

PROYECTO: TANQUE SÉPTICO COMPLEJO DEPORTIVO BARRIADA CIUDAD BOLIVAR

DOCUMENTO: MEMORIA DE DISEÑO Y CÁLCULO

FLUJO: 14 m³/día

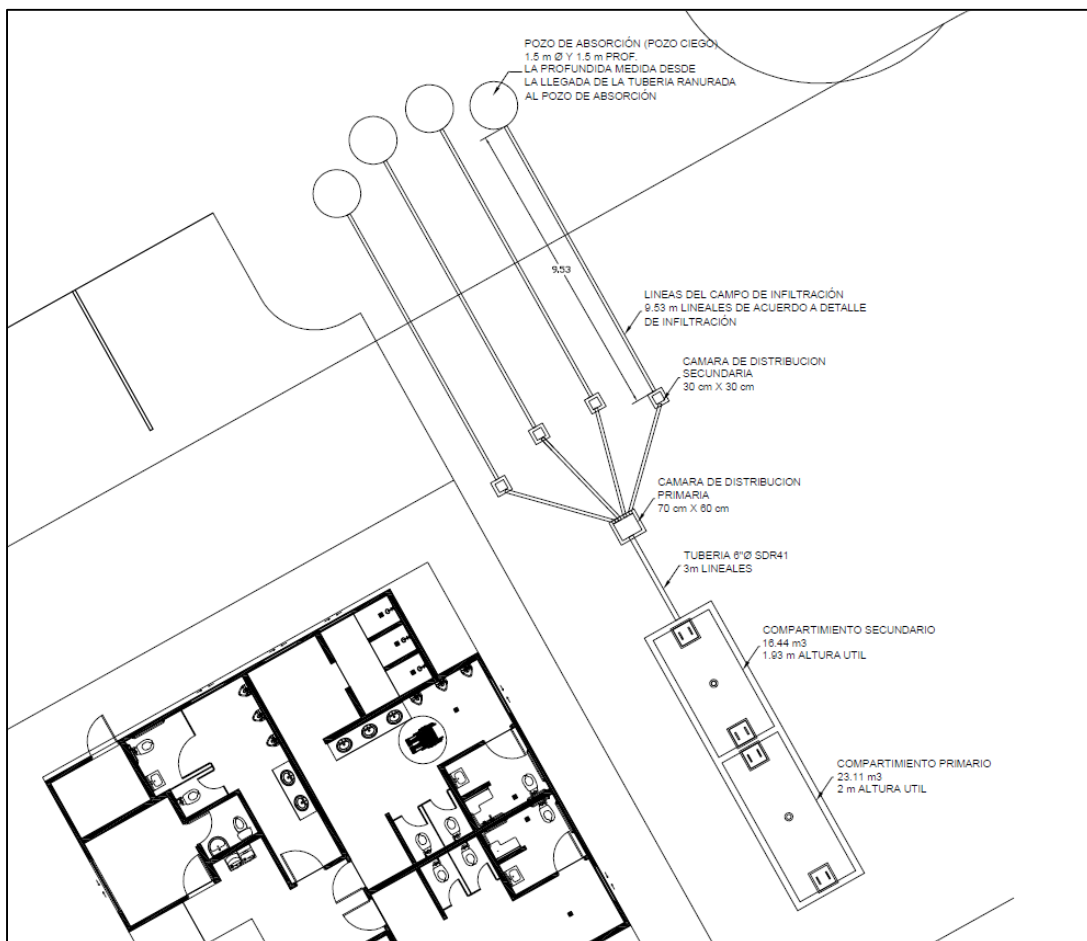
PROPIETARIO: PANDEPORTES

CORREGIMIENTO: ALCALDE DÍAZ

DISTRITO: PANAMÁ

PROVINCIA: PANAMÁ

FECHA: NOVIEMBRE 2022



INDICE DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUCCIÓN..... | 4 |
| 2. DEFINICIONES | 4 |
| 3. CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA..... | 5 |
| VENTAJAS | 5 |
| DESVENTAJAS | 5 |
| 4. PRINCIPIOS DE DISEÑO DE TANQUE SÉPTICO..... | 5 |
| 5. DISEÑO DE TANQUE SÉPTICO | 6 |
| 6. DIMENSIONES INTERNAS DEL TANQUE SÉPTICO..... | 8 |
| 7. PARAMETRO UTILIZADOS PARA EL DISEÑO | 9 |
| 8. MEMORIA DE CALCULO TANQUE SÉPTICO..... | 10 |
| 9. MEMORIA DE CALCULO CAMPO DE INFILTRACIÓN..... | 11 |
| 10. FUENTES DE INFORMACIÓN..... | 15 |

ABREVIATURAS

| | |
|----|--|
| PR | Tiempo promedio de retención hidráulica |
| P | Población Servida |
| Q | Caudal de aporte de agua residual en L/persona x día |
| Vs | Volumen de sedimentación [m ³] |
| Vd | Volumen de almacenamiento de lodo [m ³] |
| G | Volumen de lodos producidos por persona al año [L] |
| N | Intervalo de limpieza o retiro de lodos [año] |
| A | Área superficial del tanque séptico |

1. INTRODUCCIÓN

Uno de los principales objetivos del diseño del tanque séptico es crear dentro de este una situación de estabilidad hidráulica, que permita la sedimentación por gravedad de las partículas pesadas. El material sedimentado forma en la parte inferior del tanque séptico una capa de lodo, que debe extraerse periódicamente (N).

La eficiencia de la eliminación de los sólidos por sedimentación puede ser grande, Majumder y sus colaboradores (1960) informaron de la eliminación del 80% de los sólidos en suspensión. Sin embargo, los resultados dependen en gran medida del tiempo de retención, los dispositivos de entrada y salida y la frecuencia de extracción de lodos (período de limpieza del tanque séptico). Si llegan repentinamente al tanque grandes cantidades de líquido, la concentración de sólidos en suspensión en el efluente puede aumentar temporalmente, debido a la agitación de los sólidos ya sedimentados.

Es por esto que para flujo mayores a 5 m³ se recomienda el uso de tanques sépticos que sean divididos en cámaras, el cual, para el flujo nuestro de interés de 14 m³/día se ha considerado un sistema de 2 etapas.

2. DEFINICIONES

- Aguas servidas: Son todas las aguas de alcantarillado ya sean de origen domésticos (aguas de las casas habitación, edificios comerciales, etc).
- Afluente: Líquido que llega a una unidad o lugar determinado, por ejemplo el agua que llega a una laguna de estabilización.
- Cámara o compartimiento: Compartimiento estanco, en que se divide el tanque séptico para mejorar el tratamiento de las aguas residuales.
- Caudal: Volumen de agua que pasa por un punto dado por unidad de tiempo. Se expresa normalmente en l/seg o m³/seg.
- Efluente: Líquido que sale de una unidad o lugar determinado, por ejemplo agua que sale de una laguna de estabilización.
- Lodos: Sólidos que se encuentran en el fondo del tanque séptico.
- Nata: Sustancia espesa que se forma sobre el agua almacenada en el tanque séptico, compuesto por residuos grasos y otro tipo de desechos orgánicos e inorgánicos flotantes.

- Sólido sedimentable: Partícula presente en el agua residual, que tiene la propiedad de precipitar fácilmente.
- Tanque séptico: Sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas provenientes de una vivienda o conjunto de viviendas que combina la separación y digestión de lodos.

3. CONSIDERACIONES A TENER EN CUENTA

El ingeniero responsable del proyecto, debe tener en claro las ventajas y desventajas que tiene el emplear el tanque séptico para el tratamiento de las aguas residuales domésticas, antes de decidir emplear esta unidad en una determinada localidad.

Ventajas

- Apropiado para comunidades rurales, edificaciones, condominios, zonas deportivas.
- Su limpieza no es frecuente.
- Tiene un bajo costo de construcción y operación.
- Mínimo grado de dificultad en operación y mantenimiento si se cuenta con infraestructura de remoción de lodos.

Desventajas

- De uso limitado para un máximo de 30 m³/día en flujo.
- También de uso limitado a la capacidad de infiltración del terreno que permita disponer adecuadamente los efluentes en el suelo.
- Requiere facilidades para la remoción de lodos (bombas, camiones con bombas de vacío, etc.).

Conocido las ventajas y desventajas del tanque séptico, quedará a criterio del Ingeniero encargado del proyecto si es conveniente emplear esta unidad en la localidad donde se desea tratar las aguas residuales de uso doméstico.

4. PRINCIPIOS DE DISEÑO DE TANQUE SÉPTICO

Los principios que han de orientar el diseño de un tanque séptico son los siguientes:

- Prever un tiempo de retención de las aguas servidas, en el tanque séptico, suficiente para la separación de los sólidos y la estabilización de los líquidos.
- Prever condiciones de estabilidad hidráulica para una eficiente sedimentación y flotación de sólidos.
- Asegurar que el tanque sea lo bastante grande para la acumulación de los lodos y espuma.
- Prevenir las obstrucciones y asegurar la adecuada ventilación de los gases.

5. DISEÑO DE TANQUE SÉPTICO

Los principios que han de orientar el diseño de un tanque séptico:

Periodo de retención hidráulica (PR, en días)

$$PR = 1,5 - 0,3 \log(P \cdot Q)$$

Donde:

P : Población servida.

Q : Caudal de aporte unitario de aguas residuales, litros/(habitante * día).

El periodo de retención mínimo es de 6 días.

Volumen requerido para la sedimentación (Vs, en m³)

$$V_s = 10^{-3} \cdot (P \cdot Q) \cdot PR$$

Volumen de digestión y almacenamiento de lodos (Vd, en m³)

$$V_d = 70 \cdot 10^{-3} \cdot P \cdot N$$

Donde:

N: Intervalo deseado en años, entre operaciones sucesivas de remoción de lodos.

Volumen de lodos producidos

La cantidad de lodos producidos por habitante y por año, depende de la temperatura ambiental y de la descarga de residuos. El valor que se considera es de 20 litros/persona x año.

Volumen de natas

Como valor se considera un volumen mínimo de 0,7 m³.

Profundidad máxima de espuma sumergida (He, en m)

$$He = 0,7/A$$

Donde:

A: Área superficial del tanque séptico en m².

Profundidad libre de espuma sumergida

Distancia entre la superficie inferior de la capa de espuma y el nivel inferior de la Tee de salida o cortina deflectora del dispositivo de salida del tanque séptico, debe tener un valor mínimo de 0,10 m.

Profundidad libre de lodo (Ho, en m)

$$Ho = 0,82 - 0,26 \cdot A$$

Profundidad mínima requerida para la sedimentación (Hs, en m)

$$Hs = Vs/A$$

Profundidad de espacio libre (Hl, en metros)

Comprende la superficie libre de espuma sumergida y la profundidad de lodos. Seleccionar el mayor valor, comparando la profundidad del espacio libre mínimo total (0,1+Ho) con la profundidad mínima requerida para la sedimentación (Hs).

Profundidad neta del tanque séptico.

La suma de las profundidades de natas, sedimentación, almacenamiento de lodos y la profundidad libre de natas sumergidas.

6. DIMENSIONES INTERNAS DEL TANQUE SÉPTICO

Para determinar las dimensiones internas de un tanque séptico rectangular, además de la Norma S090 y de las “Especificaciones técnicas para el diseño de tanque séptico” se emplean los siguientes criterios:

- Entre el nivel superior de natas y la superficie inferior de la losa de cubierta deberá quedar un espacio libre de 300 mm, como mínimo.
- El ancho del tanque deberá ser de 0,60 m, por los menos, ya que ese es el espacio más pequeño en que puede trabajar una persona durante la construcción o las operaciones de limpieza.
- La profundidad neta no deberá ser menor a 0,75 m.
- La relación entre el largo y ancho deberá ser como mínimo de 2:1 y no mayor a 5:1.
- En general, la profundidad no deberá ser superior a la longitud total.
- El diámetro mínimo de las tuberías de entrada y salida del tanque séptico será de 100mm (4”).
- El nivel de la tubería de salida del tanque séptico deberá estar situado a 0,05m por debajo de la tubería de entrada como mínimo y no mayor a 0.10 m.
- Los dispositivos de entrada y salida de agua residual al tanque séptico estarán constituidos por Tees o pantallas.
- Cuando se usen pantallas, éstas deberán estar distanciadas de las paredes del tanque a no menos de 0,20 m ni mayor a 0,30 m.
- La prolongación de los ramales del fondo de las Tees o pantallas de entrada o salida, serán calculadas por la fórmula $(0,47/A+0,10)$.
- La parte superior de los dispositivos de entrada y salida deberán dejar una luz libre para ventilación de no más de 0,05 m por debajo de la losa de techo del tanque séptico.
- Cuando el tanque tenga más de un compartimiento, las interconexiones entre compartimiento consecutivos se proyectaran de tal manera que evite el paso de natas y lodos.
- Si el tanque séptico tiene un ancho W, la longitud del primer compartimiento debe ser 2W y la del segundo W.
- El fondo de los tanques tendrá una pendiente de 2% orientada al punto de ingreso de los líquidos.
- El techo de los tanques sépticos deberá estar dotado de losas removibles y registros de inspección de 150 mm de diámetro.

- El número de compartimientos no deberá ser mayor a cuatro y cada uno deberá tener un largo de 0,60 m como mínimo.
- El tanque séptico puede estar dividido por tabiques, si el volumen es mayor a 5 m³.
- Cuando el tanque séptico tenga dos o más compartimientos, el primer compartimiento deberá tener un volumen entre 50% y 60% de sedimentación, asimismo las subsiguientes compartimientos entre 40% a 50% de volumen de sedimentación.
- En el primer compartimiento pueden tener lugar la mayor parte de los procesos de sedimentación y digestión, en cuyo caso sólo pasaran al segundo algunos materiales en suspensión. De este modo cuando llegan repentinamente al tanque séptico grandes cantidades de aguas servidas, si bien la eficiencia de sedimentación se reduce, los efectos son menores en el segundo compartimiento.

7. PARAMETRO UTILIZADOS PARA EL DISEÑO

Se consideran los siguientes valores para el diseño del tanque séptico basados en el servicio y función que presta el proyecto a la comunidad.

| | | |
|-----------------------------|-----------|------------|
| CAUDAL | 14,019.50 | litros/día |
| NO. PERSONAS EN GRADAS | 900 | personas |
| DOTACION PERSONAS EN GRADAS | 11 | L/día |
| NO. DEPORTISTAS | 100 | personas |
| DOTACION DEPORTISTAS | 38 | L/día |
| LIMPIEZAS AL AÑO | 1 | vez/año |
| RELACION DE A | 2.5 | A 1 |
| TASA DE ACUMULACION DE LODO | 20 | L/persona |
| NO. DE COMPARTIMIENTOS | 2.00 | Unidades |

Tabla 1. Parámetros de diseño utilizados

8. MEMORIA DE CALCULO TANQUE SÉPTICO.

Basados en las ecuaciones previamente presentadas, se presenta el cálculo de un tanque séptico de dos compartimientos.

Determinacion DBO5 SS efluente Compartimiento No.1

| | | |
|-----------------------------------|---------------------|----|
| PR en Hrs | 7.74 | OK |
| Tiempo de retencion Hidraulica PR | 0.32 días | |
| Volumen sedimentación VS | 2.71 m ³ | |
| Volumen almacenamiento lodos Vd | 12 m ³ | |
| Volumen de natas | 0.7 m ³ | |
| Profundidad de seguridad | 30 cm | |

| | |
|---------------------------------|----------------------|
| CALCULO DIMENSIONES TK 1 | 23.11 m ³ |
| | OK |

| | |
|----------------------------------|----------------------|
| AREA primer compartimento | 10.00 m ² |
| Largo | 5.00 m |
| Ancho | 2.00 m |

| | |
|--|--------|
| PROFUNDIDAD UTIL TK 1 | 1.94 |
| Altura espuma sumergida He | 0.07 m |
| Altura libre de lodo Ho | 0.30 m |
| Altura de espacio libre Hi | 0.40 m |
| Altura de sedimentación Hs | 0.27 m |
| Altura de almacenamiento lodos Hd | 1.20 m |
| Profundidad de tubería alimentacion Ha | 0.15 m |

Se obtiene un tanque de 23.11 m³ y con una profundidad útil de 1.94 m para el compartimiento No.1, con unas dimensiones de 5.0 m x 2.0 m y un área de 10 m², se observa que se incluyen todos los parámetros presentados en las ecuaciones.

Determinación DBO5 SS efluente Compartimiento No.2

| | | |
|-----------------------------------|---------------------|----|
| PR en Hrs | 9.01 | OK |
| Tiempo de retención Hidraulica PR | 0.38 días | |
| Volumen sedimentación VS | 2.10 m ³ | |
| Volumen almacenamiento lodos Vd | 8 m ³ | |
| Volumen de natas | 0.7 m ³ | |
| Profundidad de seguridad | 30 cm | |

| | |
|---------------------------------|----------------------|
| CALCULO DIMENSIONES TK 2 | 16.44 m ³ |
| | OK |

| | |
|----------------------------------|---------------------|
| AREA primer compartimento | 7.06 m ² |
| Largo | 4.20 m |
| Ancho | 1.68 m |

| | |
|--|--------|
| PROFUNDIDAD UTIL TK 2 | 1.93 |
| Altura espuma sumergida He | 0.10 m |
| Altura libre de lodo Ho | 0.30 m |
| Altura de espacio libre Hi | 0.40 m |
| Altura de sedimentación Hs | 0.30 m |
| Altura de almacenamiento lodos Hd | 1.13 m |
| Profundidad de tubería alimentación Hi | 0.17 m |

Se obtiene un tanque de 16.44 m³ y con una profundidad útil de 1.93 m para el compartimiento No.2, con unas dimensiones de 4.2 m x 1.68 m y un área de 7.06 m², se observa que se incluyen todos los parámetros presentados en las ecuaciones.

Usaremos entonces un tanque compartido de dimensiones de 5.0 m + 4.20 m para la longitud, y un ancho común de 2.0 m para ambas unidades.

9. MEMORIA DE CALCULO CAMPO DE INFILTRACIÓN

Luego de haber hecho pasar las aguas sanitarias por el tanque séptico y un filtro anaerobio, este efluente parcialmente tratado puede ser llevado a un campo de infiltración.

Lo primero que debe realizarse para el emplazamiento de un sistema individual que contemple como disposición final un campo de infiltración, es evaluar si el suelo es apto para funcionar como sistema de depuración, para que

posteriormente se proceda a calcular el área necesaria, a partir de la tasa de infiltración determinada por la prueba de infiltración.

La tasa de infiltración a utilizar esta dada en el estudio realizado y tiene un valor de entre 4 – 5 min/pulg, por lo que para este caso utilizaremos el mayor valor de 5 min/pulg para la realización de los cálculos. La cual es una tasa de absorción media cercana a la rápida lo cual permite el uso de un sistema de infiltración adecuado.

| INDICE DE PERCOLACION [min/pulg] | POROSIDAD DEL TERRENO |
|---------------------------------------|-----------------------|
| 1 | Rapida |
| 2 | Rapida |
| 3 | Rapida |
| 4 | Media |
| 5 | Media |
| 6 | Media |
| 7 | Media-lenta |
| 8 | Media-lenta |
| 9 | Media-lenta |
| 10 | Lenta |
| 15 | Lenta |
| 30 | Lenta |
| 45 | Terreno semipermeable |
| 60 | Terreno impermeable |

Tabla 2. Tasas de infiltración vs porosidad del terreno

Se debe determinar la velocidad de absorción sobre el suelo bajo la ecuación

$$V_{max} = 189 / \sqrt{(IP)}$$

En donde IP es el índice de percolación en min/pulg.

El área requerida para la infiltración será de:

$$Ar = Q / V_{max}$$

Y la longitud de la zanja en medidas estándar:

$$Long\ Zanja\ Estándar = Ar / 0.61$$

Dado que se estará utilizando una zanja de medidas diferentes a la estándar, es necesario convertir la zanja estándar las medidas que requerimos mediante:

$$Long\ Zanja = \frac{\left(\frac{W}{0.3048} + 2\right)}{\frac{W}{0.3048} + 1 + 2 \times \frac{H}{0.3048}} \times Long\ Zanja\ Est\acute{a}ndar$$

La longitud de la zanja puede dividirse en varias zanjas solo dividiendo la longitud entre el número de zanjas que se necesitan, que en nuestro caso será de 4.

Se considera que la separación mínima entre zanja y zanja será de 1.80 m entre los centros de cada zanja.

Obtenemos que para nuestro caso, serán los siguientes valores.

DISEÑO CAMPO DE PERCOLACION Y POZOS CIEGOS

| | | | | | |
|-----------------------|-----------|------------------------|-------------------|--------|-----|
| CAUDAL | 14,019.50 | L/día | ANCHO ZANJA | 0.60 | m |
| INDICE DE PERCOLACION | 5.00 | min/pulg | PROFUNDIDAD GRAVA | 1.00 | m |
| VELOCIDAD MAX | 84.52 | L/m ² * dia | LONG. ZANJA | 113.23 | m |
| AREA REQUERIDA | 165.87 | m ² | NO. RAMALES | 4.00 | und |
| LONG. ZANJA ESTANDAR | 271.91 | m | LONG. RAMAL | 28.31 | m |

Adicionalmente, al final de cada línea de infiltración estaremos colocando un pozo de absorción, por lo que ese pozo tiene a su vez una longitud de zanja equivalente lo que nos permite recortar el recorrido total de la zanja total de acuerdo a lo siguiente.

$$\acute{A}rea\ Total\ infiltraci\acute{o}n = \pi \times D \times H_p \times N_p$$

Donde:

D: Diámetro del pozo

H_p: Profundidad del pozo

N_p. Números de pozos

Calculada el área se utiliza nuevamente la ecuación

$$Long\ Zanja\ Est\acute{a}ndar = Ar / 0.61$$

Y posteriormente la

$$Long\ Zanja\ Pozos = \frac{\left(\frac{W}{0.3048} + 2\right)}{\frac{W}{0.3048} + 1 + 2 \times \frac{H}{0.3048}} \times Long\ Zanja\ Est\acute{a}ndar$$

Para conocer la longitud equivalente de infiltración de cada pozo y luego ser:

$$Long\ Zanja\ total = Long\ Zanja - Long\ Zanja\ Pozos$$

Que para nuestro caso es de:

| POZO DE ABSORCION | |
|-------------------------|-------|
| DIAMETRO | 1.50 |
| PROFUNDIDAD | 1.50 |
| NO. POZOS | 4.00 |
| AREA TOTAL | 28.27 |
| LONG. ZANJA ESTANDAR | 46.35 |
| LONG. ZANJA EQUIVALENTE | 19.30 |
| | |
| LONG. RAMAL EQUIVALENTE | 9.01 |
| NO. RAMALES | 4.00 |

Tenemos al final que necesitaremos de cuatro (4) ramales de 9.01 m de longitud con una zanja de 60cm de ancho y 1m de profundidad, finalizando en 4 pozos de absorción con un diámetro de 1.5m y una profundidad de 1.5 m.

10. FUENTES DE INFORMACIÓN

- Metcalf & Eddy. Ingeniería de Aguas Residuales, tratamiento, vertido y reutilización. Tercera edición. Volumen I y II. Mc Graw-Hill. México. 1991.
- Manual de Fosas Sépticas. Centro Regional de Ayuda Técnica AID. Agosto 1975
- Guía para el diseño de tanques sépticos y tanques Imhoff. Organización Mundial de la Salud. 2005.
- Unidad de apoyo técnico para el saneamiento básico de microcomunidades. OPS/CEPIS/0380. 2003