

**PROYECTO: RESIDENCIAL SENDEROS DEL CHAGRES
MEMORIA DE DISEÑO DEL SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS
RESIDUALES**

EN LA MODALIDAD DE:

- 1.- TRATAMIENTO ANAEROBIO.**
- 2.-BOLAGUNAJE, TIPO “HUMEDAL”**



PROMOTOR: GRAN AMANECER, S.A.

**UBICACIÓN: CORREGIMIENTO DE CAIMITILLO,
DISTRITO DE PANAMA NORTE, PROVINCIA DE
PANAMA**

FINCA: 158,448, CODIGO DE UBICACIÓN; 8714

AREA DEL LOTE: 487.997.83 M2

USO DEL SUELO: “RBS”

LOTES RESIDENCIALES TIPICOS: 150.0 M2



**MEMORIA: PARA EL DISEÑO DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES DEL RESIDENCIAL SENDEROS DEL CHAGRES EN LA
MODALIDAD DE: (1.)-REACTOR ANAEROBIO 3C + (2) FILTRO FAFA +
(3) BIOLAGUNAJE TIPO “HUMEDAL”**

I - INTRODUCCIÓN, MARCO LEGAL.

Para la legislación nacional en materia de aguas residuales las únicas descargas de aguas permitidas sin un previo tratamiento son las aguas lluvias provenientes de un predio ocupado o sin ocupar siempre y cuando no se contaminen al tener contacto con techos, terrazas o el suelo natural o revestido.

Las Normas Técnicas DGNTI-COPANIT **no reglamentan la tecnología** a emplear para los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales (STAR) y los mismos puede ser sistemas aeróbicos o anaeróbicos, ya sea tipo convencionales (ausencia de gasto eléctrico) o tipo mecánicos (con consumo eléctrico) o una combinación de ambos métodos y más bien se entra a recomendar los procesos o niveles de tratamiento (primario, secundario y terciario) que deben conformar el sistema de tratamiento adoptado siempre y cuando la calidad del efluente cumpla con las normas.

Para los efectos de salud pública las aguas residuales o efluentes líquidos son el producto del uso del agua limpia o potable en actividades cotidianas y se definen en el Reglamento Técnico DGNTI-COPANIT 35-2019 como los “Residuos líquidos o de líquidos mezclados con sólidos, consecuencia de la actividad u operación normal de un establecimiento emisor. Las aguas residuales o efluentes líquidos se pueden clasificar según su uso u origen en: Domésticos, comerciales e industriales,

Según las leyes nacionales (Constitución) en el Ministerio de Salud es la institución pertinente que tiene la jerarquía legal en materia de salud pública a través del combate a las enfermedades trasmisibles mediante el saneamiento ambiental, el desarrollo de la disponibilidad de agua potable.

El Minsa quien es la autoridad en materia de salud pública y que se apoya en recomendaciones de la OPS/OMS, no privilegia ningún tipo de tratamiento, sea este anaerobio o aeróbico, muy por el contrario, permite que el diseñador proponga sistemas que sean de tecnologías “apropiadas y sostenibles”, y que reúnan todas las fases del tratamiento correcto de las aguas residuales, tales como:

1. Tratamiento preliminar: en donde se remueven los grandes sólidos y la arena.
2. Tratamiento primario basado en la remoción de los sólidos sedimentables y flotantes.
3. Tratamiento secundario en donde las acciones biológicas y físicas elimina microorganismos y transforma en materia orgánica biodegradable en materia estable
4. Tratamiento Terciario. proceso de tratamiento adicional para la eliminación de sólidos suspendidos y las sustancias disueltas

5. Tratamiento de desinfección: Opcional
6. Extracción de lodos: Para su disposición como un desecho sólido.

II- ANTECEDENTES:

La Promotora **GRAN AMANECER, S.A.** se propone la construcción de un nuevo residencial ante la demanda de la población de nuevas viviendas accesibles en esta oportunidad se trata de **DEL RESIDENCIAL SENDEROS DEL CHAGRES** con **990 nuevas** soluciones de viviendas dentro de **Régimen de Interés Social** contará con todos los servicios básicos como son: acueducto, alcantarillado pluvial, electricidad, alcantarillado sanitario, sistema de tratamiento de aguas residuales convencional, viabilidad interna y externa, áreas comerciales e institucionales.

Para estimar el consumo de agua utilizaremos referencias de las Oficina Mundial de la Salud (OMS) a la cual pertenece la Organización Panamericana de la Salud (OPS). Según la OMS/OPS el consumo diario de una persona puede ser de 280 litros por día (74 galones por día), ver cuadro siguiente y figura No 3:

Cuadro del desglose de agua doméstica en Panamá.

Usos	Porcentaje	IDAAN/MINSA
Para beber	3.6	11
Para cocinar	7.2	22
Para higiene personal	10.8	32
Para lavar ropa	14.4	43
Para limpieza de la casa, (No va al STAR) *	18.0	55
Para cultivos de alimentos, (No va al STAR) *	21.6	65
Para disposición de desechos (saneamiento)	25,2	74
Todos los usos	100.0	302

El consumo de agua potable domestica DEL RESIDENCIAL SENDEROS DEL CHAGRES se estimará en 80.0 gpd (302 lpd), por las siguientes consideraciones actuales y futuras:

Consideraciones actuales.

- El sector es netamente semi- urbana.
- La media familiar según el censo del 2,000 es de 3.5 personas.

- En el sector no se permitirá industrias o fábricas.
- Los locales comerciales trabajan un periodo de 8 a 10 horas x dia
- Este tipo de urbanización fungen como “Ciudad Dormitorio” por lo general sus ocupantes trabajan en las ciudades Panamá, San Miguelito, Colón u otros sectores de la provincia.
- Gran parte del día los menores y jóvenes pasan el día fuera del hogar en las escuelas y universidades.
- Cada vivienda tendrá un mínimo de accesorios sanitarios de bajo consumo de agua, como son: Un W.C, Un lavamanos, Una ducha, y Un fregador
- El agua usada para limpieza de casa no va a la red de alcantarillado
- La jardinería en áreas verdes por vivienda es mínima y en consecuencia no consumirán altos volúmenes de agua, y esta agua no va a la red de alcantarillado.
- La población en algunas actividades se incluye en la población de las residencias, ejemplo: Escuela, Iglesia, Comercio, Negocios, etc.

III. CONDICIONES DE BORDE PARA EL DISEÑO DEL RESIDENCIAL SENDERO DEL CHAGRES. APORTES DE AGUAS RESIDUALES Y NEGRAS:

3.1.- Consumo de Agua Potable y Aporte de Aguas Negras Residentes.

Personas por Vivienda		3.5
Consumo de agua por persona (LPD)		302
Menos agua de lavado de piso 55 (LPD) y jardineria 65 (LPD)		110
Apote per cápita de aguas residuales (Qar)	LPD	192
Persona por vivienda		3.5
Apote por familia de aguas residuales, LsPD. 3.5xQar		672
Viviendas o familias		990
Apote de AR Total (LPD) (Residentes)		665,280

3.2. Consumo de agua población no-residente.

Actividad	Área de lote	Población (visitas y permanentes)	Observación
AREA COMERCIAL	5,155.81	150	Por lo general estos comercios operan de 8

			a 10 horas x día, y no prestan los WC
ESCUELA PRIMARIA	5,007.6	240	
CAPILLA	2,232.54	10	
PUESTO DE POLICIA	724.09	15	
CENTRO DE SALUD	723.24	15	
CENTRO COMUNAL	644.26	20	
PARVULARIO No 1	600.22		
PARVULARIO No 2.	600.00		
Total		500	

Nota. Prácticamente toda la población usuaria y trabajadora de estos locales son residentes del mismo residencial, un 20.0 % serán visitantes, no residentes.

3.3. Consumo total Agua Potable, Aporte de Aguas residuales.

Población residente, (LPD)	665,280
Poblaciones No residentes, (LPD)	30,000
Total AR en Sendero del Chagres, litros por día	695,280
Aplicando el factor de Retorno del 0.80	560,225
Tiempo de Retención Hidráulica (TRH) (Mínimo)	24 h

3.4. Dimensionamiento de Reactor Anaerobio 3c,

Parámetros	Magnitud
Aporte total de aguas residuales (QAN) LPD	560,225
Periodo de Retención (Pr) TS (Dias)	1.0

Periodo de Limpieza (Pl) (Años)	1.0
% Aporte de lodos al año (% QAN/Año)	0.10
% Almacenamiento de Grasas y Aceites (% QAN/Año)	0.10
Aporte de lodos (VI) al año 0.10 QAN (Ltr)	10.500
Aporte de grasas (VI) al año 0.10 QAN (Ltr)	10.500
Rata de filtración del lecho percolador (litr/m2/día)	1,000 – 5,000

3.4.1. Volumen del Reactor Anaerobio (Cinco Módulos)

- Dimensionamiento Total de un (1) Módulo

Volumen útil Total RAD + 10.0 = (Vs + VI) = Pob. X (q) X 80.0 % X Pr + Pob. X (q) X 80.0 % x 2 x 0.10 = 108,000 x 1.0 + 2 x 108,000 x 0.10) = (108,000 + 21,000) = 130,000 ltr/día

Volumen de un Módulo del Reactor = 130,000 ltr/2 = 130.0 metros cúbicos

Primer Compartimiento del 1er. RA

Volumen 1er. Compartimiento = 3/5x Vol. Total = 0.60 x 130 m³ = 78.0m m³

Ancho en metros: (Bu) se propone 3.5 metros del compartimiento

Profundidad útil (Hu): 3.0 a 3.5 metros (se utilizará 3.50 m)

Largo útil del 1er, compartimiento (Lu): 78.0 / 3.5 x 3.5 m = 6.5 metros

Segundo y Tercer Compartimiento del RA

Volumen 2do. Compartimiento = 1/5 x Vol. Total = 0.20 x 130.0 = 26.0 m³

Ancho en metros: (Bu) : se utilizara 3.5 metros

Profundidad útil (Hu) : se utilizara 3.5 metros

Largo útil del 2do compartimiento (Lu) = $26.0 / 3.5 \times 3.5 = 2.12$ en metros (usar 2.25 ml)

Dimensiones finales de los cinco Reactores Anaerobios en Paralelo.

- **Largo total = $6.50 + 2 \times 2.25 + 4 \times 0.30 = 12.20$ metros**
- **Ancho total = $5 \times 3.5 + 6 \times 0.30 = 19.30$ metros**
- **Altura promedio final = $3.50 + 1 \times 0.30 + 1 \times 0.25 + 0.50 = 4.55$ metros**

Características estructurales.

Paredes de bloques de 8 plg. Relleno de hormigón fundido de 3,000 psi , con refuerzo de acero vertical de 5/8 “ en cada ojo de los bloques y una varilla de ½” en cada hilada.

Losa de piso de 30.0 centímetros de espesor fundida en hormigón, con doble parrilla de refuerzo de acero de ½ pulgadas a 20 centímetros centro @ centro en ambas direcciones.

Losa de tapa, de 25.0 centímetros de espesor fundida en hormigón, con refuerzo de acero de ½ pulgadas a 20 centímetros centro @centro en ambas direcciones.

3.5.- Diseño del Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (FAFA)

Volumen de aguas residuales para tratamiento por filtración: 560,000 ltr./día

Construir dos fasas en paralelo----- $560,000 / 2 = 280,000$ ltr/dia

Rata de filtración (Rf): 3,000.00 ltr./mtr.2/día

Área requerida de filtro percolador (A) :

Área del lecho = $560,000 / 3,000 = 180.0$ m² (Largo x Ancho del lecho), (usar 200 m²)

Nota: se construirán dos FaFas en paralelo en tres etapas

Ancho del filtro = 15.0 m

Largo del filtro = 15.0 m

Profundidad mínima de 1.50 metros

3.5.1. CAMARA DE CONTACTO DE CLORO (CCCI) (Opcional)	
Tiempo de Contacto = 30 minutos Volumen de CCCI = $560/48 = 11.25 \text{ m}^3$	
Dimensiones totales de la CCCI	
Profundidad total de CCCI = $1.50 + 2 \times 0.15 + 0.50 = 2.30 \text{ m}$	
Ancho Total de CCCI = $1.50 + 2 \times 0.15 = 2.80 \text{ m}$	
Largo Total de CCCI = $2.60 + 4 \times 0.15 = 3.20 \text{ m}$	
Características estructurales. Paredes bloques de 6 pulgadas llenos de concreto con acero vertical de 5/8 pulgadas a 30 centímetros centro a centro y acero horizontal de 3/8 pulgadas a cada hilada horizontal de bloques. Losa de piso, de 15.0 centímetros de espesor fundida en hormigón, con refuerzo de acero de ½ pulgadas a 30 centímetros centro a centro en ambas direcciones. Losa de tapa, de 15.0 centímetros de espesor fundida en hormigón, con refuerzo de acero de ½ pulgadas a 25 centímetros centro a centro en ambas direcciones. Ver detalles en planos adjuntos.	

3.6.-DIMENSIONAMIENTO DE La BIO LAGUNA y/o HUMEDAL ARTIFICIAL DE SENDERO DEL CHAGRES

Luego se propone darles a los efluentes tratados un tratamiento terciario en una bio laguna o humedal para que las aguas que han sufrido un tratamiento previo sean aprovechadas por el sistema radicular de las plantas en una Bio laguna o Humedal

Los Criterios

Los criterios para considerar antes de elegir un humedal construido como una facilidad de tratamiento de las aguas grises se mencionan a continuación:

- El agua debe estar disponible durante todo el año para mantener las plantas y las bacterias vivas.
- Los flujos grandes (causado por la lluvia torrencial) puede agobiar el sistema, y debe ser desaguado en el caso de una tormenta grande por un sistema de cunetas perimetrales, hasta que el agua esté debajo de la superficie de tierra
- Las aguas a tratar deben fluir naturalmente vía gravedad en la **Bio Laguna o Humedal Artificial**.
- El agua debe quedarse en el sistema por un promedio de **2-10** días (Jenkins2005; Crites and Tchobanoglous 1998) para permitir el tratamiento por las plantas)
- Las aguas grises no deben estancarse (para evitar el crecimiento de mosquitos)
- Las plantas de una **laguna o humedal** natural local pueden ser trasplantadas para el uso en la **Bio Laguna o Humedal Artificial** o pueden ser comprado en un vivero local.
- Una pared o capa impermeable debe rodear la **Bio Laguna o Humedal Artificial** para prevenir que las aguas grises salgan antes de ser tratadas completamente.
- El desagüe apropiado permitirá que el agua salga del sistema después del tratamiento.

Disposición de efluentes remanentes a través de la tecnología de humedales.

Un humedal construido para el tratamiento de las aguas por BIO- filtración es un método construido que elimina una cantidad significativa de contaminantes de las aguas tratadas antes de que desemboca al agua subterránea, el río, o humedal natural. La adición de patógenos, de las bacterias, y de toxinas no-biodegradables al agua de superficie puede ser evitada con este tratamiento biológico, y así

promover un ecosistema más sano y condiciones más sanitarias. El sistema puede ser construido para una sola casa o un grupo de casas, típicamente con un costo bajo.

Las aguas grises son las aguas que salen de fregaderos, de los baños, o de lavaderos y de efluentes tratados y que cumplen con la Normativa

DGNTI-COPAN IT 35-2019, que contienen bajos contenidos de patógenos y bacterias. Típicamente las aguas grises contienen nitratos, fosfatos, jabones, sal, bacterias, espumas, partículas de alimento, materia orgánica, sólidos suspendidos, perfumes y colorantes. Las adiciones de las aguas grises a los cuerpos de agua en la superficie pueden causar desequilibrios de pH, la demanda aumentada de oxígeno (BOD) e incremento en turbidez. Ver cuadro.

NOMBRES ANTERIORES	
◆	WETLANDS (EN INGLÉS)
◆	LECHOS DE HIDRÓFITAS
◆	LECHOS DE MACRÓFITAS
◆	PANTANOS ARTIFICIALES
◆	SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS NEGRAS CON PLANTAS ACUÁTICAS (STANPA)
◆	LECHOS DE PLANTAS ACUÁTICAS (LPA)
◆	FILTROS BIOLÓGICOS

La eficiencia de la eliminación varía, pero generalmente el humedal puede eliminar una buena porción de los contaminantes de las aguas grises. La tabla 1 muestra la eficiencia observada de eliminación de BOD para humedales alrededor de Norteamérica, y en India (Crites and Tchobanoglous 1998, Tayade et al 2005). El efluente de un sistema debe ser monitoreado para determinar la eficiencia aproximada de eliminación.

Para el caso del Residencial Senderos del Chagres se propone la construcción de un humedal para Re-filtrar alrededor de 540,000 litros de aguas tratadas.

En la tabla siguiente se muestra una tabla para la selección del área de un humedal

Volumen de aguas Grises	DBO Influyente Humedal	DBO Efluente Humedal	Periodo de residencia	Volumen Total	Profundidad Del Humedal	Área humedal
M3	\pm mgr/l	\geq mgr/l	días	M3	m	M2
560	50	35	2	1,080	1.5	720
			2.5	1,350	1.5	900
			5	2,700	1.5	1,800

En la tabla siguiente se muestra una tabla para la selección del área propuesta

Volume n de aguas Grises	DBO Influent e Humed al	DBO Efluent e Humed al	Periodo de residenci a	Vol	Profundida d Del Humedal	Áre a	a-1	a-2
M3	\pm mgr/l	\geq mgr/l	días	M3	M	M2	M2	M2
560	50	5	2.5	2.025	1.5	900	600	1200
							20x30	30x40

BIO-LAGUNA O HUMEDAL ARTIFICIAL DE FLUJO SUPERFICIAL LIBRE

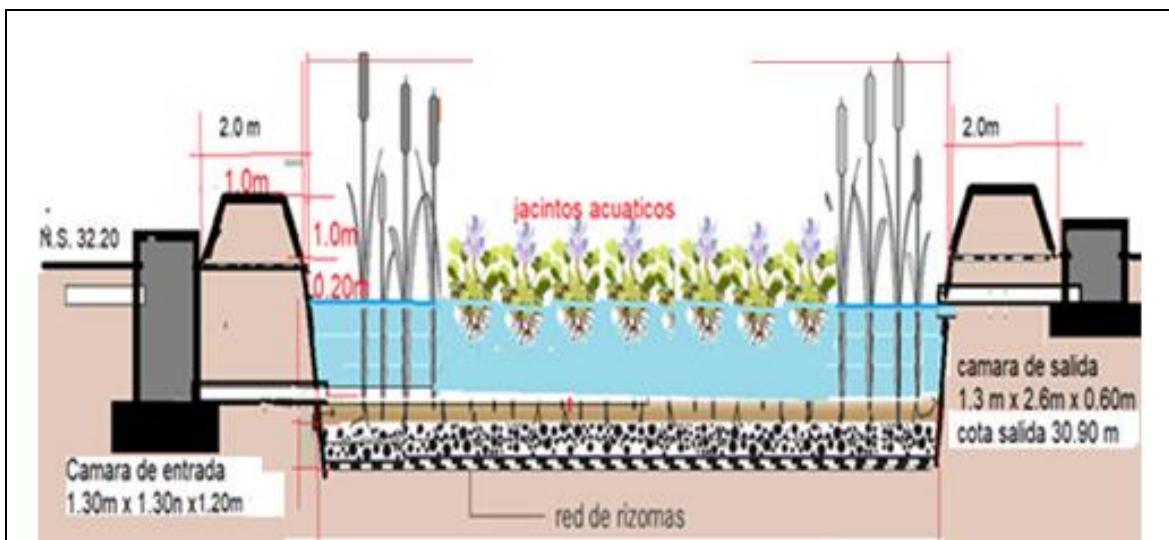


Figura No 1. Dibujo artístico de una Bio-Laguna, como la que se propone para el Residencial Senderos del Chagres.

Área promedio de la bio-laguna----- 1,200 m²

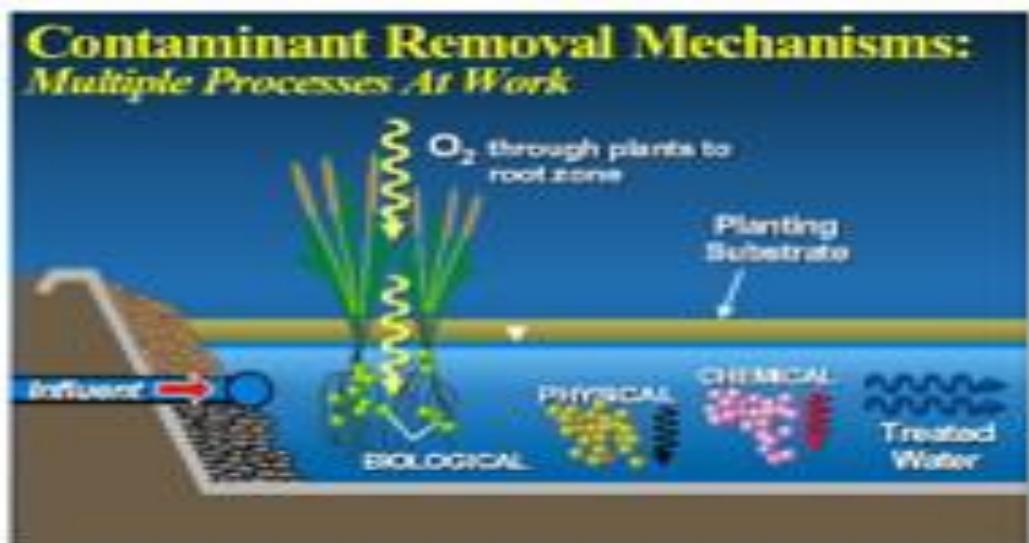


Figura No 2. Los mecanismos de eliminación de contaminantes en un humedal construido (Eifert 2002).