 de este documento. Para otro tipo de proyectos deberá presentar las mediciones de permeabilidad, infiltración y nivel freático correspondiente realizado por un profesional especialista en el ramo.

Todo el análisis debe ir acompañado de la viabilidad de extensión del terreno ya que deberá considerar las áreas descritas en el numeral 3.3, Tabla 3 de este documento, para lo cual el titular de la vivienda, quinta o proyecto deberá definir.

A continuación, se presenta en las figuras 1, 2, 3 y 4, los esquemas indicando el procedimiento de selección a considerar por los titulares de actividades, obras o proyectos, para la selección de las opciones de saneamiento, asimismo, en las tablas 5 y 6 de este documento se establecen los tipos de tecnología de sistemas de tratamiento individual y los criterios a considerar del sitio para la instalación del sistema de tratamiento individual en función de la permeabilidad y el nivel freático.

PASO 1: VERIFICAR ÁREA MÍNIMA REQUERIDA PARA CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO INDIVIDUAL

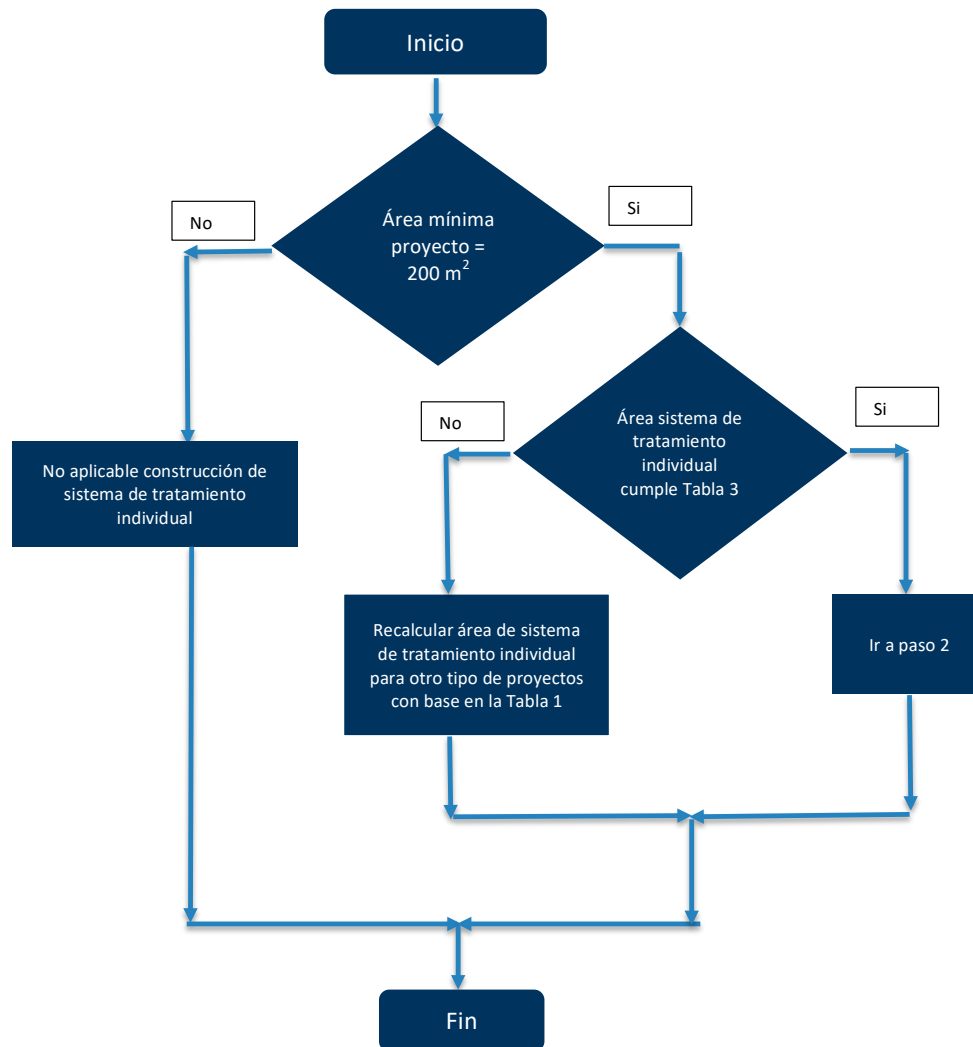


Figura 1. Área mínima de construcción requerida para Sistemas de Tratamiento Individual de Aguas Residuales de Tipo Ordinario.

PASO 2: EVALUAR EL TIPO DE PROYECTO PARA VERIFICAR SI ES APLICABLE IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE TRATAMIENTO INDIVIDUAL

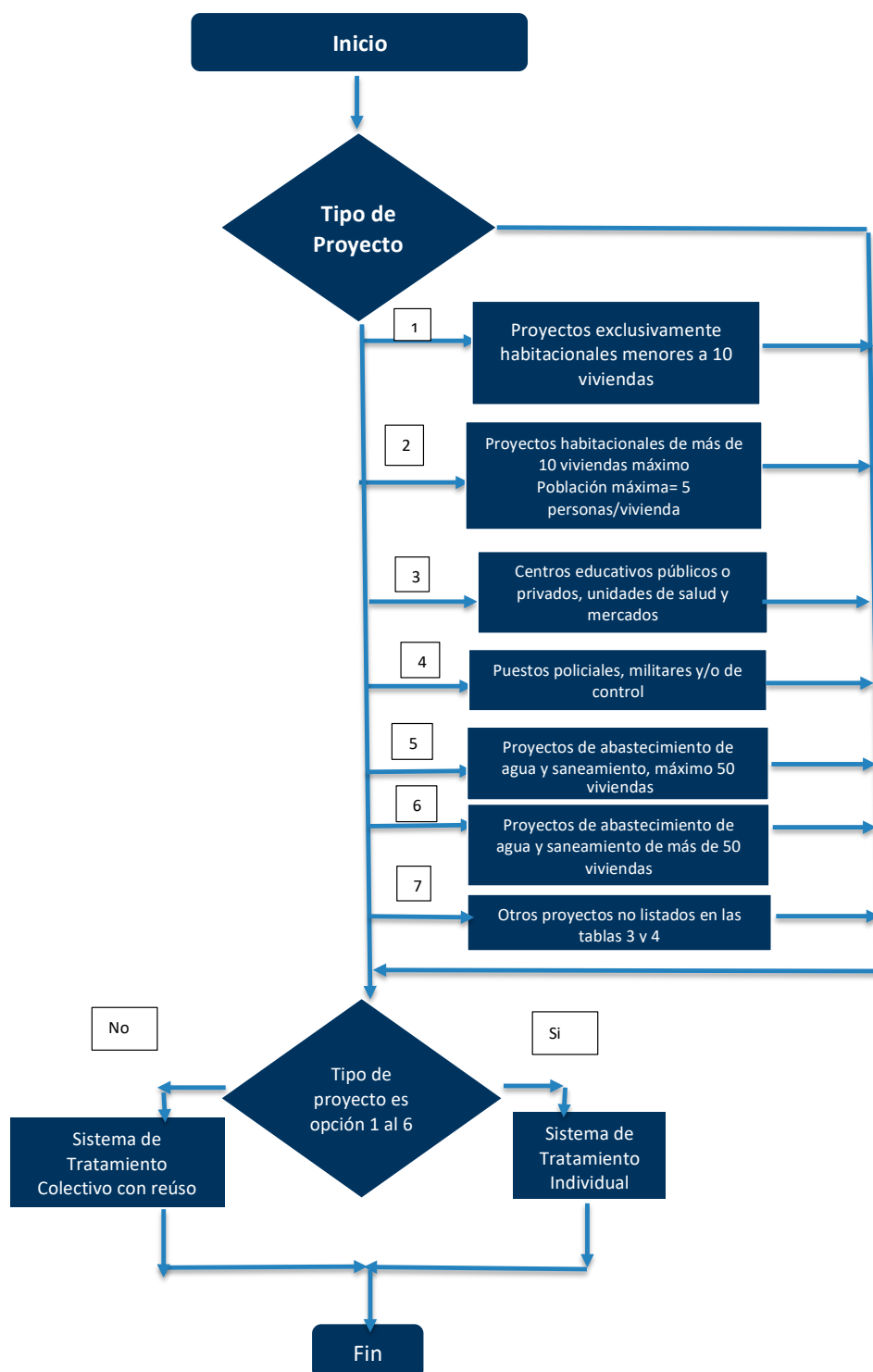


Figura 2. Tipos de proyectos que aplican para implementar Sistemas de Tratamiento Individual.

PASO 3: EVALUAR EL CAUDAL DE GENERACIÓN DE AGUA RESIDUAL PARA VERIFICAR SI ES APLICABLE IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE TRATAMIENTO INDIVIDUAL

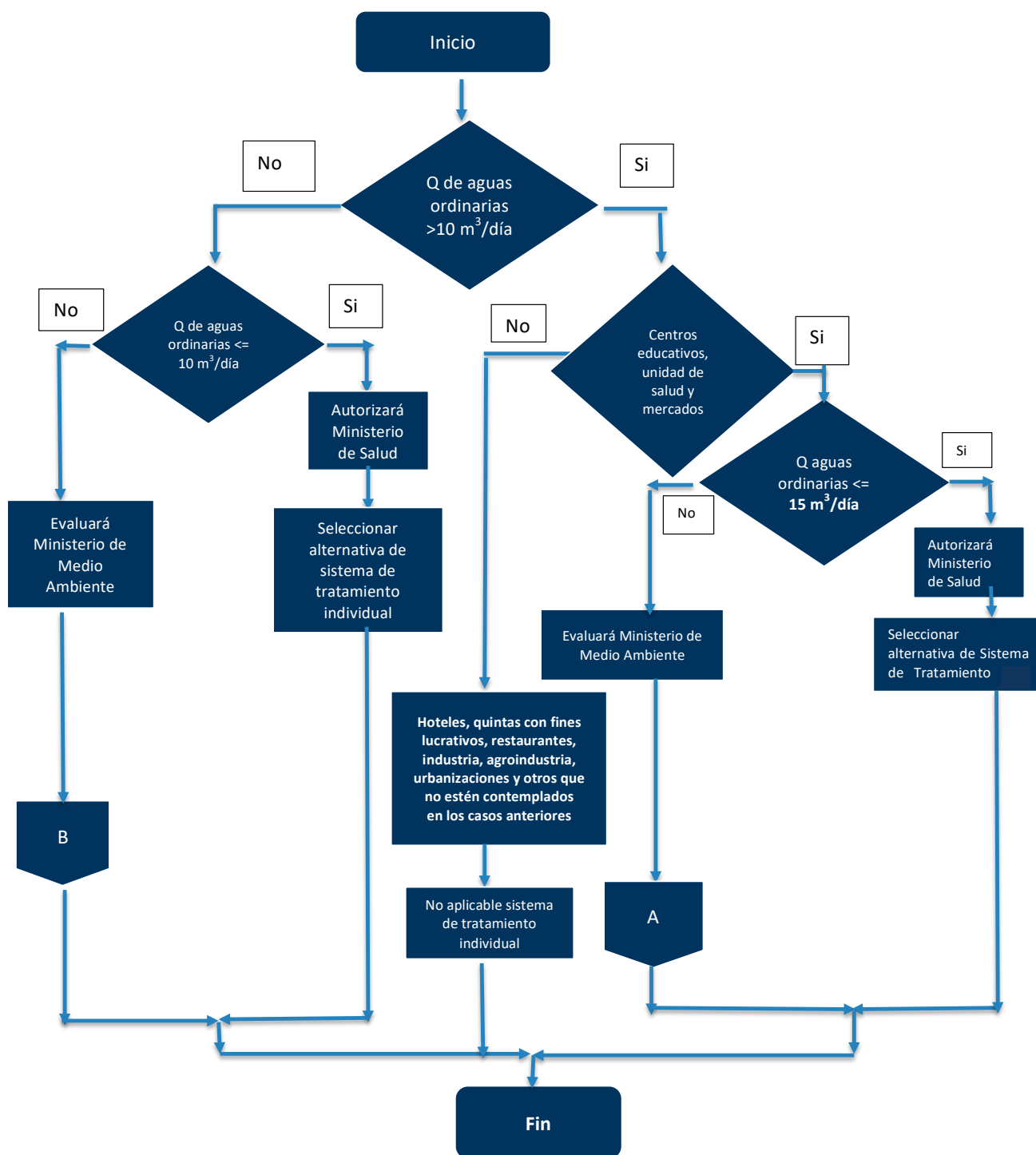


Figura 3.1. a. Tipo de proyectos aplicables para implementar alternativas de Sistemas de Tratamiento Individual en función del caudal de generación de agua residual de tipo ordinario.

PASO 3: EVALUAR EL CAUDAL DE GENERACIÓN DE AGUA RESIDUAL PARA VERIFICAR SI ES APLICABLE IMPLEMENTAR UN SISTEMA DE TRATAMIENTO INDIVIDUAL

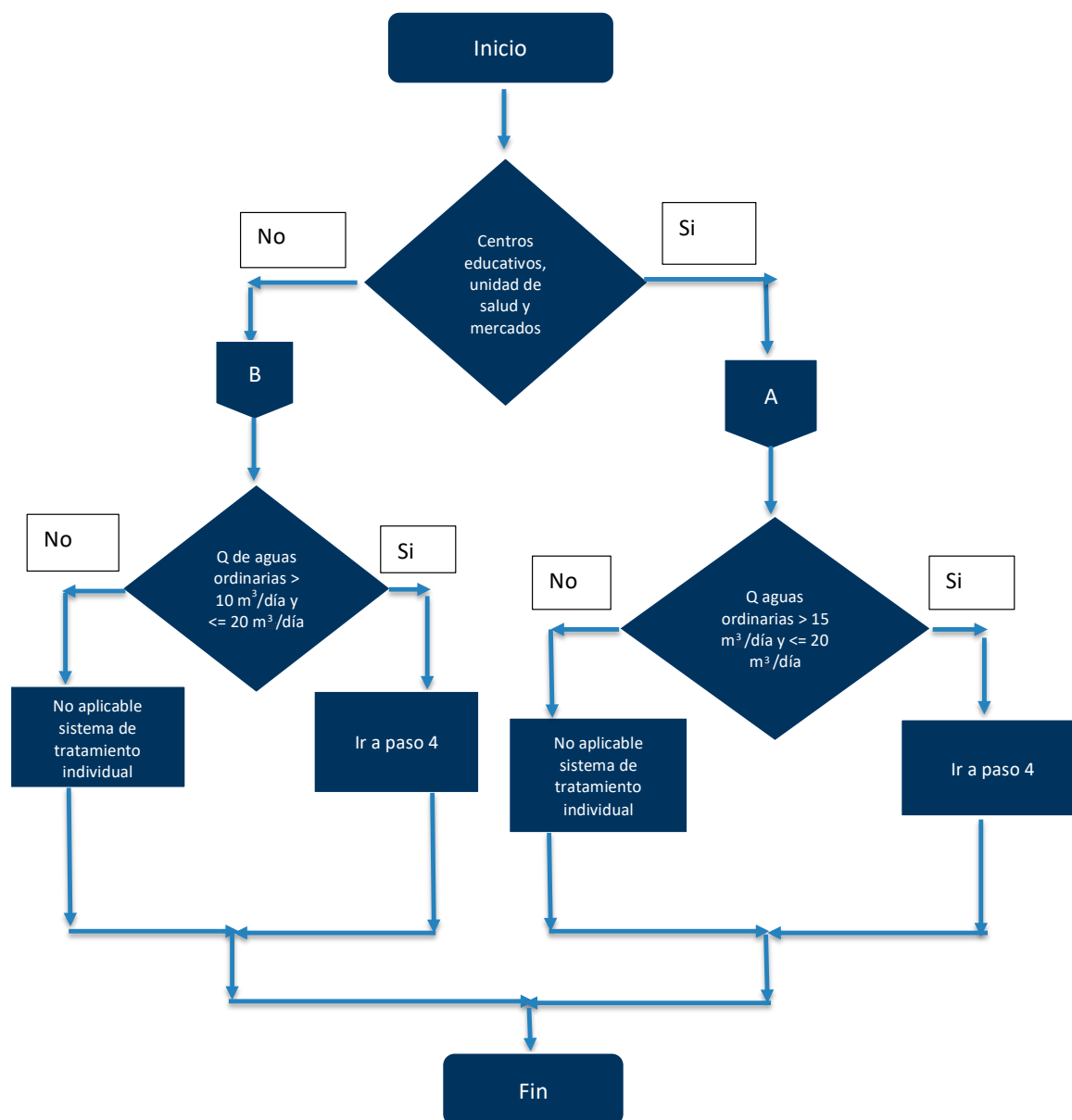
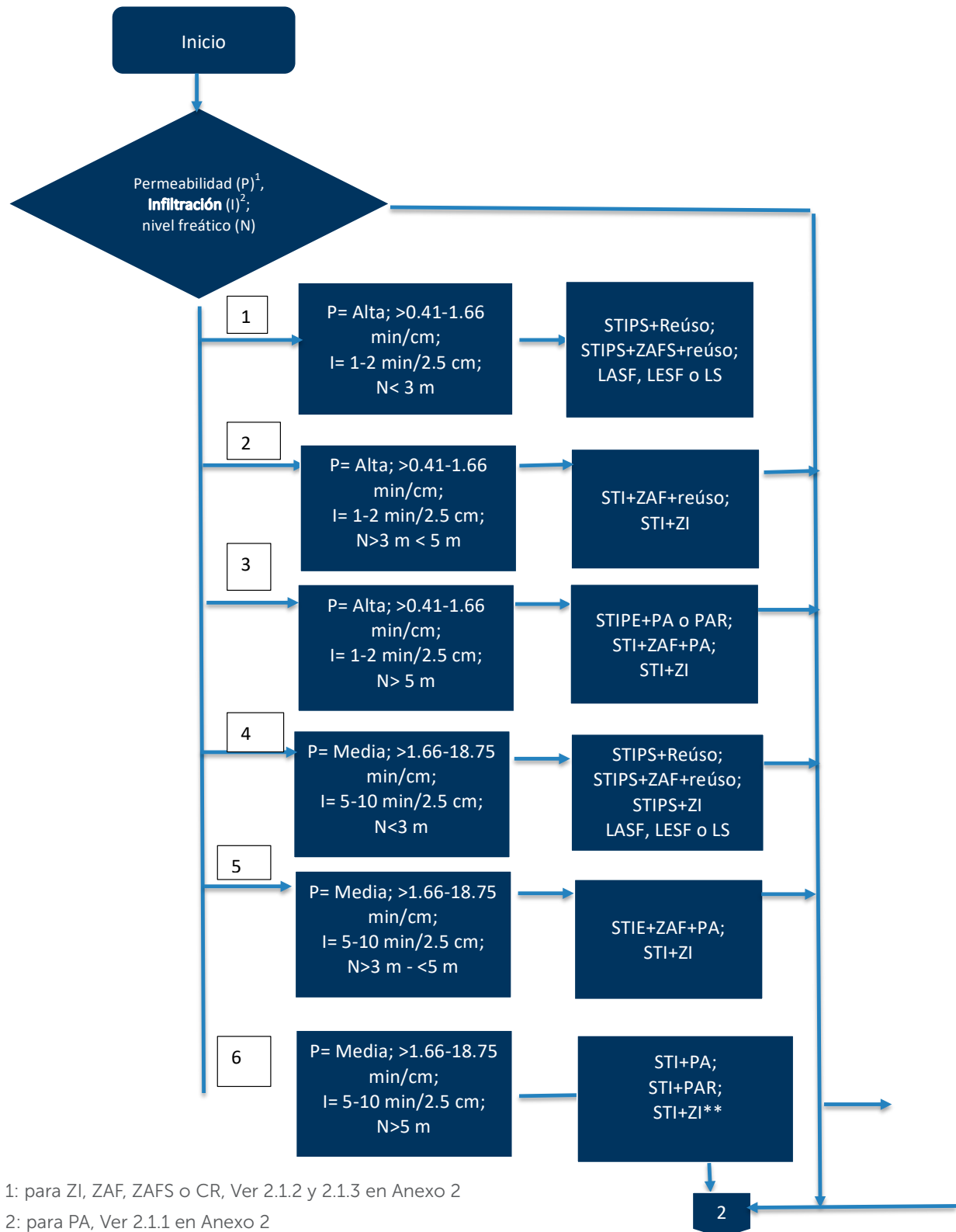


Figura 3.1. b. Tipo de proyectos aplicables para implementar alternativas de Sistemas de Tratamiento Individual en función del caudal de generación de agua residual de tipo ordinario.

PASO 4: EVALUAR EL NIVEL FREÁTICO Y PERMEABILIDAD DEL SITIO DE PROYECTO PARA SELECCIONAR EL TIPO DE TECNOLOGÍA DE SISTEMA DE TRATAMIENTO INDIVIDUAL A IMPLEMENTAR



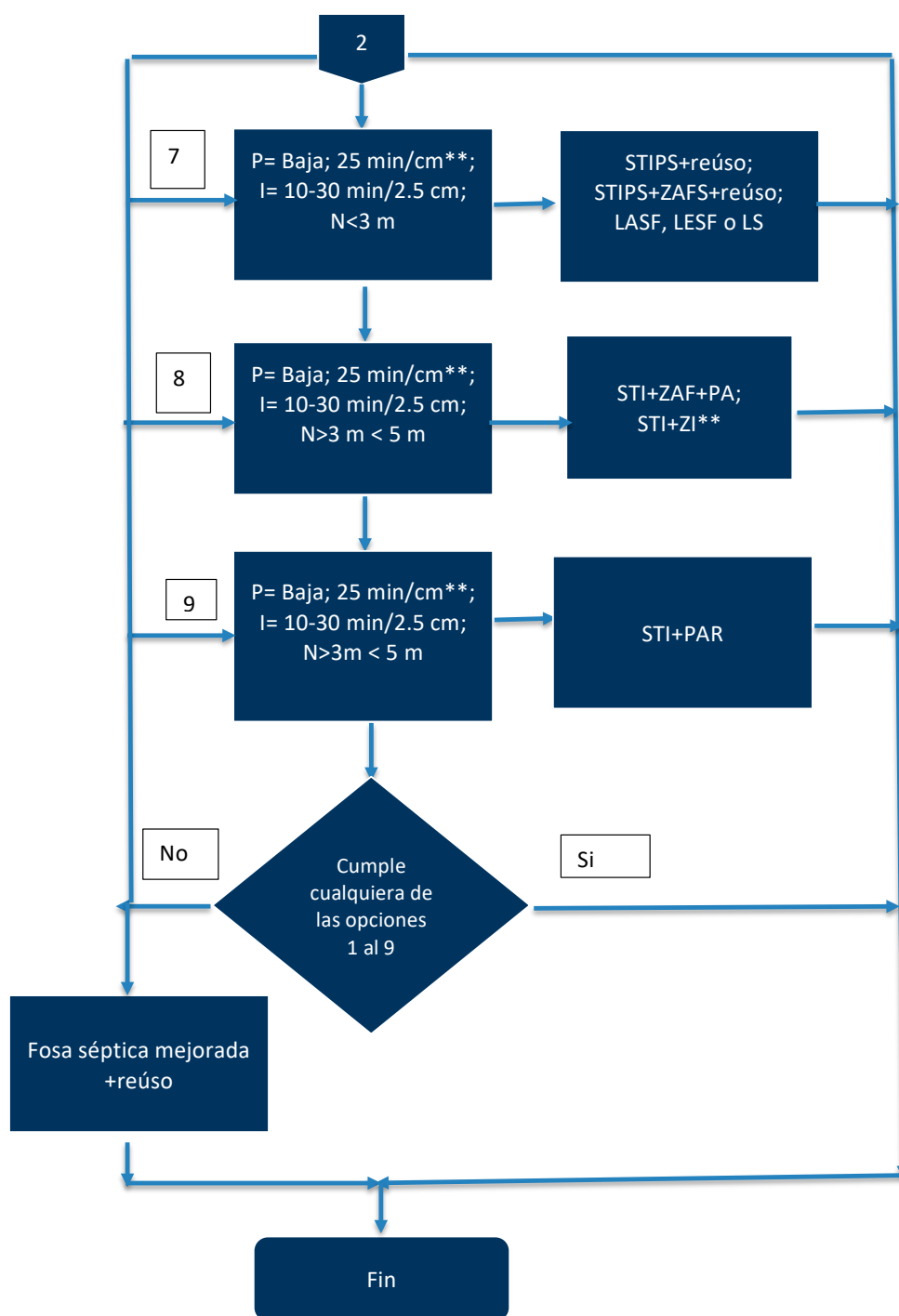


Figura 4. Tecnologías de Sistemas de Tratamiento Individual aplicables en función de la permeabilidad, nivel freático e infiltración.

3.4. Determinación del sistema de tratamiento individual para viviendas y quintas familiares según las condiciones del terreno

Para las viviendas y quintas familiares se presentan las opciones de sistemas de tratamiento individual en la Tabla 5, para la selección de dicho sistema, es requisito realizar las pruebas de impermeabilidad del suelo, de profundidad del acuífero, así como también verificar la disponibilidad de área mínima requerida para construcción del sistema de tratamiento individual conforme a lo establecido en la Tabla 3 de este documento.

Tabla 5. Opciones de Sistemas de tratamiento individual

Opción	Sistema de Tratamiento individual a requerir	Siglas*
Opción 1	Fosa séptica o biodigestor enterrado + pozo de absorción; Fosa séptica o biodigestor enterrado + pozo de absorción revestido	STI+PA o STI+PAR
Opción 2	Fosa séptica o biodigestor enterrado + zanja de arena filtrante + pozo de absorción	STI+ZAF+PA
Opción 3	Fosa séptica o biodigestor enterrado + zanja de infiltración	STI+ ZI
Opción 4	Sistema de Tratamiento Individual prefabricado+ reúso	STIP + Reúso
Opción 5	Sistema de Tratamiento Individual prefabricado + zanja de arena filtrante + PA	STIP+ZAF+PA
Opción 6	Sistema de Tratamiento Individual sin arrastre de agua letrina abonera seca familiar, letrina elevada seca familiar y letrina solar	LASF, LESF, LS

Opción	Sistema de Tratamiento individual a requerir	Siglas*
Opción 7	Sistema de Tratamiento Individual prefabricado superficial + reúso; Sistema de Tratamiento Individual prefabricado superficial + zanja de arena filtrante superficial + reúso; Sistema de Tratamiento Individual sin arrastre de agua letrina abonera seca familiar, letrina elevada seca familiar y letrina solar	STIPS+ reúso; STIPS+ZAFS+ reúso; LASF, LESF o LS
Opción 8	Sistema de Tratamiento Individual + zanja de arena filtrante + pozo de absorción; Sistema de Tratamiento Individual + zanja de infiltración	STI+ZAF+PA; STI+ZI**
Opción 9	Sistema de Tratamiento Individual + pozo de absorción revestido	STI+PAR

*Siglas:

STI= Fosa séptica construida enterrada, fosa séptica prefabricada, biodigestor, fosa séptica mejorada, que van enterrados

STIPS= Sistema tratamiento individual prefabricado superficial.

LASF= Letrina abonera seca familiar

LESF= Letrina elevada seca familiar

LS= Letrina solar

PA= Pozo de absorción

PAR= Pozo de absorción revestido

ZAF= Zanja de arena filtrante

ZAFS= Zanja de arena filtrante superficial (zonas inundables o impermeables)

ZI= Zanja de infiltración, dentro de este sistema se incluyen: CR= Campo de riego (o drenaje francés)

3.5. Pruebas técnicas para selección de sistema de tratamiento individual

Permeabilidad

El análisis de permeabilidad se realiza de las clases texturales de suelo con la medición de velocidad para establecer su permeabilidad. Someter las clases texturales a este procedimiento permite obtener una relación entre la textura y la permeabilidad. La textura del suelo se clasifica en tres grupos: arcillosos, francos y arena, lo cual indica que mientras más fina sea la textura del suelo, más lenta será la permeabilidad. Bajo esta circunstancia, la grava limpia, las arenas limpias o mezcladas con grava, al igual que las finas, tienen una permeabilidad rápida; los limos orgánicos e inorgánicos, las mezclas de limo y arcilla tienen una permeabilidad moderada y los depósitos estratificados de arcilla y las arcillas homogéneas por debajo de la línea de meteorización tienen una permeabilidad lenta.

Si se relacionan los criterios técnicos de permeabilidad y nivel freático, se obtiene la Tabla 6, que dicta las tecnologías aplicables en función de las condiciones del terreno donde se pretende instalar el sistema de tratamiento individual.

Para realización de pruebas de permeabilidad, considerar el procedimiento establecido en el Anexo 2 del presente documento.

Tabla 6. Recomendaciones de tecnología Sistemas de Tratamiento Individual según condiciones del terreno.

Recomendaciones de tecnologías según condiciones del terreno			
	Permeabilidad		
Criterio	Alta permeabilidad	Media permeabilidad	Baja permeabilidad
Resultado final de prueba de infiltración para zanja de infiltración o campo de riego	>0.41-1.66 min /cm	>1.66-18.75 min /cm	25 min /cm**
Resultados finales de prueba de infiltración para pozo de absorción	1-2 minutos / 2.5 cm	5- 10 minutos / 2.5 cm	10 - 30 minutos / 2.5 cm***
Criterio	Tecnologías****		
Nivel freático (metros verticales al acuífero)			
<3	STIPS + R ó STI+ ZAFS, LASF o LS; STIPS + ZI	STIPS + R ó STI+ ZAFS, LASF o LS; STIPS + ZI	STIPS + R ó STI+ ZAFS, LASF o LS; STIPS + ZI
>3-<5	STI+ZAF+PA; STI+ZI	STI+ZAF+PA; STI+ZI	STI+ZAF+PA,
>5	STI+PA; STI+ZAF+PA; STI+ZI	STI+PA; STI+ZAF+PA; STI+ZI	STI+PA***; STI + ZI; STI + PAR

Notas:

* Para todas las viviendas se requerirá prueba de permeabilidad para comprobación de la infiltración y diseño del sistema de tratamiento individual. Otro aspecto a considerar es el espacio de terreno.

** En pruebas de infiltración para construcción de zanjas de infiltración o campo de riego con resultados mayores a 25 min/cm no resulta apto para este tipo de sistemas, pudiendo optar por ZAF + reúso.

*** En pruebas de infiltración para pozo de absorción, con resultados mayores a 30 minutos / 2.5 centímetros el terreno resulta inadecuado para pozo de absorción debiendo optar por STIPS + R o STIP+ ZAFS, LASF o LS.

****Siglas:

STI= Fosa séptica construida enterrada, fosa séptica prefabricada, biodigestor, fosa séptica mejorada, que van enterrados

STIPS= Sistema tratamiento individual prefabricado superficial.

LASF= Letrina abonera seca familiar

LESF= Letrina elevada seca familiar

LS= Letrina solar

PA= Pozo de absorción

PAR= Pozo de absorción revestido

ZAF= Zanja de arena filtrante

ZAFS= Zanja de arena filtrante superficial (zonas inundables)

ZI= Zanja de infiltración, dentro de este sistema se incluyen: CR= Campo de riego (o drenaje francés)

4. Criterios constructivos del sistema de tratamiento individual

Una vez evaluado los criterios anteriormente establecidos y habiendo obtenido la opción de tratamiento individual más viable según las características de terreno, entorno, naturaleza del proyecto, y la autorización para construcción del sistema de tratamiento individual, se procederá a la construcción de dicho sistema, tomando en cuenta los criterios constructivos definidos a continuación.

4.1. Diseño de Unidades de Tratamiento

Cálculo del caudal de aguas negras y grises

Para el cálculo del caudal de aguas negras y grises, se debe utilizar la ecuación (1):

$$Q = 0,80 D \times UC \quad (\text{ecuación 1})$$

Donde:

Q	Caudal de aguas negras y grises en 1/día
D	Dotación de agua potable 1/día/UC*
UC	Habitantes a servir, área en m ² , alumnos, asientos, bomba, puesto y otras unidades consumidoras.

*La dotación para cada unidad consumidora (UC) se encuentra detallada en la Tabla 1 del presente documento.

4.1.1. Trampa de grasa

Diseño

Las trampas para grasas a instalar deberán estar acorde al volumen de agua gris generada. La trampa de grasas deberá instalarse previo a los sistemas de infiltración.

Las trampas de grasas estarán contempladas únicamente para las aguas grises.

Para el caso de la trampa para grasa construida in situ deberá considerar lo establecido en el Anexo 1 del presente documento.

Ubicación

En el caso de la trampa para grasa construida in situ, deberá ubicarse en un sitio de nivel inferior a la generación de las aguas grises, y previo al ingreso de estas al sistema de tratamiento.

Las trampas para grasa prefabricadas, deberán ubicarse según especificaciones del fabricante y espacio disponible dentro o fuera del establecimiento.

Instalación

- 1) Como paso previo a la trampa para grasas, se dispondrá si es necesario en caso como escuelas donde se elaboren alimentos, una unidad de retención de sólidos, constituida por una caja con rejilla móvil para facilitar su limpieza. Dicha rejilla evitará que a la trampa lleguen restos sólidos, que decantarían en su interior, disminuyendo su volumen útil.

- 2) Se debe construir la trampa de un solo cuerpo.
- 3) El fondo de la trampa debe ser plano, sin ningún tipo de pendiente.
- 4) Entre el nivel del agua y el techo de la trampa, se debe dejar un resguardo de 0.3 m.
- 5) Los materiales que se deben emplear para la construcción de la trampa para grasas y sólidos deben garantizar resistencia estructural e impermeabilidad.
- 6) El ingreso de las aguas a la trampa para grasas y sólidos se debe efectuar a través de una tubería con un codo de 90 grados y de 3 pulgadas de diámetro para las trampas de menor tamaño (hasta 5 personas), y de 4 pulgadas para las mayores. La tubería de entrada será de 0.20 m bajo el nivel del líquido.
- 7) La salida de la trampa se efectuará a través de un accesorio en forma de "T", cuya parte ascendente debe prolongarse al menos 0.20 m por encima del nivel líquido, para evitar que la capa de flotantes pueda llegar a obstruirlas. La separación entre la parte superior de esta "T" y el techo de la trampa para grasa será como mínimo de 0.05 m, para facilitar su ventilación. El diámetro de la "T" será de 3 pulgadas para las trampas de menor tamaño (hasta 5 personas) y de 4 pulgadas para las mayores. El extremo inferior de esta "T" se debe sumergir 0.20 m en el líquido.
- 8) Para evitar que las tuberías de alimentación hacia las trampas para grasas lleguen a trabajar en carga, entre el elemento de entrada y el de salida se establecerá un desnivel de 0.05-0.075 m.
- 9) Para permitir las labores periódicas de inspección y de retiro de grasas y sedimentos, la trampa deberá contar con una tapa superior, que será de una dimensión mínima de 0.4 x 0.4 m para aquellas que utilizan hasta 5 personas y una dimensión mínima de 0.5 x 0.6 m para un mayor número de personas.
- 10) Para facilitar el manejo de la tapadera, esta no deberá pesar más de 25 libras.
- 11) El diseño de la tapadera debe evitar que durante períodos de lluvia ingrese agua a la trampa.
- 12) La tapadera deberá ir dispuesta en un brocal, que sobresaldrá como mínimo 0.05 m por encima del terreno.
- 13) Sobre la tapadera no se debe colocar ningún objeto que dificulte las operaciones de mantenimiento.
- 14) Si el interesado presenta modificaciones al diseño contenido en el presente documento, estas deberán ser evaluadas por el delegado del establecimiento de salud correspondiente.
- 15) En el caso que se recurra a trampas para grasas y sólidos prefabricadas, su instalación se realizará siguiendo las especificaciones de la empresa fabricante, respetando los requisitos de diseño especificados anteriormente.

4.1.2. Tanque Séptico

Las fosas sépticas/tanques sépticos son dispositivos (generalmente enterrados), que permiten un tratamiento primario de las aguas residuales, reduciendo, por tanto, su contenido en sólidos en suspensión, tanto flotantes como sedimentables.

Se deduce, que con el empleo de fosas sépticas tan sólo se alcanzan niveles de tratamiento primario, por lo que los efluentes de las mismas precisan ser sometidos a tratamientos posteriores, al objeto de cumplir los requisitos de las normativas de vertido.

Diseño

Los tanques sépticos deben contener dos cámaras en serie, los parámetros de diseño del tanque séptico se detallan en la Tabla 7, en el caso de los tanques contruidos in situ deben cumplir con dichos parámetros.

Tabla 7. Recomendaciones de tecnología Sistemas de Tratamiento Individual según condiciones del terreno.

Parámetro	Especificación
Tiempo de retención hidráulica:	24 horas
Relación ancha por largo	1:3
Relación volumen primera y segunda cámara	2:1
Frecuencia de retiro de lodos	1 año o cuando sea requerido
Altura de lámina de agua	0.75 m como mínimo y una profundidad de 1.2 m a 1.50 m En caso de tanques de mayor tamaño se puede alcanzar una profundidad máxima de 2.6 m
Volumen útil mínimo de tanque séptico	1900 litros
El fondo del tanque séptico	Debe ser plano, sin ningún tipo de pendiente, construido sobre un emplantillado de 30 cm de espesor conformado por piedra cuarta fraguada
Resguardo entre el nivel del agua y el techo del tanque	Se debe dejar un resguardo de 0.3 m

Cálculo del caudal de aguas negras y grises

Para el cálculo del caudal de aguas negras y grises, se debe utilizar la ecuación (1):

$$Q = 0,80 D \times UC \text{ (ecuación 1)}$$

Donde:

Q	Caudal de aguas negras y grises en 1/día
D	Dotación de agua potable 1/día/UC
UC	Habitantes a servir, área en m ² , alumnos, asientos, bomba, puesto y otras unidades consumidoras. *

*La dotación para cada unidad consumidora (UC) se encuentra detallada en la Tabla de consumos específicos de las Normas Técnicas para abastecimiento de agua potable y alcantarillado de aguas negras. Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA). Noviembre 2014

Cálculo del volumen de tanques sépticos

Cuando el caudal de aguas negras y grises oscile entre 1900 y 5700 litros por día, se utilizará la ecuación (2) para el cálculo del volumen del tanque séptico:

$$V_{t.s.} = 1.5Q \text{ (ecuación 2)}$$

Donde:

V _{t.s.}	Volumen útil del tanque séptico en litros
Q	Caudal de aguas negras y grises en litros por día (L/d)

Cuando el caudal de aguas negras y grises oscile entre 5000 y 20,000 litros por día, se utilizará la ecuación (3) para el cálculo del volumen del tanque séptico.

$$Vt.s. = 4260 + 0.75Q \text{ (ecuación 3)}$$

Donde:

VT.s.	Volumen útil del tanque séptico en litros
Q	Caudal de aguas negras y grises en litros por día (L/d)

En el caso de recurrir a tanques sépticos prefabricados, el volumen debe calcularse de acuerdo a los parámetros de diseño establecidos en la Tabla 7, utilizando las ecuaciones 1 a 3 según aplique y considerando dos recámaras como mínimo.

Exclusivamente para centros educativos públicos o privados, se podrán utilizar sistemas de tratamiento individual cuando el caudal máximo de aguas residuales de tipo ordinario oscile de 15 a 20 metros cúbicos día, con una dotación de consumo de agua de 50 L/persona/día hasta un número máximo de 400 personas y reúna las condiciones para la instalación de esta, los cuales, serán evaluados por el Ministerio de Medio Ambiente para su emisión de la respectiva autorización. Todo proyecto que sobrepase dicho caudal deberá optar por sistemas de tratamiento con procesos primarios, secundarios y terciarios, si no existe la posibilidad de descargar deberán optar por el reúso de agua, los cuales serán evaluados por el Ministerio de Medio Ambiente para la emisión de la respectiva autorización.

Ubicación

Los tanques sépticos se deben ubicar respetando las siguientes distancias mínimas:

- a) A 2.0 m de construcciones, límites de terrenos y sistemas de tratamiento por infiltración al suelo de los contenidos en el presente documento.
- b) A 3.0 m de árboles y de cualquier punto de redes de abastecimiento de agua.
- c) A 3.0 m de pozos artesanales para agua de consumo humano y de las zonas de protección de cuerpos de agua de cualquier naturaleza.
- d) Fuera de las zonas de protección de cuerpos de agua de cualquier naturaleza y de zonas inundables con profundidades mayores de 1.50 metros (profundidades menores, ver ZAFS).

Estas distancias se deben medir en un plano horizontal y desde el punto más cercano de la instalación del tanque séptico, hasta el elemento en cuestión, tomando en cuenta la geometría del sistema.

Instalación

Para la instalación de los tanques sépticos contruidos in situ, se debe cumplir los siguientes requisitos:

- 1. Las aguas negras y grises generadas en viviendas individuales, deben ser descargadas sin separar en el tanque séptico.
- 2. Las aguas negras y grises generadas en establecimientos escolares donde se elaboren alimentos, deberán ser tratadas de forma separada: las aguas negras al tanque séptico y las aguas grises a la trampa para grasas y sólidos como paso previo al sistema de pozo de absorción, zanja de arena filtrante, campo de riego o zanja de infiltración (no aplica para viviendas individuales).
- 3. Previo a la entrada del tanque séptico deberá instalarse una rejilla para retención de sólidos gruesos como papel, toallas sanitarias que interfieren en el buen funcionamiento del sistema.
- 4. Los materiales a emplear para la construcción de tanques sépticos, deben proporcionar resistencia estructural, impermeabilidad y resistencia a los ambientes corrosivos generados por las condiciones de tratamiento anaerobio en las que operan estos dispositivos. Por ello, se debe repellar las paredes interiores y exteriores, el techo y el fondo de los tanques, empleando para ello cemento especial para sulfatos.
- 5. Para cumplir con lo estipulado en literal anterior, las paredes deben edificarse exclusivamente con bloque de concreto (hueco) de medidas 10X20X40 cm, debiendo

llenar el total de huecos con mezcla. Asimismo, se debe presentar diseño del refuerzo estructural (horizontal y vertical), debiendo presentar el diseño arquitectónico y las especificaciones técnicas de materiales y dosificaciones a utilizar.

6. En la entrada y salida del tanque se debe colocar una "T", cuyas partes ascendentes deben prolongarse al menos 0.20 m por encima del nivel líquido, para evitar que la capa de flotantes pueda llegar a obstruirlas, mientras que las partes descendentes deben prolongarse dentro del líquido 20% de la altura útil para la entrada y 40% de la altura útil para la salida.
7. La "T" de entrada y salida y el codo de paso entre compartimentos del tanque, deben tener un diámetro de 4 pulgadas como mínimo y 6 pulgadas como máximo, dependiendo del tamaño del tanque.
8. Para evitar que las tuberías de alimentación trabajen en carga, entre el elemento de entrada y el de salida, se debe establecer un desnivel de 0.05-0.075.
9. La tubería angulado o codo de paso entre los dos compartimentos del tanque se debe situar a 2/3 de la altura útil, medida desde el fondo.
10. Todas las tuberías y accesorios utilizados dentro del tanque séptico deben ser de PVC, de acuerdo a especificaciones técnicas del fabricante.
11. Para permitir las labores periódicas de inspección y de retiro de lodos y flotantes, cada compartimento de los tanques sépticos debe contar en su superficie con una tapadera. El tamaño de las tapaderas debe ser de 0.6 x 0.6 m, o un diámetro de 0.6 m en el caso de que sean circulares.
12. La instalación de las tapaderas debe realizarse de forma que evite el ingreso de agua al tanque durante el período de lluvia.
13. En el caso que se recurra a tanques sépticos prefabricados, su instalación se debe realizar siguiendo las especificaciones de la empresa fabricante, respetando los requerimientos de diseño, ubicación e instalación estipulados en el presente documento.

4.2. Sistemas tratamiento individual prefabricados

Los sistemas de tratamiento individual prefabricados pueden ser enterrados y superficiales, a continuación, se presenta descripción de ambas tecnologías.

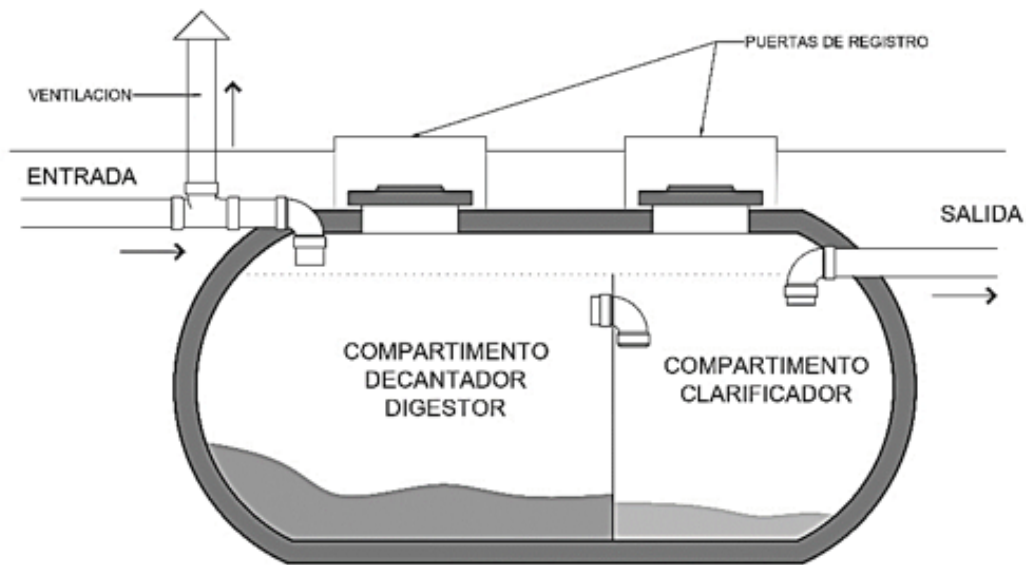
4.2.1. Sistemas de tratamiento individual enterrado

Fosas sépticas prefabricadas

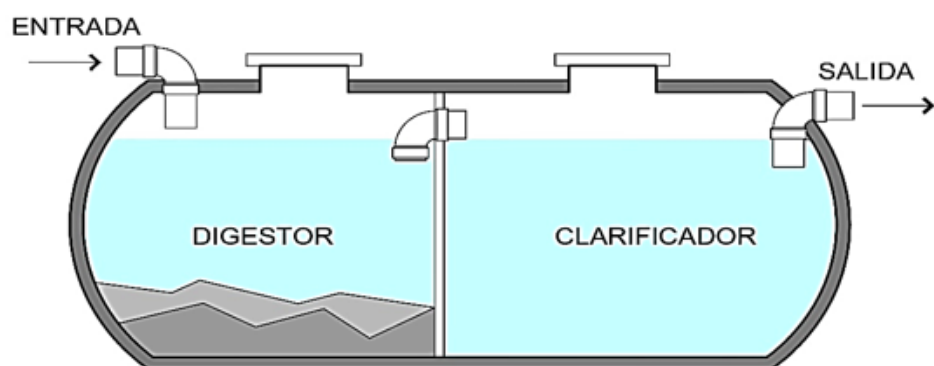
La elección de una fosa séptica se basa en parámetros básicos como número de usuarios

a los que da servicio la fosa séptica, nivel de contaminación de las aguas residuales, el tipo de desechos que se manejará en la fosa séptica y el grado de depuración de las aguas negras. Generalmente se presentan en dos cámaras, tal como se muestra en la Figura 5.

Con base al mayor número de usuarios se necesita una fosa de mayores dimensiones y según el nivel de contaminación de las aguas se opta por un tipo de fosa, en estos parámetros se debe elegir entre un tipo de fosa séptica y elementos posteriores a esta. Los diferentes modelos de fosas sépticas están disponibles en materiales ligeros como plásticos y fibra de vidrio y también pueden venir en componentes desmontados para facilitar el transporte. En la Figura 6 se presenta otro modelo encontrado en el mercado.



SECCIÓN LONGITUDINAL DE FOSA SÉPTICA DE DOS CÁMARAS



SECCIÓN LONGITUDINAL DE FOSA SÉPTICA DE DOS CÁMARAS

Figura 5. Esquema de fosa séptica prefabricada de dos cámaras.



Figura 6. Vista de material de PVC de fosa séptica prefabricada.

Tanque séptico mejorado

Existen dos tipos de tanques sépticos mejorados, pueden ser con sustrato filtrante y aireados, a continuación, se describen ambos tipos de tecnología.

Tanque séptico mejorado de tres cámaras con sustrato filtrante

Cálculo de volumen de las dos primeras cámaras de tanques sépticos mejorados

Para tanques sépticos mejorados contruidos in situ, las dos primeras cámaras, que trabajan como tanque séptico, deben ser diseñadas de acuerdo a los parámetros de la Tabla 7 y las ecuaciones 1, 2 y 3 según aplique, establecidas en los presentes lineamientos.

Cálculo de volumen de la tercera cámara del tanque séptico mejorado

El volumen de la tercera cámara, que contiene el sustrato filtrante, debe ser igual al volumen de la segunda cámara.

El tanque séptico mejorado debe cumplir los mismos parámetros que el tanque séptico, según se describe con excepción de la relación ancho por largo que debe ser de 1:4. Para el cálculo del volumen útil total del tanque séptico mejorado, se suman los volúmenes de las dos cámaras iniciales, que trabajan como tanque séptico, y el de la tercera cámara, en la que se ubica el sustrato filtrante.

En el caso de instalar tanques sépticos mejorados prefabricados, el volumen debe calcularse de acuerdo a los parámetros de diseño establecidos en la Tabla 7 y las ecuaciones 1, 2 y 3 según aplique, establecidas en este documento, incluyendo el sustrato filtrante. Los tanques sépticos mejorados deben ser verticales a fin de lograr el desalojo de lodos por presión hidrostática. Deberá considerar los diseños establecidos en el Anexo 1 de este documento.

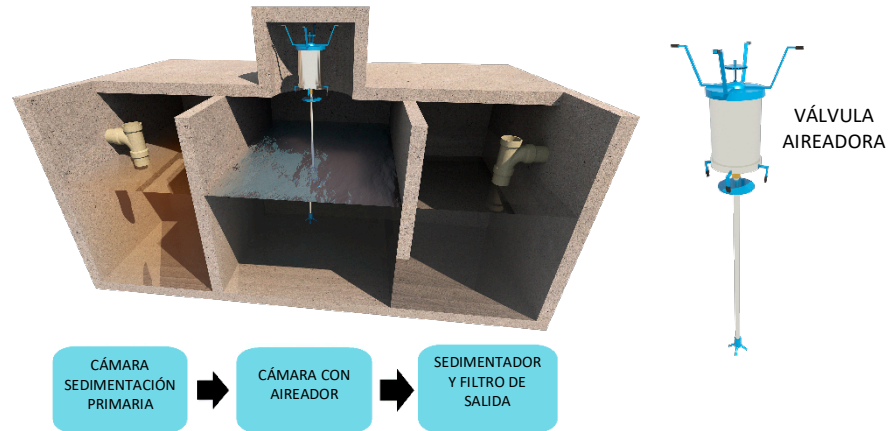
Detalles de ubicación

Para la ubicación de tanques sépticos mejorados se deben considerar las distancias establecidas para los tanques sépticos.

Tanque séptico mejorado de tres cámaras con aireación

Las fosas sépticas mejoradas, son generalmente fosas sépticas prefabricadas de material plástico, fibra y otro material duradero que están compuestas por dos o más cámaras y

una cámara aerobia, la cual puede emplear tecnología de lodos activados aerobia para biodegradar desechos complejos en compuestos más simples, resultando un efluente de mayor calidad apto para descarga a medio receptor o reúso. Las especificaciones técnicas de dichos tanques sépticos vienen definidas por el fabricante. En la Figura 7 se muestra la configuración de un tanque séptico mejorado con aireación.



SOLUCIÓN FOSAS SÉPTICAS MEJORADAS

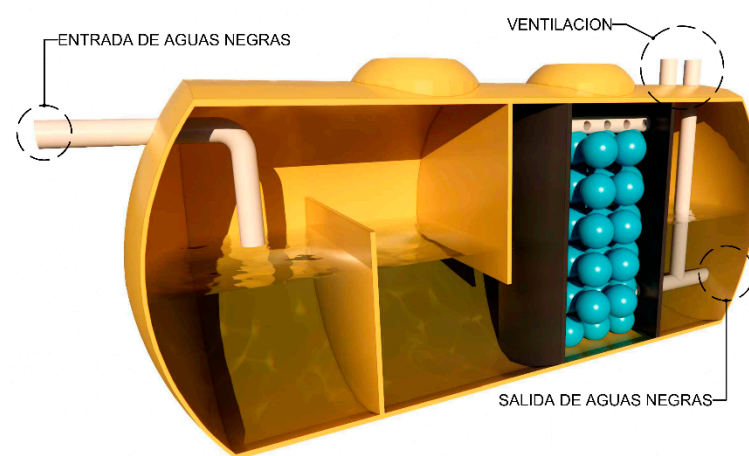


Figura 7. Tanque séptico mejorado con aireación

Biodigestor

Un biodigestor es un tanque cerrado donde se producen reacciones anaeróbicas (en ausencia de aire) en el que se degrada la materia orgánica disuelta en un medio acuoso (aguas residuales), obteniendo como subproductos metano, dióxido de carbono, trazas de hidrógeno y ácido sulfhídrico, propiciando a través de dicha reacción, la depuración de la carga contaminante presente en el agua residual para su descarga a un sistema de infiltración (zanja de infiltración, pozo de absorción, campo de riego, etc.). En la Figura 8 se muestran los elementos básicos de un biodigestor.

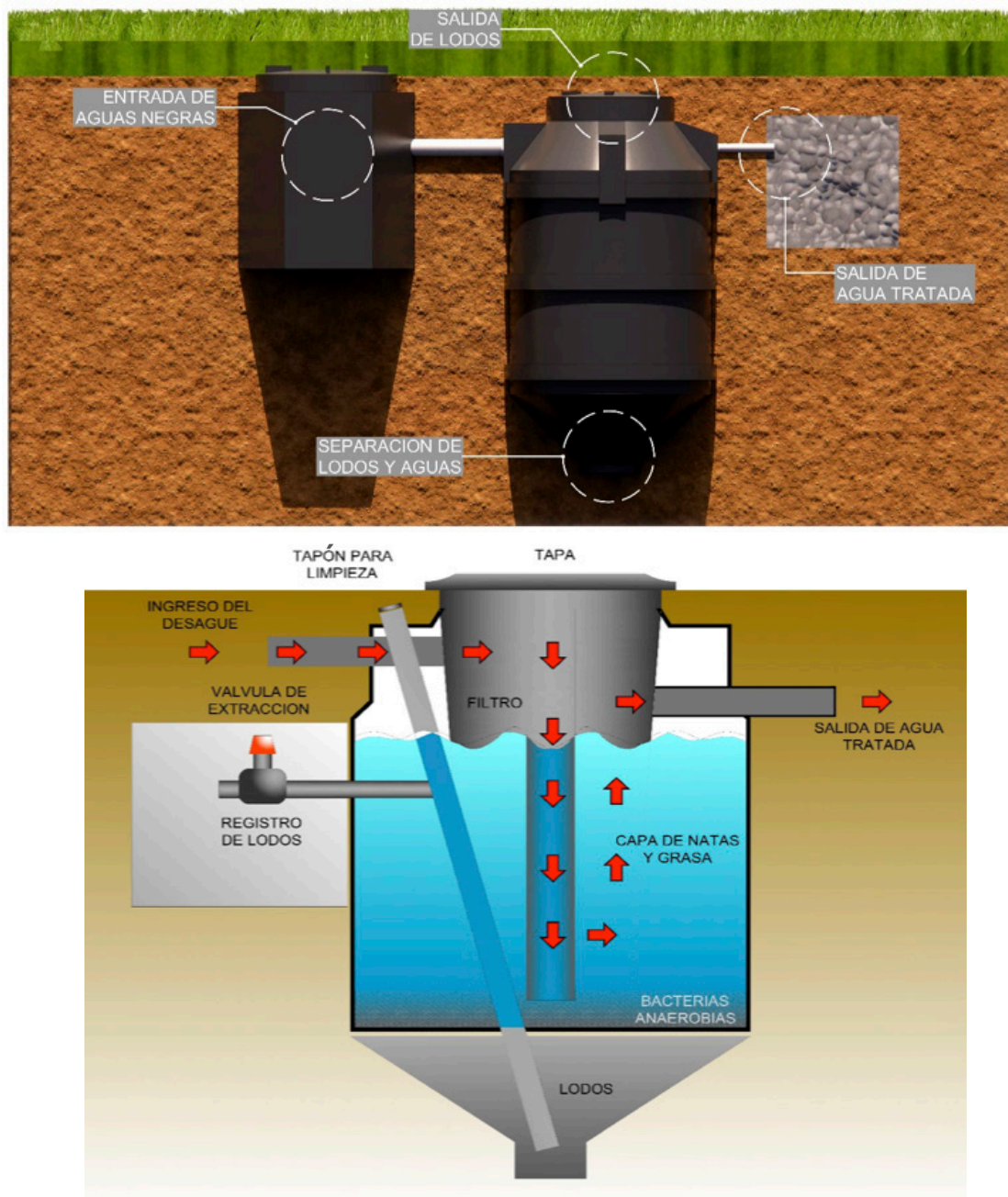


Figura 8. Elementos que conforman un biodigestor

4.3. Sistema de tratamiento individual prefabricado superficial

Son aplicables las mismas tecnologías detalladas en los sistemas de tratamiento individual prefabricados enterrados con la diferencia que en los sistemas superficiales, su instalación dependerá de las condiciones de permeabilidad del suelo, manto freático muy superficial o zonas inundables. A continuación, se describen los sistemas de infiltración aplicables según la condición del sitio en la que será instalado.

4.4. Sistemas de infiltración al suelo

Los efluentes procedentes de trampas para grasas y sólidos, de tanques sépticos y tanques sépticos mejorados, deberán ser descargados en sistemas de infiltración al suelo, para el diseño de dichos sistemas, el titular de la actividad, obra o proyecto deberá realizar la medición de la tasa de infiltración del suelo donde instalará el sistema, para lo cual, deberá aplicar el procedimiento establecido en el Anexo 2 de este documento.

Se aclara que, para efectos de los presentes lineamientos, se descarta la aplicación de sistemas de infiltración a suelo, en aquellos sitios que presentan baja permeabilidad de suelo o que el nivel freático sea superficial, de acuerdo a los valores establecidos en la Tabla 6 del presente documento.

4.4.1. Zanjas de infiltración

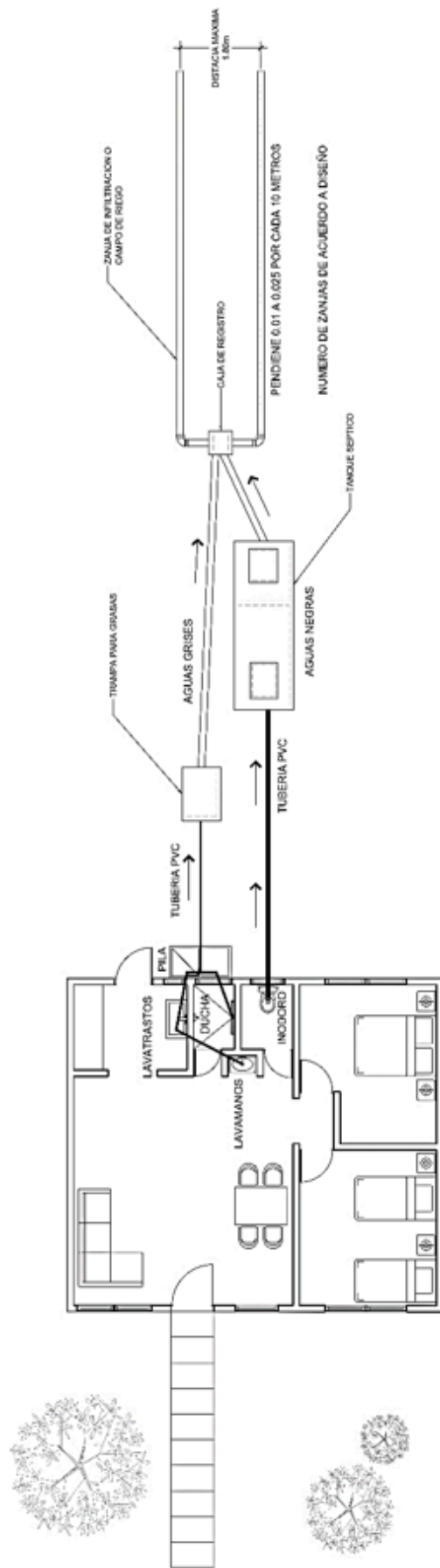
La zanja de infiltración es un sistema de tratamiento por infiltración al suelo, a través de tuberías perforadas instaladas a una profundidad entre 0.45 a 0.6 m. y con un ancho entre 0.60 y 0.90 m.; si la profundidad del nivel freático se encuentra entre 1.5 y 2.0 m, medido en época lluviosa.

Las zanjas de infiltración se utilizan como un componente del sistema de tratamiento individual de aguas negras y grises; cuando solamente se generen aguas grises, estas como paso previo al sistema de infiltración, deberán recibir tratamiento en una trampa de grasas, la cual puede ser prefabricada de acero inoxidable o convencional.

Este tipo de tecnología debe ser recomendado en las siguientes condiciones:

- a) Cuando se disponga del espacio requerido para su instalación.
- b) Cuando las condiciones hidrogeológicas no favorezcan la instalación de fosa séptica con pozo de absorción (nivel freático menor o igual a tres metros medido en forma vertical y en época lluviosa).

En la Figura 9 se muestra el esquema de línea de tratamiento de fosa séptica más zanja de infiltración o campo de riego.



PLANTA GENERAL

Figura 9. Esquema de fosa séptica más zanja de infiltración o campo de riego

Parámetros de diseño

Las zanjas de infiltración deben cumplir con los parámetros de diseño que se detallan en la Tabla 8.

Tabla 8. Recomendaciones de tecnología Sistemas de Tratamiento Individual según condiciones del terreno.

Parámetro	Especificación
Número mínimo de líneas de tubería	2
Longitud máxima de cada línea de tubería	20 m
Separación mínima entre líneas de tuberías	1.80
Profundidad de la zanja	0.45 a 0.60 m
Ancho de la zanja	0.60 a 0.90 m
Pendiente de tuberías	0.01 a 0.025 por cada 10 m

Si de acuerdo al diseño, la longitud total de la zanja fuese superior a 20 m, se debe instalar un número de tuberías tal, que la suma de las longitudes de cada tubería coincida con la longitud total calculada para el sistema.

Cálculo del caudal de aguas negras y grises

Para el cálculo del caudal de aguas negras y grises en las zanjas de infiltración, se debe usar la ecuación (4):

$$Q=0.80 * D \text{ (ecuación 4)}$$

Donde:

Q	Caudal de aguas negras y grises
D	Dotación de agua potable
UC	Habitantes a servir, área en m ² , alumnos, asiento y otras unidades consumidoras

Cálculo coeficiente de absorción del suelo

El coeficiente de absorción K expresado en litros por metro cuadrado por día, es obtenido en función del tiempo t, que tarda en bajar el nivel de agua 1 pulgada en la prueba de infiltración.

Los valores del coeficiente de absorción K se obtienen de la Figura 10, a partir de la tasa de infiltración de la prueba in situ, desarrollada en el procedimiento descrito en el Anexo 2 de los presentes lineamientos, donde se definen las pruebas para determinar tasa de infiltración del suelo en vivienda individual y proyectos de agua y saneamiento ejecutadas por instituciones gubernamentales y organismos no gubernamentales.

De igual forma los valores de coeficiente de absorción K se pueden obtener de la ecuación (5):

$$K = 1220 / (t + 7.5) \quad (\text{ecuación 5})$$

Cálculo de longitud de zanja de infiltración

Conociendo el coeficiente de absorción K, dado por la curva de zanjas de absorción de la Figura 10, se determina la longitud de zanjas de infiltración, con la ecuación 6:

$$L = \frac{(UC \cdot Q)}{(A \cdot K)} \quad (\text{ecuación 6})$$

Donde:

L=	Largo de zanja en metros
A=	Ancho de zanja en metros
UC=	Habitantes a servir, área en m ² , alumnos, asientos, bomba y otras unidades consumidoras
Q=	Caudal de aguas negras y grises en L/día por UC
K=	Coeficiente de absorción del suelo en L/m ² /día
T=	Tiempo de infiltración en minutos por pulgada, el cálculo de t se describe en el procedimiento establecido en Anexo 2 del presente documento.

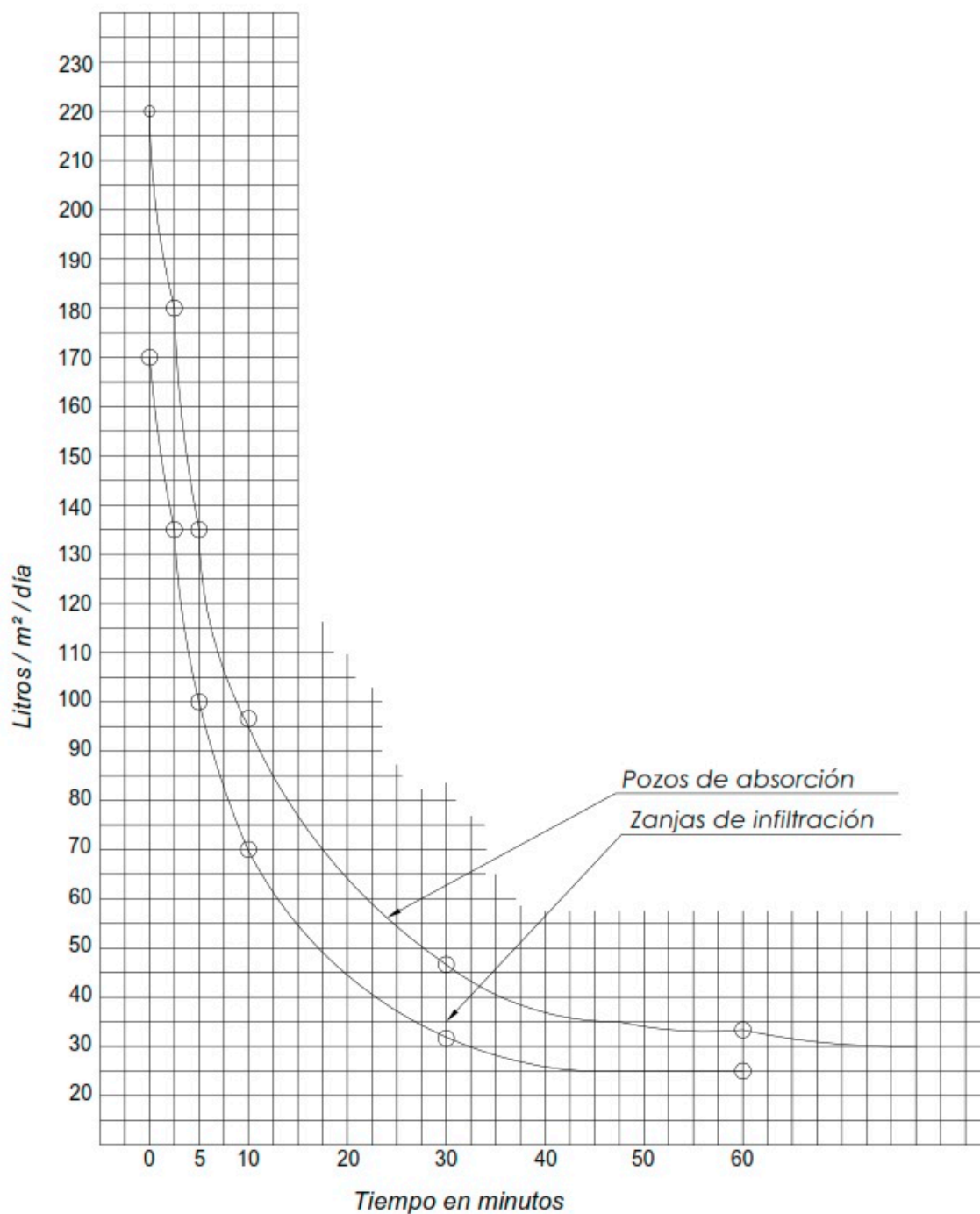


Figura 10. Gráfica para cálculo del coeficiente de absorción del suelo, a partir de la tasa de infiltración resultante de la prueba in situ.

Cálculo del área de la zanja

Para el cálculo del área de la zanja, se debe utilizar la ecuación (6):

$$A = Q / K \text{ (ecuación 6)}$$

Donde:

A	Área de la zanja expresada en m ²
Q	Caudal de aguas negras y grises en L/día
K	Coefficiente de absorción en L/m ² /día

Cálculo de longitud de la zanja

Para el cálculo de longitud de la zanja unitaria, se debe utilizar la ecuación (8):

$$L = A / a \text{ (ecuación 8)}$$

Donde:

L	Longitud de la zanja expresada en m
A	Área de la zanja expresada en m ²
a	Ancho de zanja en m

4.4.2. Zanja de Infiltración Superficial

Este tipo de tecnología deberá implementarse en zonas sujetas a inundación o en zonas que no poseen condiciones de permeabilidad. En los casos de zonas de inundabilidad, adicional a los requerimientos establecidos en la sección 4.4.1 del presente documento, deberá aplicar las siguientes consideraciones:

- Los sistemas ZAFS con caudal mayor a 10 m³/día son ambientalmente viables en zonas que inunden hasta 1.00 m, para tormentas con período de retorno de 25 años.
- Los sistemas ZAFS con caudal menor o igual a 10 m³/día son ambientalmente viables en zonas que inunden hasta 0.50 m, para tormentas con período de retorno de 25 años. Para zonas inundables con profundidades mayores no son ambientalmente viables este tipo de sistemas.

- c) Para instalaciones en zonas con inundación mayores a 1.00 m pero menores a 1.50 m, para tormentas con período de retorno de 25 años, se deberán elevar y aislar las tapaderas y la corona de la zanja un mínimo de 0.50 m para prevenir daños en tormentas de mayor envergadura.
- d) Para instalaciones en zonas con inundación mayores a 1.50 m en tormentas con período de inundación de 25 años, no se recomienda este tipo de sistemas, a menos que se eleven los niveles de sanitarios, rellenos y corona de zanja hasta un mínimo de 0.50 m por encima de la cota máxima de inundación registrada para el sitio.
- e) En todos los casos, establecerse estas obras como parte del costo de implementar la medida ambiental de saneamiento en la gestión o Programa de Manejo Ambiental.

4.4.3. Pozo de absorción

Este tipo de tecnología se debe recomendar en las siguientes condiciones:

- a) Cuando se prevea la instalación de letrina con arrastre de agua.
- b) Cuando las condiciones hidrogeológicas sean favorables.
- c) Cuando se disponga del espacio requerido para su instalación.
- d) Cuando la profundidad del pozo de absorción (calculada de acuerdo a prueba de infiltración) sea tal, que permita que la distancia del fondo del pozo al nivel freático sea mayor o igual a tres metros medidos en forma vertical y en época lluviosa.
- e) Cuando no se cumpliera con la distancia vertical requerida (tres metros), deberá construir una zanja de infiltración.

En la Figura 11 se muestra el esquema de línea de tratamiento de fosa séptica más pozo de absorción.

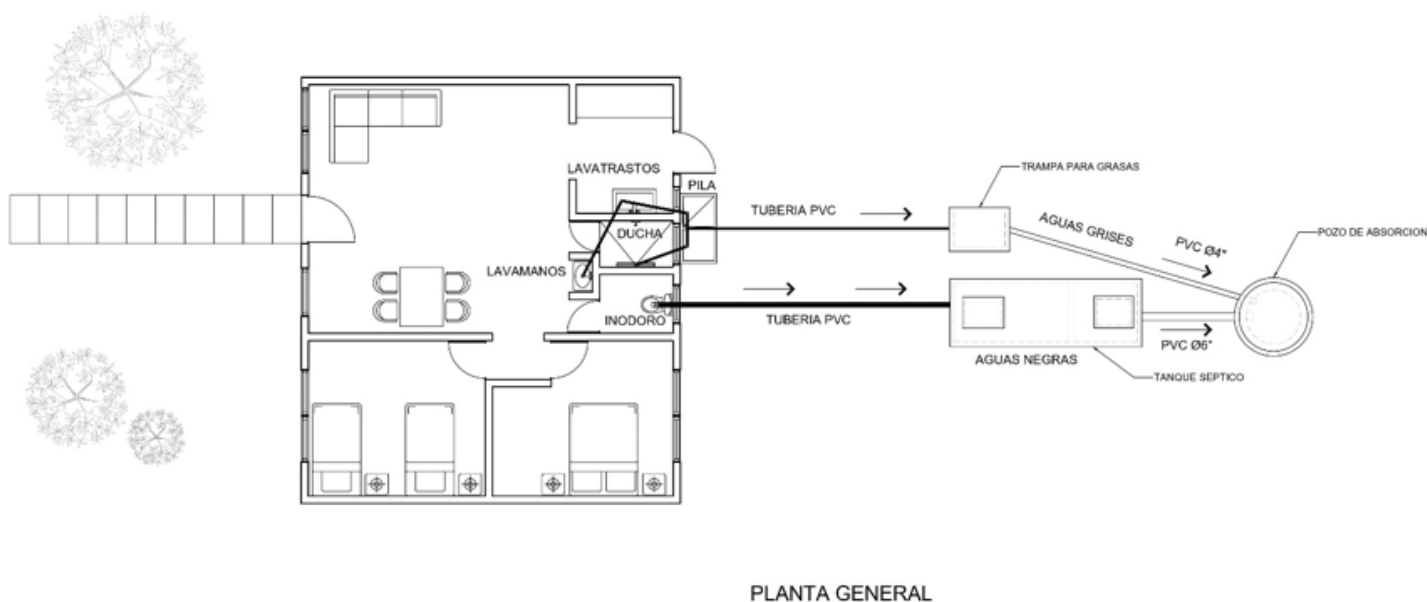


Figura 11. Esquema de fosa séptica con pozo de absorción

Los pozos de absorción deben ser instalados únicamente en suelos que permitan la excavación y la infiltración. La altura de diseño del pozo debe ser tal que permita que, entre el fondo del pozo y el nivel freático, exista una distancia mayor o igual a 3 metros, medido en época lluviosa. En los pozos de absorción, la superficie vertical filtrante es mayor que la horizontal, por lo que este tipo de sistema precisa una menor superficie para su instalación que las zanjas de infiltración. Los pozos de absorción podrán ser excavados o revestidos.

Diseño

Los parámetros de diseño de pozos de absorción se detallan en la Tabla 9:

Tabla 9. Parámetros de diseño de pozos de absorción

Parámetro	Especificación
Diámetro de pozo	Para pozos excavados mínimo 1 m, máximo 1.25 m; Para pozos revestidos mínimo 1.25 m y máximo 2 m
Altura de infiltración	Para pozos excavados mínimo de 3 m. hasta 6 m; Para pozos revestidos de 6 m. hasta 10 m; En caso de que la altura calculada sea menor a 3.0 m, deberá tomarse como altura mínima de diseño 3 m
Material filtrante a utilizar	Piedra cuarta exclusivamente
Altura de broquel	De 0.5 m para pozos con altura de infiltración de hasta de 3.0 m; 1.0 m para pozos con altura de 3.0 m hasta 6.0 m
Altura total del pozo	Altura de infiltración + 0.5 m de caída de agua + altura de broquel

Cálculo del caudal de agua residual

Para el cálculo del caudal de agua residual en los pozos de absorción, se emplea la ecuación (7):

$$Q=0.80 * D \text{ (ecuación 7)}$$

Donde:

Q	Caudal de aguas negras y grises en 1/día/UC
D	Dotación de agua potable 1/ día/UC. *
UC	Habitantes a servir, área en m ² , alumnos, asiento, bomba y otras unidades consumidoras

*Fuente: Normas Técnicas para abastecimiento de agua potable y alcantarillados de aguas negras. ANDA 2014.

Cálculo coeficiente de absorción del subsuelo

Para el cálculo del coeficiente de absorción del subsuelo en los pozos de absorción, se emplea la ecuación (8):

$$K = (1623) / (t + 7.5) \text{ (ecuación 8)}$$

Donde:

K	Coeficiente de absorción del suelo en L/m ² /día
t	Tiempo de infiltración en minutos por pulgada (el cálculo de t se describe en la prueba de infiltración en el Anexo 2 de los presentes lineamientos).

Los valores del coeficiente de absorción se pueden obtener adicionalmente a partir de la gráfica de la Figura 10, a partir de la tasa de infiltración de la prueba in situ.

Cálculo altura útil del pozo de absorción

Para el cálculo de la altura útil del pozo de absorción o altura de infiltración, se emplea la ecuación (9):

$$H = (UC * Q) / (K * \pi * \emptyset) \text{ (ecuación 9)}$$

Donde:

H	Altura de infiltración
K	Coeficiente de absorción del suelo en L/m ² /día
UC	Habitantes a servir, área en m ² , alumnos, asiento, bomba y otras unidades consumidoras
Q	Caudal de aguas negras y grises en L/día/UC
D	Dotación de agua potable L/día/UC *
Ø	Diámetro del pozo

*Fuente: Normas técnicas para abastecimiento de agua potable y alcantarillados de aguas negras. ANDA 2014.

Si la altura de infiltración calculada para el pozo de absorción, no respetase la distancia mínima exigida desde su fondo al nivel freático en época de lluvia, se deben construir como máximo dos pozos en paralelo, de forma que la sumatoria de las alturas de infiltración o útil de los mismos coincida con la altura de infiltración calculada; debiendo dejar una distancia mínima de tres metros entre bordes del pozo. En el Anexo 1 del presente documento se muestra el diseño de pozo de absorción.

Ubicación

Para la instalación de los pozos de absorción se deberán respetar las siguientes distancias mínimas, medidas a partir del borde del pozo:

- a) A 3 m de construcciones y límites de terrenos
- b) A 3 m de árboles y de cualquier punto de redes de abastecimiento de agua (tales como cantareras, redes de tuberías, entre otros)
- c) A 15 m distantes de pozos subterráneos o cuerpos de agua de cualquier naturaleza, si el pozo o cuerpo de agua se encuentra ubicado en un nivel inferior al pozo de absorción
- d) A 30 m del cuerpo de agua cuando este se ubique en un nivel superior al pozo de absorción
- e) Fuera de las zonas de protección de cuerpos de agua de cualquier naturaleza y de zonas inundables (ver ZAFS).

Estas distancias se medirán en un plano horizontal y desde el punto más cercano de la instalación de pozos de absorción hasta el elemento en cuestión.

Instalación

Para la instalación de pozos de absorción se debe cumplir los siguientes requisitos:

- a) Los pozos de absorción deben construirse en terrenos naturales.
- b) La distancia vertical entre el fondo del pozo y el nivel freático en época de lluvia debe ser como mínimo de 3 m. Los pozos de diámetro interno entre 1 a 1.25 m, se deben rellenar con piedra cuarta como material filtrante, para proporcionar mayor consistencia.
- c) Para el caso de los pozos de 1 hasta 1.25 m de diámetro interno, la pared del brocal, desde su parte superior hasta 0.50 m por debajo de la tubería de entrada de las aguas negras o grises a tratar, debe ser construido con material impermeable y resistente.
- d) Los pozos revestidos, de diámetro interno mayor a 1.25 hasta 2 m, no se deben rellenar con piedra cuarta como material filtrante, ya que van revestidos internamente con una

pared de ladrillo, que le proporciona mayor estabilidad. Esta pared debe contener espacios libres de mezcla donde corresponda para permitir la infiltración de las aguas negras y grises hacia el terreno, tal como se detalla en el Anexo 1 del presente documento.

- e) Estos espacios deben establecerse a partir del fondo del pozo hasta el nivel superior, cada dos hiladas (en la sisa), en dos puntos opuestos y lineales. La perforación deberá ser de dos centímetros de diámetro aproximado.
- f) Para cualquier diámetro de pozos, el broquel debe sobresalir por encima del terreno como mínimo 0.10 m.
- g) En el caso de los pozos revestidos de diámetro mayor a 1.25 m hasta 2 m de diámetro interno, entre la pared externa de ladrillo y el resto del hueco excavado, se dispondrá una capa de piedra cuarta de espesor de 0.5 m. a 1 m como mínimo en la altura total de excavación; debiendo construir una acera perimetral de 0.5 m de altura.
- h) La separación mínima entre pozos de absorción construidos en paralelo, debe ser de 4 veces su diámetro, medida desde el borde del pozo.
- i) Durante la excavación y recubrimiento de las paredes de los pozos, se debe cumplir con todas las medidas de seguridad reglamentarias.
- j) Todas las tuberías y accesorios utilizados deben ser de PVC, de acuerdo a especificaciones técnicas del fabricante.

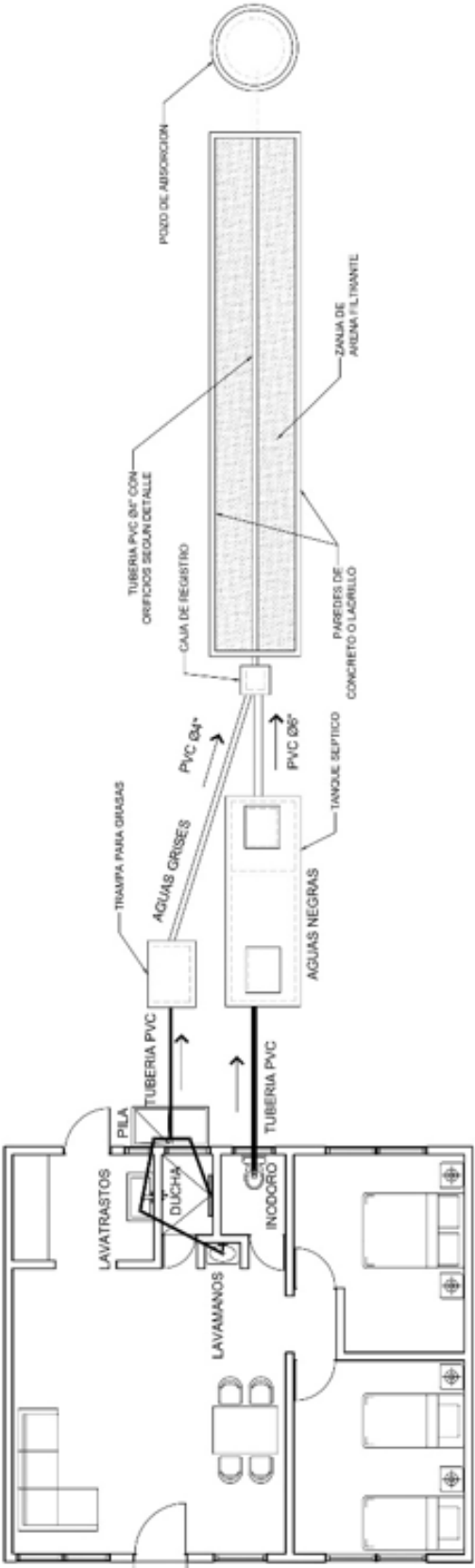
4.4.4. Zanja de arena filtrante

Este tipo de tecnología aplica para suelos relativamente impermeables y con un coeficiente de infiltración mayor a 25 minutos/centímetro.

Un valor aproximado de la tasa de infiltración podrá establecerse de acuerdo a los valores promedios presentados en la Tabla 6.

Cuando el nivel freático sea mayor a tres metros.

En la Figura 12 se muestra el esquema de línea de tratamiento de fosa séptica más zanja de arena filtrante.



PLANTA GENERAL

Figura 12. Esquema de fosa séptica más zanja de arena filtrante

Diseño

Cuando el suelo disponible es relativamente impermeable, con tasas de infiltración mayor de los 25 minutos/centímetro, el empleo de zanjas de infiltración o campo de riego no es recomendable, debido a la extensión del terreno requerido y a su correspondiente costo. En tales casos se puede recurrir a las zanjas de arena filtrante como una alternativa de tratamiento complementario para efluentes de tanques sépticos.

La zanja de arena filtrante consiste en una caja de ladrillo o concreto de 0,75 m de altura como mínimo, conformada con cuatro paredes laterales. En el fondo de la zanja, se coloca una capa de 0,10 metros de suelo cemento de proporción 1:6, rellenándola ascendentemente con grava n.º 2 hasta 0,05 metros arriba, sobre el tubo inferior; posteriormente se coloca una capa de arena gruesa limpia hasta una altura máxima de 60 centímetros y otra capa de grava n.º 2 sobre la arena gruesa hasta cubrir el tubo superior, rellenando con tierra hasta completar la altura de la caja.

Las zanjas de arena filtrante se componen de una serie de zanjas similares a las de infiltración, pero con dos grandes diferencias: la primera, bajo la capa de grava que contiene la tubería de distribución, se adiciona una capa de arena que sirve como medio filtrante, y la segunda, porque el efluente del tanque séptico no es infiltrado en el subsuelo sino drenado en una tubería localizada en la parte inferior de la zanja, debajo de la capa de arena.

El líquido drenado en la tubería localizada en la parte inferior de la zanja, se deposita en una caja de ladrillo de dimensión de un metro cúbico como mínimo, instalada a una distancia mínima de un metro del límite de las zanjas (para terreno rocoso o nivel freático superficial) o en un pozo de absorción cuando el terreno sea arenoso.

Las aguas resultantes de la caja se pueden esparcir en el terreno periódicamente. En el caso de instalar un pozo de absorción, el líquido se infiltra en el terreno.

Los parámetros básicos de las zanjas de arena filtrante se detallan en la Tabla 10:

Tabla 10. Parámetros de diseño de zanjas de arena filtrante.

Parámetro	Especificación
Área horizontal: es el área requerida para el lecho filtrante. Se determina utilizando la ecuación 10: $A = QP / R \text{ (ecuación 10)}$ Donde: A: es el área horizontal del lecho filtrante en metros cuadrados Q: es la aportación en litros/habitante/día P: es el número de habitantes del inmueble R: es la tasa de infiltración en litros/m² /día	Para realizar la prueba de infiltración para diseño e instalación de la zanja de arena filtrante, se debe utilizar el mismo procedimiento descrito en el presente documento.
Ancho de la zanja de absorción	Se recomienda usar el ancho de zanja aproximado de 1,50 metros. Si es necesario el uso de una segunda línea, esta podrá construirse colindando con la primera, duplicándose el ancho de la zanja. En este caso, solo se requerirá una tubería de recolección localizada a la distancia media entre las dos tuberías de distribución.
Materiales	Las capas de grava que rodean las tuberías de distribución y recolección tendrán un espesor de 0,15 metros; la capa de arena tendrá un espesor entre 0,40 y 0,60 metros, y el recubrimiento de tierra tendrá una profundidad de 0,10 metros.
Dosificador	Cuando el área de las zanjas de absorción sobrepase 170 m ² , se recomienda la instalación de un elemento dosificador a la salida del tanque séptico. Dicho elemento podrá ser un sifón, una bomba o cualquier otro sistema que cumpla con esta función. El tamaño del tanque y del elemento dosificador estará determinado por las aportaciones a tratar.

Ubicación

Para construir una zanja de arena filtrante, se requieren los siguientes materiales:

- Grava o piedra triturada de granulometría variable comprendida entre 20 y 50 milímetros.
- Arena lavada gruesa que pase 100 % la malla número 4, con un tamaño efectivo de 0,30 a 0,60 milímetros.
- Tubería de 4 pulgadas de diámetro con perforaciones.

- d) Las tuberías deberán ser perforadas con dos líneas paralelas de orificios de $\frac{1}{4}$ de pulgada de diámetro, a cada 20 centímetros. Los orificios de la tubería superior se perforan en la parte inferior de la misma; y en la parte superior para la tubería colocada en la parte inferior de la zanja.
- e) Las tuberías de distribución y recolección deberán estar rodeadas de grava o piedra partida con tamaños entre 20 y 50 milímetros. El lecho de arena por encima de la tubería de recolección deberá ser consolidado, antes de colocar la tubería distribuidora, con el objeto de evitar asentamientos y falta de alineación en la misma.
- f) Fuera de las zonas de protección de cuerpos de agua de cualquier naturaleza y de zonas inundables con profundidades mayores de 1.50 metros (profundidades menores, ver ZAFS).

4.5. Sistemas de tratamiento individual sin arrastre de agua

Los sistemas de tratamiento individual sin arrastre de agua se podrán utilizar en el caso de que ninguna de las soluciones descritas anteriormente sea factible. Sin embargo, se deberá usar una trampa de grasa más un sistema de infiltración para las aguas grises, o en su casa reúso de dichas aguas.

4.5.1. Letrina abonera

La letrina abonera seca familiar es una letrina de tipo seco, que tienen dos cámaras de descomposición, las que se emplean en forma alternante, permitiendo mantener el proceso de degradación de la materia fecal.

La letrina abonera separa las heces de la orina y es muy amigable con el ambiente. Se emplea en lugar de la letrina seca tradicional cuando las condiciones del suelo no lo permiten. En la Figura 13 se muestra esquema de letrina abonera.



Figura 13. Vista de letrina abonera

4.5.2. Letrina Solar

La letrina solar es una letrina abonera, reducida a una sola cámara, con una plancha y una taza, a la cual se ha agregado un colector solar que deshidrata las heces, acelerando de esta manera su proceso de desecación. En la Figura 14 se muestra un esquema de letrina solar.



Figura 14. Vista de letrina solar

5. Reúso de agua residual tratada

- Para lograr la protección de los ecosistemas lénticos (lagos, lagunas, sitios RAMSAR y otros humedales), solamente se permite la instalación de sistemas individuales de tratamiento con reúso de aguas residuales tratadas, conforme la reglamentación vigente.
- En el caso de proyectos en los cuales, por su ubicación y criterios establecidos en los instrumentos vigentes de zonificación ambiental y planes de manejo de áreas naturales protegidas y sus zonas de amortiguamiento no sea factible la descarga de aguas residuales tratadas, deberá implementarse el reúso de las mismas, conforme la reglamentación vigente.
- En el caso de proyectos que por la baja permeabilidad del suelo no permiten la infiltración, se deberá considerar el reúso como alternativa a la descarga al suelo, posterior a la instalación del sistema individual de saneamiento en superficie. Para estos casos, no se podrán viabilizar sistemas individuales enterrados.

Referencias

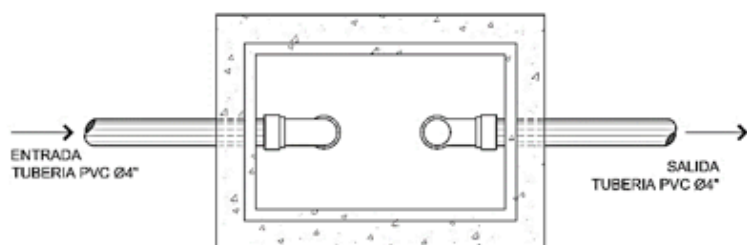
Ministerio de Salud, El Salvador. Guía Técnica Sanitaria para la Instalación y Funcionamiento de Sistemas de Tratamiento Individuales de Aguas Negras y Grises. 2009.

Ministerio de Salud, El Salvador. Norma Técnica Sanitaria para la Instalación, Uso y Mantenimiento de Letrinas Secas sin Arrastre de Agua.

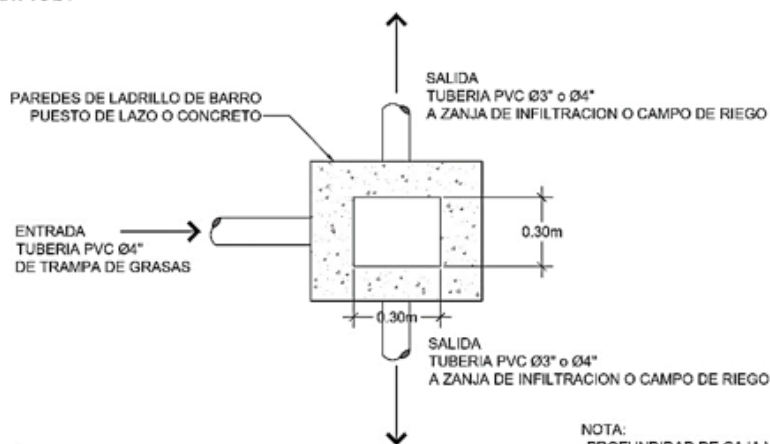
MINENERGIA / PNUD / FAO / GEF. CHILE. 2011. Manual de Biogás.

Anexo 1. Esquemas de unidades de sistemas de tratamiento de aguas negras individuales

TRAMPA GRASA

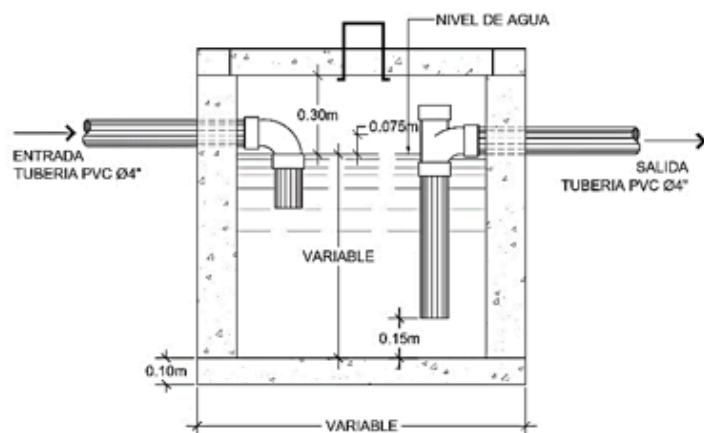


PLANTA DE TRAMPA PARA GRASAS (SIN CUBIERTA)



NOTA:
-PROFUNDIDAD DE CAJA VARIABLE

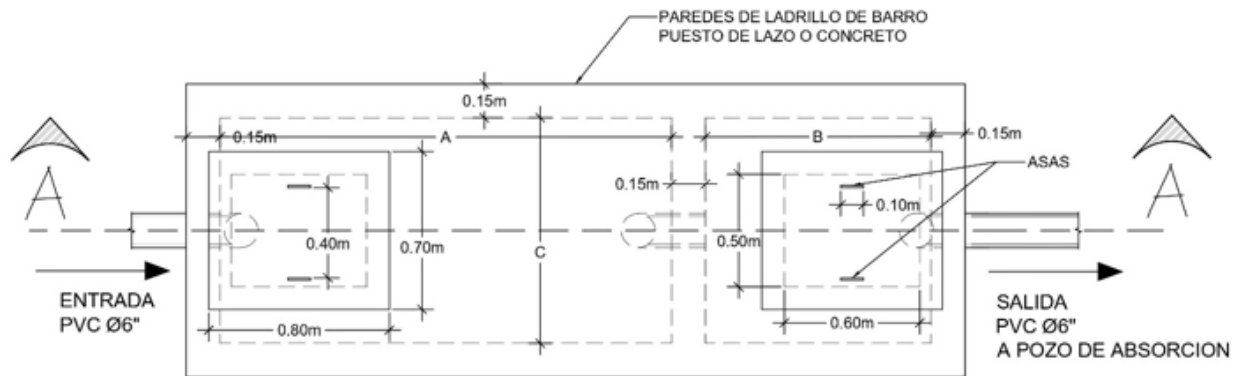
ESQUEMA EN PLANTA DE CAJA DE REGISTRO



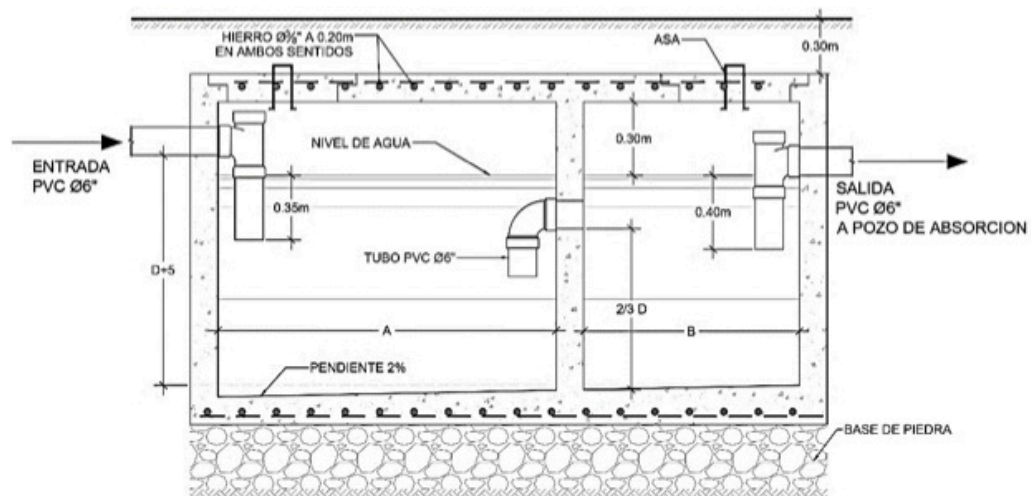
SECCIÓN DE TRAMPA PARA GRASAS

FOSA SÉPTICA

DIMENSIONES DE FOSA SÉPTICA				
Nº DE PERSONAS	A	B	C	D
6 ó MENOS	2.00m	1.00m	1.00m	1.30m
9	2.30m	1.15m	1.00m	1.30m
12	2.60m	1.30m	1.15m	1.30m
15	3.00m	1.45m	1.30m	1.30m
50	5.40m	2.60m	1.60m	1.60m
100	6.60m	3.30m	2.00m	2.00m



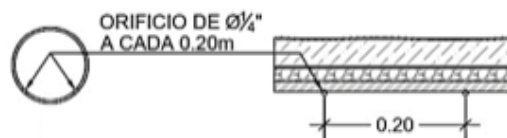
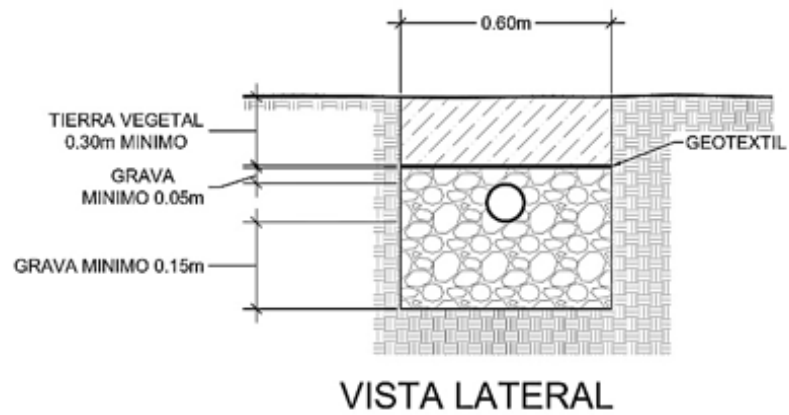
PLANTA DE FOSA SÉPTICA



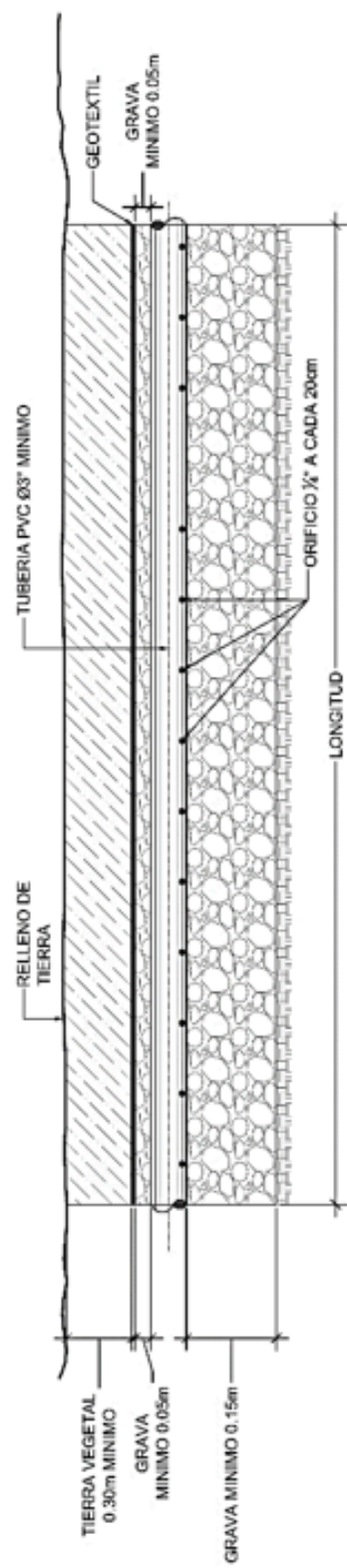
SECCIÓN A - A DE TANQUE SÉPTICO

VISTA LONGITUDINAL DE ZANJA DE INFILTRACIÓN

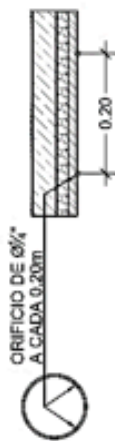




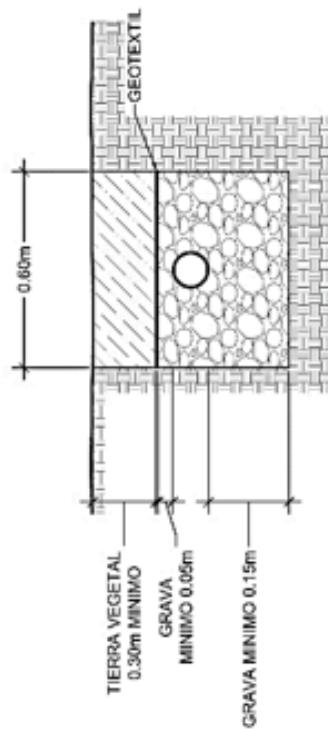
DETALLE DE ORIFICIOS EN TUBERÍA



VISTA LONGITUDINAL DE ZANJA DE INFILTRACIÓN

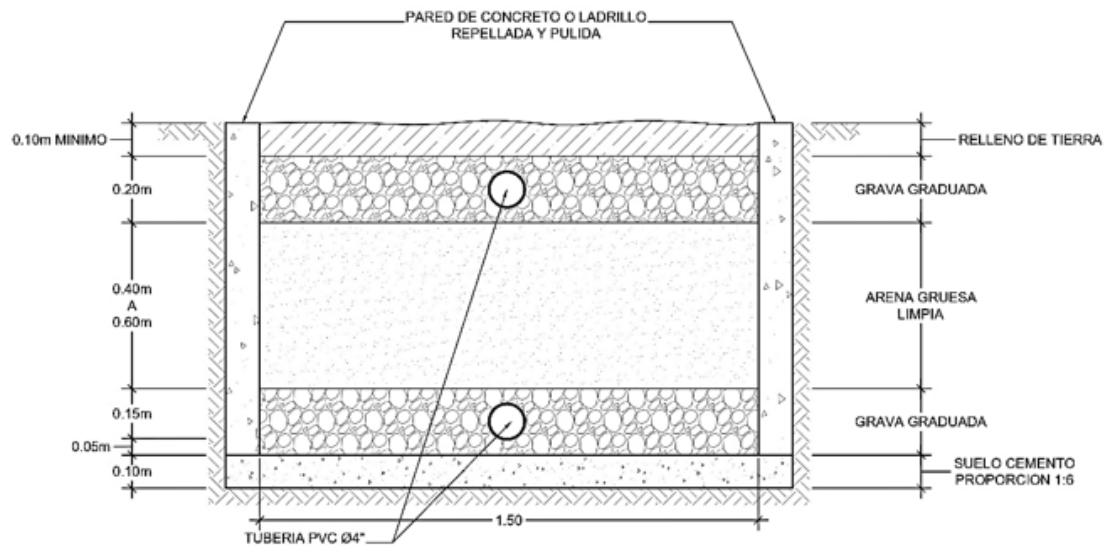


DETALLE DE ORIFICIOS EN TUBERÍA

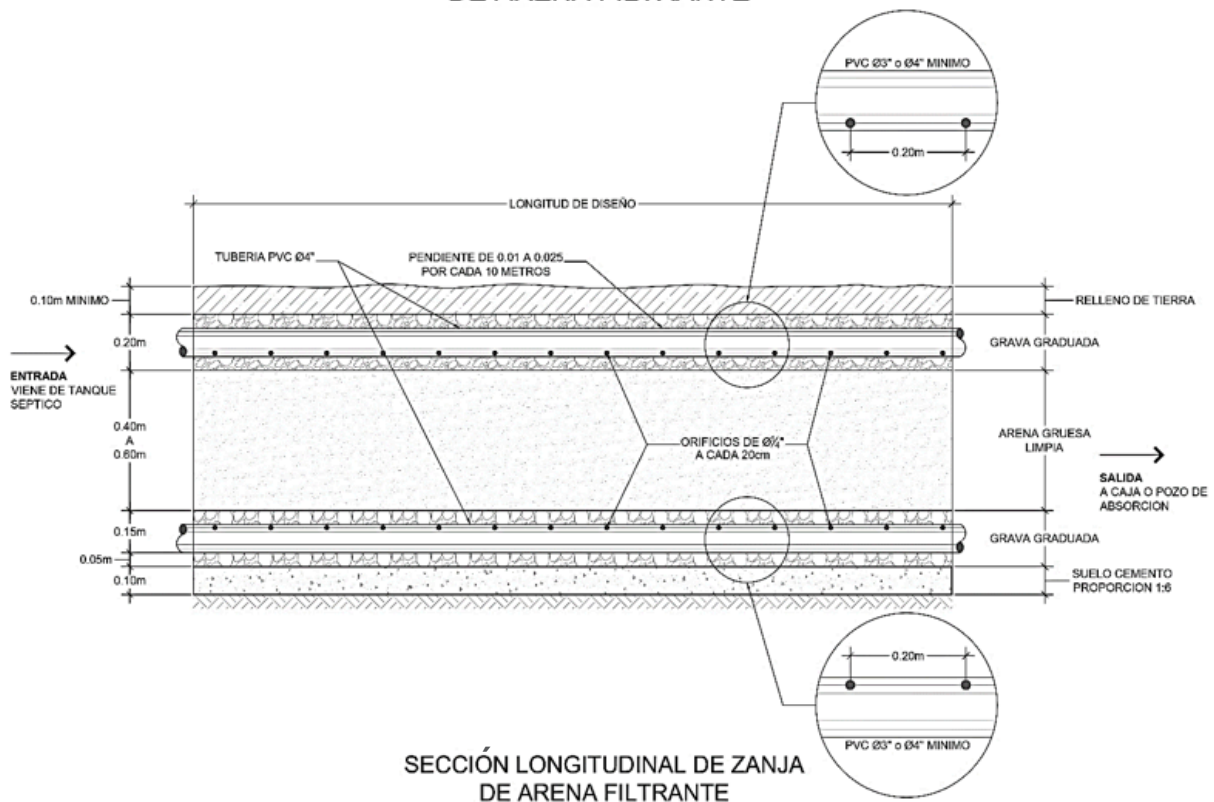


VISTA LATERAL

ZANJA DE ARENA FILTRANTE

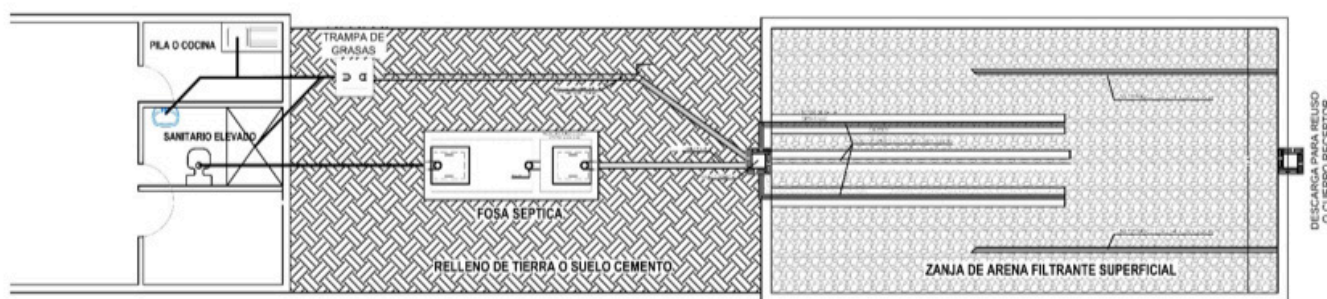


SECCIÓN TRANSVERSAL DE ZANJA DE ARENA FILTRANTE

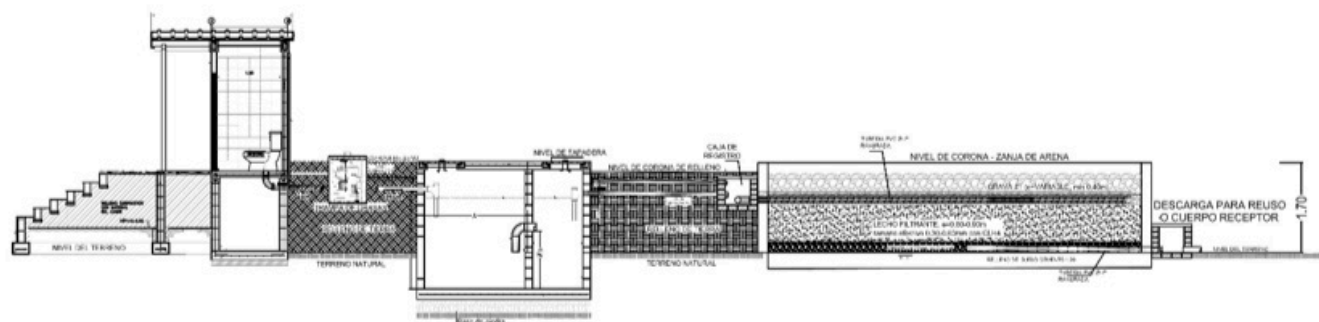


SECCIÓN LONGITUDINAL DE ZANJA DE ARENA FILTRANTE

ZANJA DE ARENA FILTRANTE SUPERFICIAL (ZAFS)



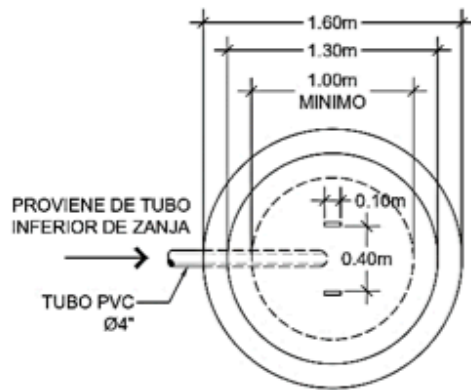
PLANTA



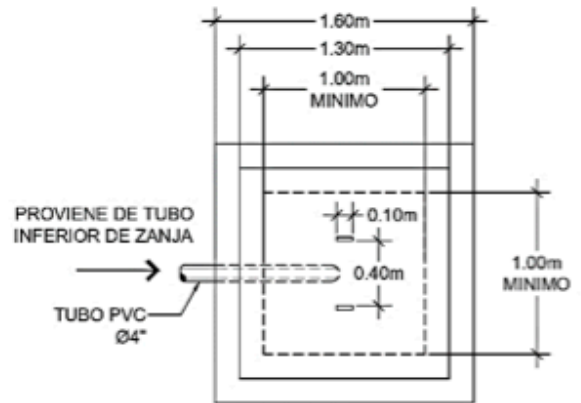
PERFIL

NOTA: La Fosa séptica puede ser sustituida por una fosa séptica + FAFA o un biodigestor prefabricado.

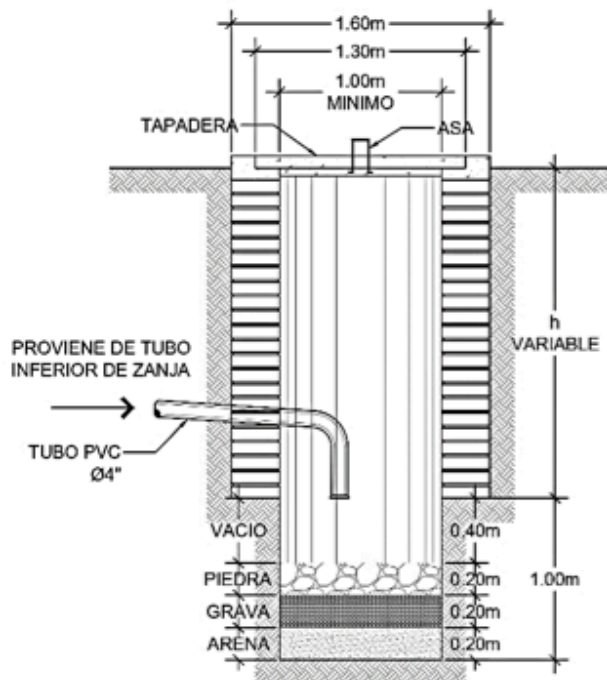
ZANJA DE ARENA FILTRANTE



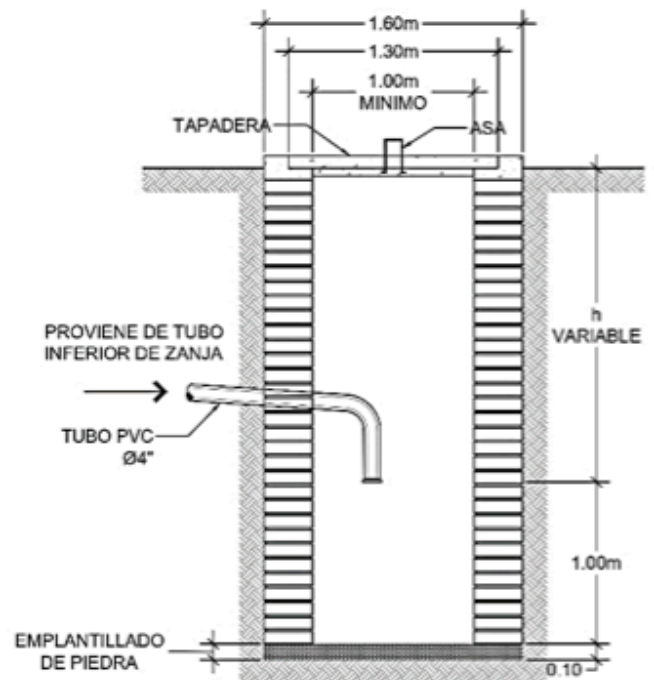
PLANTA DE POZO DE ABSORCIÓN



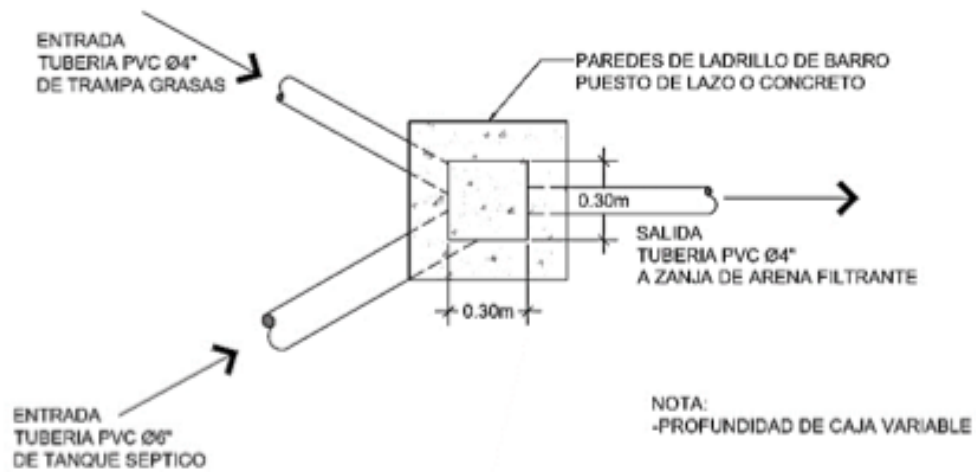
PLANTA DE CAJA



SECCIÓN DE POZO DE ABSORCIÓN

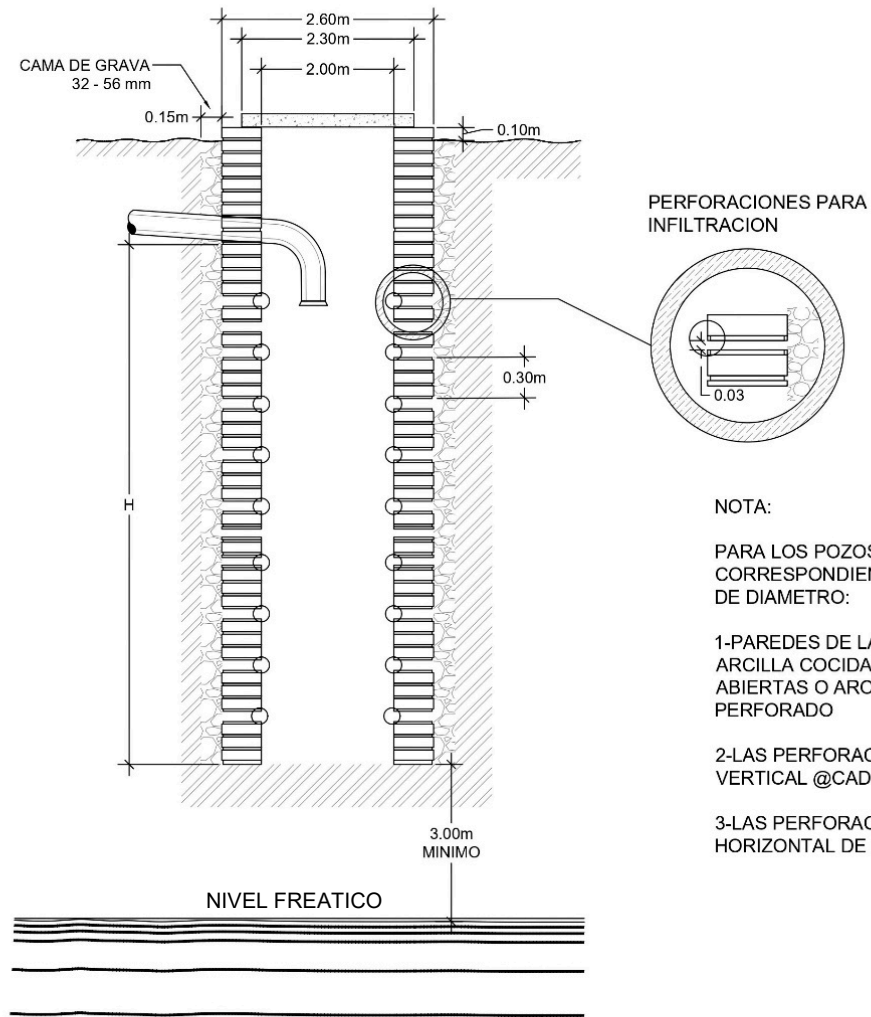


SECCIÓN DE CAJA



ESQUEMA EN PLANTA DE
CAJA DE REGISTRO

POZO DE ABSORCIÓN REVESTIDO



NOTA:

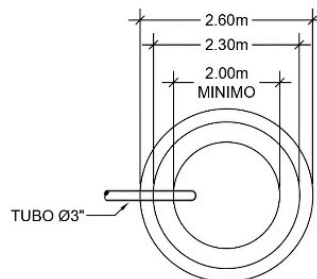
PARA LOS POZOS DE ABSORCION
CORRESPONDIENTE A 2m
DE DIAMETRO:

1-PAREDES DE LADRILLO DE
ARCILLA COCIDA CON SISAS
ABIERTAS O AROS DE CONCRETO
PERFORADO

2-LAS PERFORACIONES EN
VERTICAL @CADA 3 HILADAS

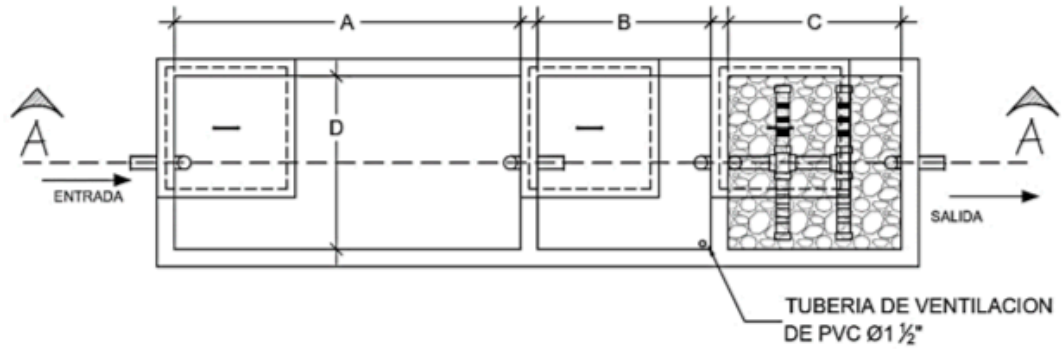
3-LAS PERFORACIONES EN
HORIZONTAL DE 0.03m @0.20m

DETALLE DE POZO DE ABSORCIÓN CON REVESTIMIENTO

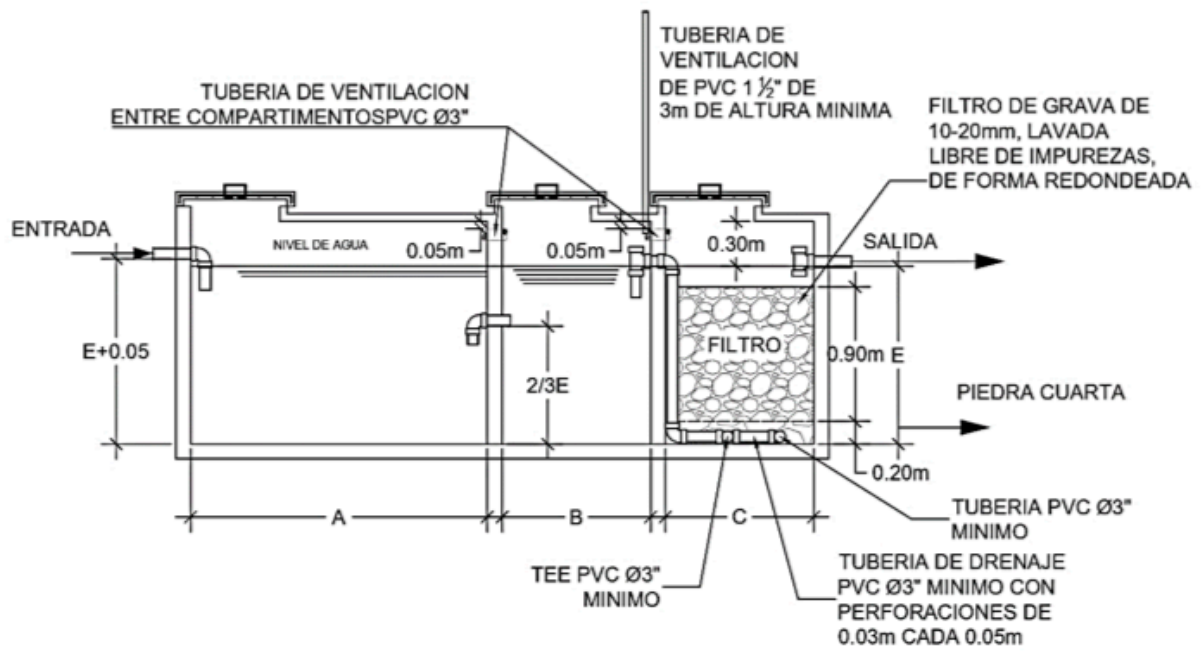


PLANTA DE POZO DE ABSORCION

BIODIGESTOR



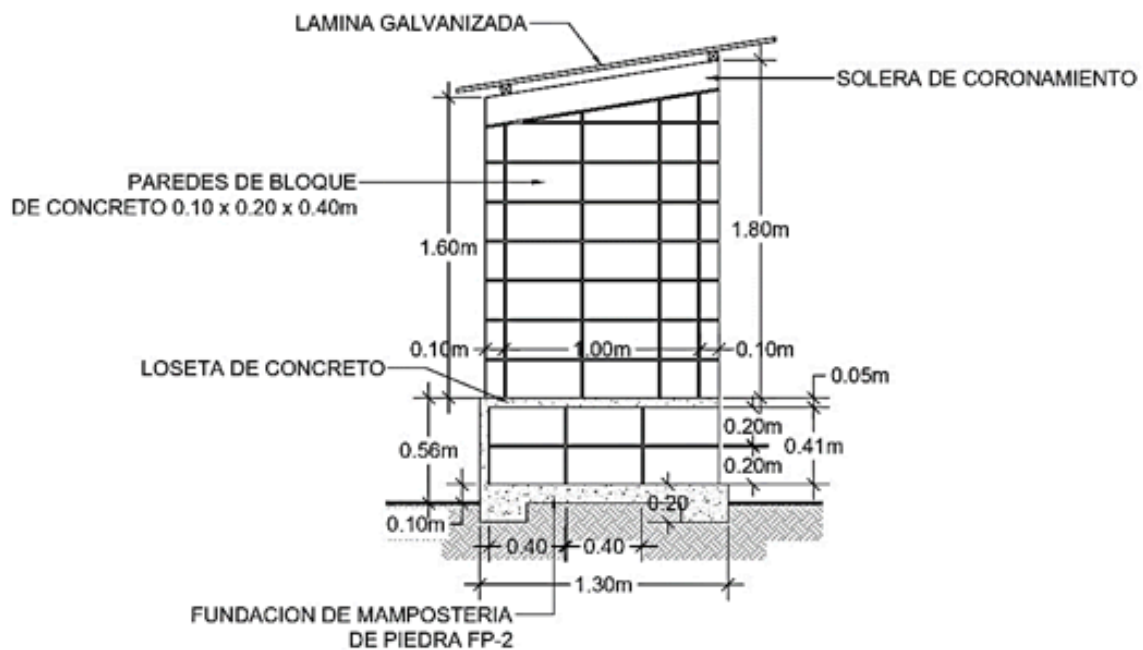
PLANTA DE BIODIGESTOR



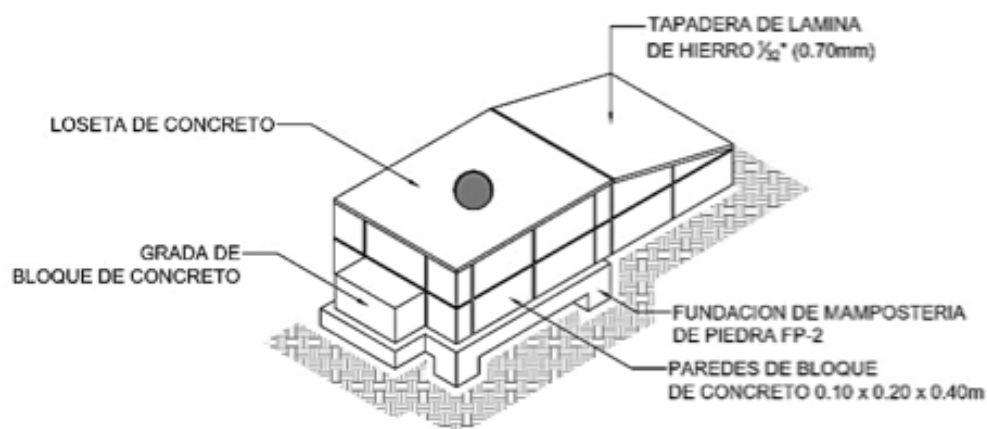
SECCIÓN A - A DE BIODIGESTOR

DIMENSIONES DE BIODIGESTOR				
N° DE PERSONAS	A	B	C	D
6 ó MENOS	2.00m	1.00m	1.00m	1.30m
9	2.30m	1.15m	1.00m	1.30m
12	2.60m	1.30m	1.15m	1.30m
15	3.00m	1.45m	1.30m	1.30m
50	5.40m	2.60m	1.60m	1.60m
100	6.60m	3.30m	2.00m	2.00m

LETRINA SOLAR



VISTA FRONTAL DE LETRINA SOLAR



ISOMÉTRICO DE LETRINA SOLAR

DIMENSIONES Y COMPONENTES DE LOS TIPOS DE LETRINA		
COMPONENTE	TIPOS DE LETRINA	
	LASF	LS
1. DIMENSIONES DE LA BASE		
ANCHO	1.30m	NORTE 1.20m SUR 1.10m
LARGO	1.80m	1.90m
ESPESOR MINIMO EN EL CENTRO	0.15m	0.15m
ESPESOR MINIMO EN LOS EXTREMOS	0.25m	0.25m
ESPESOR MAXIMO EN CASO DE INUNDACION	0.60m	0.60m
2. DIMENSIONES DE LA BASE		
LARGO	1.70m	1.20m
ANCHO	1.20m	1.00m
PROFUNDIDAD	-	-
ALTO	0.85m	0.41m
ALTURA FRONTAL	-	0.41m
ALTURA POSTERIOR	-	0.22m
3. INSTALACION DE PLANCHA	2u	1u
4. TAZA	2u	1u
5. GRADAS		
HUELLA	0.30m	0.30m
CONTRAHUELLA	0.20m	0.20m
6. DEPOSITO PARA CONFINAMIENTO DE LA ORINA		
VOLUMEN MINIMO (0.40m x 0.40m x 0.50m) ANCHO, LARGO Y ALTO RESPECTIVAMENTE, SI EL TERRENO ES PERMEABLE, EN CASO CONTRARIO USAR DEPOSITO PLASTICO.	2u	1u

Anexo 2. Tablas de velocidad de infiltración en terreno y procedimiento para pruebas de infiltración

2.1. Ensayo para la determinación de tasa de infiltración

El número de pruebas a realizar dependerá en proyectos de agua y saneamiento dependerá de la cantidad de sistemas de tratamiento individuales de aguas negras y grises con infiltración al suelo a instalar, en el caso de aguas negras y grises generadas por una vivienda individual, es suficiente una prueba.

Para el caso de proyectos de agua y saneamiento, donde existen viviendas habitadas, se deberá realizar el número de pruebas de acuerdo a la información contenida en la Tabla 1, en función del número de viviendas. Cuando se hace necesaria la realización de varios ensayos, la distancia mínima entre los mismos debe ser de 30 m.

Tabla 1. Número de pruebas a realizar en función del número de viviendas del proyecto.

n.º de Viviendas*	% de Ensayos	n.º de Ensayos
10	3%	3
25	20%	5
50	25%	13
100	30%	30

Fuente: Ministerio de Salud

*: Siempre que se cumplan las condiciones de espacio disponible y tipo de suelo adecuado para instalar sistemas de tratamiento individual de aguas negras y grises con infiltración al suelo. Adicionalmente, en caso de superar el límite de viviendas establecido, deberá instalarse un sistema de tratamiento colectivo de aguas residuales.

2.1.1. Prueba de infiltración para determinar la profundidad del pozo de absorción

Se recomienda que el suelo donde se haga la prueba no esté saturado de agua, si la prueba se realiza en época lluviosa, es preferible esperar como mínimo dos días sin lluvia para efectuarla. La ejecución de la prueba de infiltración será responsabilidad de la persona natural o jurídica solicitante, con asesoría del delegado de la Unidad de Salud respectiva. La prueba se realiza mediante la técnica descrita a continuación:

Se debe realizar una excavación de 1 m x 1 m x 1 m

Para la prueba de infiltración se debe realizar una excavación donde se deposita el agua, debe tener dimensiones de 0,30 metros x 0,30 metros de base x 0,35 metros de profundidad, en el fondo de la primera, realizando la prueba de infiltración a dicha profundidad y repitiendo la prueba de infiltración a cada metro, hasta la profundidad mínima de cuatro metros.

Posterior a realizar la excavación de la prueba, se debe raspar sus paredes laterales y su fondo, debiendo retirar el material desprendido, ya que, al realizar la excavación, la fricción y empuje de las herramientas empleadas pueden sellar el suelo.

Después de finalizar la excavación, se coloca una capa de 5 centímetros de arena gruesa o grava en el fondo.

Llenar con agua en toda la altura de la excavación y dejar que se consuma totalmente. Llenar nuevamente para saturar el suelo hasta una altura del agua de 15 centímetros a partir del fondo y se determina el tiempo en el que el agua baja 2.5 centímetros.

El nivel de lámina de agua se medirá con la ayuda de la referencia establecida. Durante un período de cuatro horas, y a intervalos de 30 minutos, se procederá a determinar la altura de lámina de agua en la excavación de la prueba, reponiendo agua si fuese necesario. Se anotarán los valores de altura obtenidos en el transcurso del ensayo en la Tabla 2.

Tabla 2. Formato para registrar resultados de las pruebas del tiempo de infiltración

Prueba n.º	Hora de inicio	Hora final	Altura inicial (centímetros)	Altura final (centímetros)	Diferencia de alturas (centímetros)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					

Fuente: Ministerio de Salud

La diferencia de lecturas de nivel, al inicio y final del último período de 30 minutos de la prueba, es la que se toma para definir el tiempo de infiltración del terreno en minutos/centímetros:

Tiempo de infiltración= (30 minutos) / (número de centímetros del último descenso)
(ecuación 2.1)

Si el tiempo es mayor de 30 minutos, es un terreno inadecuado por lo que ya no se recomienda la instalación del pozo de absorción y se sugiere la instalación de un sistema de arena filtrante. Si el tiempo es menor o igual a 10 minutos es un terreno arenoso o muy permeable.

Se debe calcular el valor medio de todas las mediciones realizadas en el transcurso de las cuatro horas de duración de la prueba, y comparar este valor con el obtenido en la última prueba. Si se observan diferencias significativas entre ambos valores, será indicio que se

han cometido errores durante las lecturas, o de una deficiente saturación inicial del suelo; debiéndose realizar nuevamente la prueba.

Con el tiempo de infiltración se determina el coeficiente de absorción del suelo de acuerdo a la Tabla 3.

Tabla 3. Resultados para determinación de la infiltración en función del tiempo.

Tiempo en minutos para que el nivel del agua baje 2.5 centímetros	Superficie de infiltración requerida por persona por día en m ² (K1)
1	0.88
2	1.08
5	1.44
10	2.25
Más de 30	Terreno inadecuado

Fuente: Ministerio de Salud

Conociendo el coeficiente de absorción, la profundidad efectiva del pozo se determina con base en la siguiente ecuación:

$$H = (K1 \times N) / (\pi \times D) \quad (\text{ecuación 2.2})$$

Donde:

H: profundidad efectiva del pozo en metros (altura total en la que se deposita el material filtrante; a esta altura se debe adicionar 50 centímetros sobre la capa de piedra cuarta hasta la caída del efluente más la altura del broquel del pozo).

K1: coeficiente de absorción en metros cuadrados/persona/día

N: número de habitantes del inmueble

D: diámetro medio del pozo en metros

2.1.2. Prueba de infiltración para diseño e instalación de la zanja de infiltración o campo de riego.

A continuación, se describe el procedimiento para realizar pruebas de infiltración para diseño de zanjas de infiltración o campo de riego:

Excavar como mínimo seis pozos espaciados uniformemente dentro del área propuesta para el campo de infiltración.

Las excavaciones para realizar las pruebas deben tener lados o un diámetro de 0.30 metros, excavados hasta la profundidad del campo de riego o zanja de infiltración propuesta.

Las paredes de las excavaciones deben ser raspadas, con el propósito de lograr una absorción natural del suelo, y agregar una capa de arena gruesa o grava fina de 0.05 metros de espesor para proteger el fondo.

Agregar agua a la excavación de prueba hasta el nivel del terreno por cuatro horas. Si el suelo es altamente permeable se debe agregar más agua hasta cumplir las cuatro horas para lograr la saturación del mismo.

Veinticuatro horas posteriores a la saturación de la excavación de prueba, se determina la tasa de infiltración de acuerdo a las siguientes consideraciones:

- a) Agregar nuevamente agua a la excavación de prueba hasta el nivel del terreno.
- b) En terrenos poco permeables la prueba de infiltración se realiza midiendo el descenso del nivel del agua durante intervalos de 30 minutos en un período de cuatro horas.
- c) El descenso que ocurre durante el período final de 30 minutos se usa para calcular la tasa de infiltración.
- d) En terrenos permeables la prueba de infiltración se realiza midiendo el descenso del nivel del agua durante intervalos de 10 minutos en un período de 1 hora.
- e) El descenso que ocurra en los últimos 10 minutos se usa para calcular la tasa de infiltración.

En la Tabla 4 se muestran valores aproximados de tasa de infiltración para cálculo de zanjas de infiltración y de arena filtrante.

Tabla 4. Valores aproximados de tasa de infiltración para cálculo de zanjas de infiltración y arena filtrante.

Tasa de Infiltración* (minutos/centímetro)	Tasa de infiltración para prueba de infiltración utilizando pozos de prueba de 0.30 metros de diámetro (L/m ² /día)
0.41	189
0.83	130
1.25	109
1.66	94
2.08	83
4.16	60
6.25	49
12.50	34
18.75	30
25	22

Fuente: Guía Técnica Sanitaria para la Instalación y Funcionamiento de Sistemas de Tratamiento Individuales de Aguas Negras y Grises.

*: Tiempo en minutos que tarda el agua en bajar un centímetro, durante la prueba de infiltración.

Conociendo la tasa de infiltración, el área de absorción se determina con base en la siguiente ecuación:

$$A = QP/R \text{ (ecuación 2.3)}$$

Donde:

A = es el área de absorción en metros cuadrados

Q = es la aportación en litros/habitante/día

P = es el número de habitantes del inmueble

R = es la tasa de infiltración en litros/metros cuadrados/día

Área de absorción: es el número necesario de metros cuadrados de suelo para infiltrar la aportación del efluente del tanque séptico.

El resultado de la ecuación anterior, servirá para calcular la longitud total de la tubería de drenaje, para lo cual se deberá sustituir este valor en el cálculo del área de la zanja de la siguiente forma:

$$\text{Área} = \text{Ancho de zanja} \times \text{longitud de zanja (en metros)} \text{ (ecuación 2.4)}$$

Por tanto:

Longitud de zanja = Área / Ancho de zanja (en metros) (ecuación 2.5)

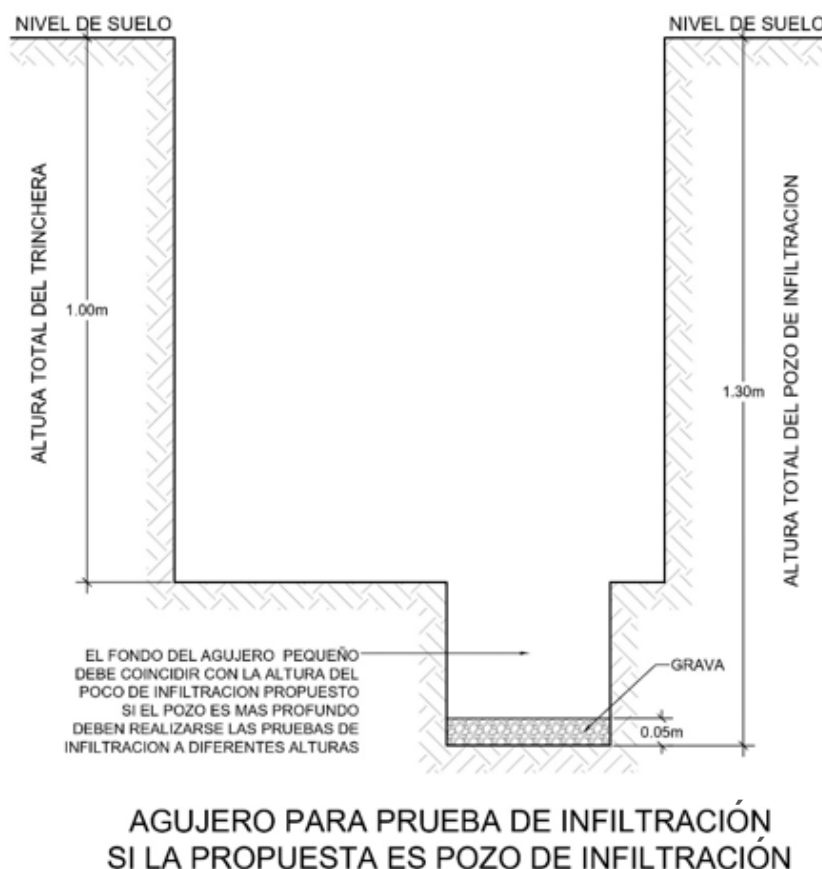
La longitud total obtenida podrá dividirse en ramales paralelos, cuyo número dependerá del espacio del terreno disponible.

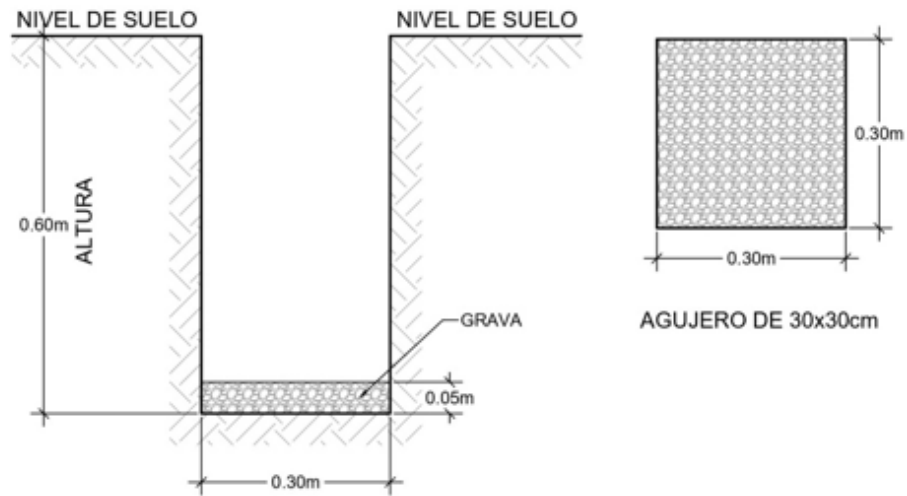
Para valores superiores a 25 minutos/centímetros de tasa de infiltración, se considera que el terreno no es apto para la construcción de zanjas de infiltración y por lo tanto debe adoptarse otra solución alternativa para el tratamiento y disposición del efluente del tanque séptico, tal como la zanja de arena filtrante.

2.1.3. Zanja de arena filtrante

Para realizar la prueba de infiltración para diseño e instalación de la zanja de arena filtrante, se debe utilizar el mismo procedimiento descrito para zanja de infiltración o campo de riego.

ESQUEMA DE AGUJERO PARA REALIZAR PRUEBA DE INFILTRACIÓN.





**AGUJERO PARA PRUEBA DE INFILTRACIÓN
SI LA PROPUESTA ES ZANJA DE INFILTRACIÓN**

Lineamientos generales para selección e instalación de

**Sistemas de Tratamiento Individual de Aguas
Residuales Ordinarias**



MINISTERIO DE
MEDIO AMBIENTE