
DISEÑO DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA 12 HABITANTES

1. GENERALIDADES DE DISEÑO Y DISEÑO HIDRÁULICO DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DOMÉSTICO

1.1. Asignación de nivel de complejidad del sistema.

Nivel de complejidad	Población en la zona urbana (1) (habitantes)	Capacidad económica de los usuarios(2)
Bajo	**< 2,500**	**Baja**
Medio	2,501 a 12,500	Baja
Medio Alto	12,501 a 60,000	Media
Alto	> 60,000	Alta

Tabla 1. Tomada del RAS 2000. Tabla A 3.1.

1.2. Dotación día tomada del RAS 2000

TABLA B.2.2
Dotación neta según el Nivel de Complejidad del Sistema

Nivel de complejidad del sistema	Dotación neta mínima (L/hab·día)	Dotación neta máxima (L/hab·día)
Bajo	100	150
Medio	120	175
Medio alto	130	-
Alto	150	-

Tabla 2. Tomada del RAS 2000. Tabla B.2.2.

TRATAMIENTO PRIMARIO. (TANQUE SÉPTICO – T.S)

Teniendo en cuenta que el sistema puede considerarse de bajo nivel de complejidad, la dotación elegida sería:
Dotación según tabla = 100 lt/hab-dia
Número de habitantes = 10
Caudal medio = 100 l/hab.-día x 10 hab = 1000 l/día * 1 día / 86400 s = 0.0115 l/s
Número de compartimientos del T.S = 2
Tiempos de detención Tomada del RAS 2000.

TABLA E.7.2
Tiempos de retención

Contribución diaria (L)	Tiempo de retención (T)	
	dias	horas
Hasta 1,500	1.00	24
De 1,501 a 3,000	0.92	22
De 3,000 a 4,500	0.83	20
4,501 a 6,000	0.75	18
6,001 a 7,500	0.67	16
7,501 a 9,000	0.58	14
mas de 9,000	0.50	12

Tiempo de detección hidráulico (Tdh). De acuerdo a la tabla E.7.2 es de 24 horas (1.0 día)

Caudal Medio diario Estimado:

Q= (10 hab/viv. X 100 l/hab-día x 1dia/86400 sg)

Q = 0,0115 l/s – 0.0414 m3/h – 0.99 m3/d

Volumen útil:

Va= Q x tdh = 0.0414 m3/h x 24 horas = 0.99 m3

Para el cálculo de lodos utilizaremos dos alternativas:

1. Volumen de lodos por habitante (teórico)= 50 l/hab-año

Volumen de lodo = 10 hab x 50 l/hab-año =500 l/año = 0.5 m3 /año

VOLUMEN UTIL DEL TANQUE SÉPTICO = 0.99 m3 + 0.50 m3 = 1.49 m3 (V)

VOLUMEN UTIL DEL TANQUE SEPTICO = 1.49 M^3

El pozo séptico tendrá como **altura mínima útil 1.2 m (D)** para que los procesos de descomposición anaerobios de la materia orgánica se den de una manera óptima. En condiciones mínimas tomaremos como longitud horizontal 1. 14 m (L).

En estas condiciones el volumen seria de:

$V = (\pi X (D)^2 /4) X L$

$V= 1.289\ m^3$

Además, por las condiciones que se van a generar en el interior se requiere un espacio para volumen de gases se asumirá 0.10 m, para esto se colocara unos pases de tubería de ϕ 2”, distribuida en la parte superior que recogerá los diferentes gases (CH_4, H_2S, CO_2, etc.) que se generan en el pozo séptico por la descomposición de la materia orgánica en condiciones anaerobias.

Esto se hace con el objetivo de que los gases no se devuelvan por las tuberías y lleguen a los desagües de piso de la vivienda. A estos gases se le podrá dar una utilidad más adelante o quemarlos en el sitio.

Por requisitos técnicos se requiere que la tubería de llegada al tanque séptico sea de 4” (0.10 m) ya que parte proviene de las aguas residuales de un inodoro que siempre descarga en 4” (0.10 m).

Por tanto, para el diseño tomaremos la altura total del T.S de.

H = 1.2 m + 0.1 m (gases) + 0.1 m (tubo entrada) = 1.25 m (D)

Dando un volumen total de:

$V = (\pi X (D)^2 /4) X L$

$V = 1.755\ m^3$

Para tener presente las tapas de inspección asumiremos las siguientes longitudes

$1.14\ m = L_1 + L_2$, donde

$L_1 = 0.60\ m$

$L_2 = 0.54\ m$

Por tanto, las dimensiones del tanque séptico son:

L1 = 0.60 m L2 = 0.54 m ϕ = 1.25 m

Su lavado se hará por medio de una tubería en el fondo perforada con orificios, para evacuar los lodos que ya no son útiles al proceso del tanque séptico, lodo que se dispondrá en lecho de secado u otro sistema. Más adelante se presenta su cálculo.

2. TRATAMIENTO SECUNDARIO (FILTRO ANAEROBIO - FAFA)

Para mejorar las condiciones remoción de la materia orgánica y disminuir el volumen de los sólidos suspendidos, se adiciona un tercer compartimiento contiguo al pozo séptico llamado filtro anaerobio de flujo ascendente FAFA y así crear una especie de inoculo que sirva para descomponer la materia orgánica que pasa de la unidad anterior tanque séptico, ya que de esta vienen Solidos Suspendidos con menor densidad que el agua, que ameritan ser removidos en gran porcentaje para garantizar un efluente de mejores condiciones ambientales.

El agua entrará a través de una tubería que irá al fondo y esta a su vez ascenderá por un lecho filtrante, para ser evacuado al campo de infiltración o a un efluente.

Su lavado se hará por medio de la válvula de lavado correspondiente (ver plano), que se llevará al lecho de secado.

También tendrá en la parte superior unos pases de tubería ϕ 2” para evacuación de gases.

El FAFA será también de forma cilíndrica y con un lecho filtrante de material sintético BIOPAK que sirve para dar una gran eficiencia de remoción de materia orgánica y además facilidad para su mantenimiento.

VOLUMEN DEL FAFA

Parámetro = Valor unitario de filtro 0.05 m^3/personas
VOLUMEN (V) = 0.5 m^3
Las dimensiones para este caso serán:

Se asume un Diámetro igual al del tanque séptico = 1.25 m, por tanto, la

L_3 = 0.53 m.

Dando un VOLUMEN (V) = 0.81 m^3 > 0.5 m^3

Cálculo del tiempo de detención hidráulico (TDH)

TDH = Volumen FAFA/Q = 0.81 m^3 /0.0414 m^3/h = 19.56 h

Dimensionamiento

Longitud del compartimiento (L3) = 0,53 m, diámetro = 1.25 m

Volumen = 0.81 m^3

VOLUMEN TOTAL DEL SISTEMA A INSTALAR (Vt)

Vt = 1.755 m^3 + 0.81 m^3 = 2.565 m^3

Tiempo de detención hidráulica total = 43.56 horas

NOTA: En estas condiciones el sistema de tratamiento propuesto puede llegar a presentar unas remociones altas de la carga orgánica ya que el volumen esta sobre diseñado y el Tdh es muy alto.

Su lavado se hará por medio de una tubería en el fondo perforada con orificios, para evacuar los lodos que ya no son útiles al proceso del tanque séptico, lodo que se dispondrá en lecho de secado u otro sistema.

CALCULO DE SISTEMA DE LAVADO (ACLARACION 1.9)

Como se dijo anteriormente el lavado se hará a través de una tubería perforada en el fondo con pendiente del 1%, la cual recorrerá los 3 compartimentos y su operación será por medio de una válvula exterior.

El lavado se recomienda que se ejecute cada año, a no ser que se presente casos especiales como aumento de población en la vivienda o alguna obstrucción.

1.0 Chequeo de diámetro para evacuar el caudal de agua residual que entra al tanque.

Q = 0,0115 l/s – 0.0414 m3/h – 0.99 m3/d

Inicialmente se analizará con un ϕ 2” y pendiente del 1%.

Dónde:

Por Mannig $V = \frac{1}{N} R^{2/3} S^{1/2}$

N = 0.009 RUGOSIDAD DE LA TUBERIA

Velocidad a tubo lleno = 0.604 m/s

Caudal a tubo lleno 1.22 x 10^{-3} m3/s = 1.22 l/s > 0,0115 l/s O.K

Por condiciones de garantizar una mejor evacuación utilizaremos un ϕ 3” con pendiente de 1%:

Velocidad a tubo lleno = 0.79 m/s

Caudal a tubo lleno 3.61 x 10^{-3} m^3/s = 3.61 l/s > 0,0115 l/s. O.K esto nos indica inicialmente que tenemos un tubo con capacidad suficiente para evacuar los lodos.

En el tanque séptico (T.S) y en el FAFA las condiciones hidráulicas de evacuación cambian, ya que el caudal cuando entra al pozo séptico este se convierte es como en una cámara de aquietamiento y hace una distribución uniforme en toda la unidad garantizando una velocidad también uniforme dentro de él, por tanto, determinaremos los ϕ de los orificios, la cantidad de estos, su distribución, su distancia, el tiempo de evacuación de los lodos para lavado y **la velocidad de succión de cada orificio**.

Se calcularán como orificios sumergidos, donde:

$V = Cv \sqrt{(2gh)}$

Cv = 0.6 coeficiente

G = 9.8 m^2/s

$h = H_t$ – borde libre – diámetro del tubo

h = 1.4 - 0.1- (3 x 0.0254) = 1.22 m.

V = 2.93 m/s.

Inicialmente con un solo orificio de 3/4” se tiene

$Q_{orificio} = V \times A$

Q orificio = 8.3 x 10 -4 m3/s = 0.83 l/s.

El volumen de agua a evacuar en el sistema T.S y FAFA es = 0.99 m^3 + 0.81m^3

Vol. = 1.80 m^3 (producido por la población)

Tiempo de evacuación (T) = Vol. /Q

T = 2.168 s = 36 min. Para la evacuación del lodo con un solo orificio de 3/4”.

Con lo anterior haremos en la longitud total disponible del tubo de evacuación ф 3” (L= 1.67 m.) una distribución de orificios de ф 3/4” y determinaremos el caudal por orificio y su velocidad de succión, la distribución será así:

Cada 15 centro a centro intercalados, además a una distancia de las paredes de 7.5 cm. Ver esquema.

Total, de orificios 21 de ф ¾”, con un caudal cada uno de 4.15 x 10^{-5} m^3 /s y **una velocidad de succión de 0.14 m/s para cada uno** y. un tiempo de evacuación de lodos de 1. 24 min.

Ver plano.