

**PROYECTO  
“LA MONTAÑA”  
JARABACOA, PROVINCIA LA VEGA**

**DISEÑO SISTEMAS SANITARIOS**

**JULIO 2016  
REV00**

## **CONTENIDO**

### **I.- MEMORIA DESCRIPTIVA**

#### **1.1. GENERALIDADES**

#### **1.2. UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO**

#### **1.3. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**

#### **1.4. DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO**

##### **1.4.1 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA**

##### **1.4.2 SISTEMA DE TRATAMIENTO Y DISPOSICIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES**

### **II.- MEMORIA DE CALCULO**

# **I. MEMORIA DESCRIPTIVA**

# **I MEMORIA DESCRIPTIVA**

## **1.1 GENERALIDADES**

### **1.1.1 PRESENTACIÓN**

El presente documento muestra la descripción de la tecnología y procesos que se utilizara para el tratamiento de las aguas residuales del Proyecto “**LA MONTAÑA**”. Su objeto es el de presentar ante los propietarios de la obra y ante los organismos competentes, las consideraciones utilizadas para el diseño del sistema de agua potable y para la selección de PTAR individuales que se construirán en cada lote para villa, comprobando reúne las condiciones y garantías mínimas exigidas por la reglamentación vigente, con el fin de obtener la Autorización Administrativa y la de Ejecución de la instalación, así como servir de base a la hora de proceder a la ejecución de dicho proyecto.

El presente proyecto recoge las características de los materiales, los cálculos que justifican su empleo y la forma de ejecución de las obras a realizar, dando con ello cumplimiento a las siguientes disposiciones:

- Normas Básicas para las instalaciones Sanitarias en Edificaciones, Ministerio de Estado de Obras Publicas y Comunicaciones (SEOPC)
- Norma MIMARN, Control de Descarga de Aguas Residuales
- Especificaciones del INAPA y CAASD.

### **1.1.2 CARACTERÍSTICAS ESPECÍFICAS DE LOS CENTROS TURÍSTICOS DE DOMINICANA.**

El turismo ha tomado una importancia cardinal en la economía de la República Dominicana y es un objetivo nacional el mantener e incrementar la industria turística.

La gran mayoría de los turistas que llegan al país, y que visitan las zonas turísticas, provienen de Europa, principalmente de España, Alemania, Francia, Inglaterra e Italia. La cantidad de turistas estadounidenses es apreciable y esta actualmente en aumento. Si consideramos las visitas de los dominicanos ausentes, la mayor cantidad proviene de este último país, pero solo una parte visita nuestros centros turísticos.

El principal atractivo turístico de los centros comprendidos en este proyecto son las playas tropicales coralinas que, a los ojos del turista, se presentan como paradisíacas y limpias de cualquier contaminación; esta imagen debe ser mantenida. Además, se desea que el turista vea centros turísticos localizados en regiones limpias de contaminación en términos generales (calles y carreteras sin desechos sólidos, etc.).

El proyecto que nos ocupa estará ubicado en el centro del país, en la zona montañosa, próximo a una zona protegida, y por lo tanto se enmarca dentro de otro atractivo que esta experimentando un importante crecimiento, en zonas además virgen en cuanto el desarrollo de infraestructura turística y/o de segunda vivienda, por lo cual resulta ser un proyecto pionero, confiriéndole la importante meta de promover el desarrollo turístico eco-sostenible de la zona.

### **1.1.3 CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA REGIÓN DONDE SE UBICA EL PROYECTO**

Jarabacoa es una ciudad de la Republica Dominicana, ubicada en el mismo centro de la Cordilera Central, en una altiplanicie de 500 metros sobre el nivel del mar y a una distancia de 2 horas y media desde Santo Domingo. Tiene una naturaleza impresionante. La atraviesa el río Yaque del Norte y cuenta con tres majestuosos saltos de agua: Salto de Jimenoa I, Salto de Jimenoa II y el Salto Baiguarte, además de encontrarse en las cercanías del Pico Duarte (el más alto de las Antillas).

Jarabacoa presente un clima tropical lluvioso, con temperatura promedio anual de 22 °C con pocas variaciones, y lluvias abundantes durante todo el año.

Hace algunos años la economía de la ciudad dependía principalmente de la agricultura. Los territorios de la zona son de alta y variada productividad. Existen plantaciones de fresas que se venden en el país y son exportadas y una alta producción de hortalizas que se utilizan para el consumo interno y la exportación.

El turismo constituye el renglón con mayor potencial de desarrollo en Jarabacoa. La ciudad tiene unas condiciones excepcionales para desarrollar el turismo de montaña y el ecoturismo. Las principales actividades de atractivo turístico que se pueden llevar a cabo son: river-rafting, canyoning, cascading, mountain bike, four wheels, vehículos, cabalgatas, entre otros.

En la zona se encuentra también la ruta más importante para el montañismo en las Antillas, la ruta al Pico Duarte, el pico más alto del Caribe con 3,175 metros sobre el nivel del mar. Además, al suroeste de la ciudad, se encuentra la Reserva Científica Ébano Verde, con un bosque nublado de alta biodiversidad, especies endémicas y un programa de ecoturismo. Jarabacoa es la capital ecológica de la Republica Dominicana.

En la ciudad y sus alrededores se encuentra algunos hoteles y ranchos con todo el confort para vacaciones en las montañas de Republica Dominicana.

#### **1.1.4 DESCRIPCION DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA ZONA**

##### **DESCRIPCION GENERAL**

El municipio de Jarabacoa cuenta con un sistema de Abastecimiento de Agua Potable Operado por la Corporación del Acueducto y Alcantarillado de la Vaga (CORAAVEGA), y no cuenta con un sistema formal de alcantarillado sanitario. Los proyectos que están fuera de este centro urbano, deben implementar sus propios sistemas.

##### **SISTEMA DE ABASTECIMIENTO:**

El sistema utilizado hasta la fecha para el abastecimiento de agua potable es que cada proyecto urbanístico o residencial, evalúa las fuentes dentro de su propiedad o cercana al desarrollo (adquiere los terrenos de ser necesarios), perfora pozos y construye las impulsiones necesarias o capta el aguas de arroyos-cañadas o ríos próximos, ya sea por gravedad o por bombeo dependiendo de las condicione topográficas. Esta es la práctica común cuando no existe un sistema público de abastecimiento de agua potable donde conectarse o la conexión a este no está permitida. En general los pozos son de baja producción pero dada la baja densidad de los proyectos en algunos casos son suficientes, sucediendo lo mismo con algunos arroyos.

En general las aguas subterráneas y las captadas en los nacimientos de los arroyos son de buena calidad, requiriendo solo desinfección para garantizar su potabilidad.

##### **SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES:**

El sistema utilizado hasta la fecha para el tratamiento de las aguas residuales es efectuado exclusivamente e independientemente por cada proyecto de la zona, no existiendo tratamiento para las pequeñas poblaciones salvo algunos casos de cámaras sépticas o proyectos privados exclusivos. Es práctica común para la mayoría de proyectos de villas, hacerles soluciones individuales basadas en la baja densidad y distancias entre las viviendas, la topografía montañosa que dificulta la construcción de sistemas de alcantarillados generales, y la baja capacidad de infiltración para la descarga puntual de mayores caudales.

##### **SISTEMA DE DRENAJE PLUVIAL:**

El sistema utilizado hasta la fecha aprovecha la conformación montañosa de la zona y la existencia de vaguadas, cañadas o arroyos que permiten la descarga de las aguas pluvial de escurrimiento superficial mediante cunetas y canales (en pocas ocasiones se utilizan alcantarillado pluviales).

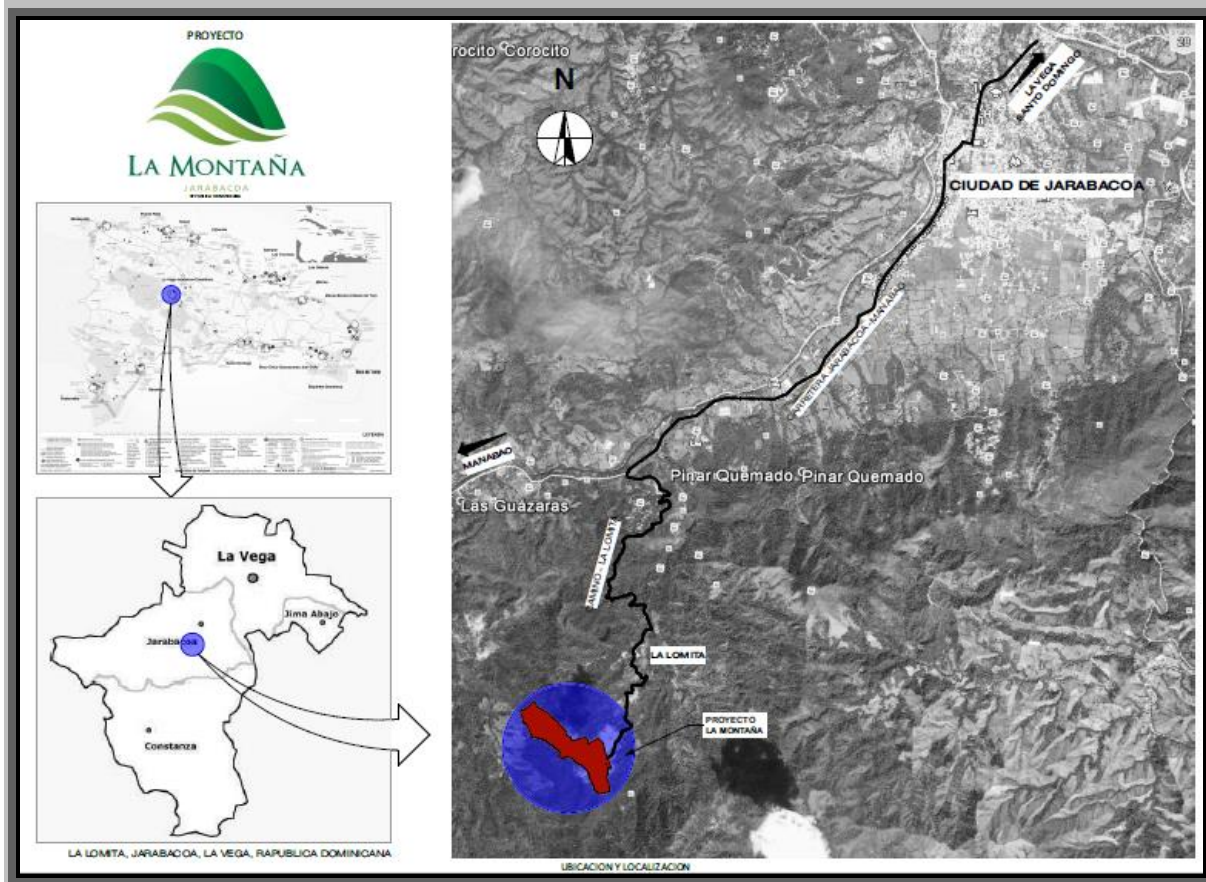
## 1.2 UBICACIÓN Y LOCALIZACION DEL PROYECTO.

El Proyecto “**LA MONTAÑA**” estará localizado en Jarabacoa, Provincia La Vega, República Dominicana. Específicamente estará situado en términos generales al Suroeste del municipio de Jarabacoa, próximo y antes de llegar a la comunidad de la Guazaras, en la carretera que conduce además a Los Dajaos y Manabaos. El proyecto se encuentra en el centro de la República Dominicana, país que ocupa el lado este de la isla Hispaniola, segunda isla más grande del archipiélago del Caribe, localizada en el centro geométrico del hemisferio occidental. Limitada por el Océano Atlántico en el norte, el mar Caribe en el sur, el Canal de los Vientos, que la separa de Cuba, en el oeste y el Canal de Mona, que la separa de Puerto Rico, en el este.



La gran variedad de características geográficas, playas espectaculares, clima tropical y las zonas montañosas más altas del Caribe, combinado con un sistema político estable, una de las economías más fuertes de América latina y del Caribe en los últimos años, han atraído a inversionistas extranjeros y locales a invertir en proyectos turísticos en el área, convirtiendo una industria prácticamente inexistente hace veinte años, en un negocio próspero que ha crecido mucho en los últimos cinco años. Todo esto ha generado la necesidad de albergue para la gran cantidad de empleados de todos los niveles requeridos por la industria turística.

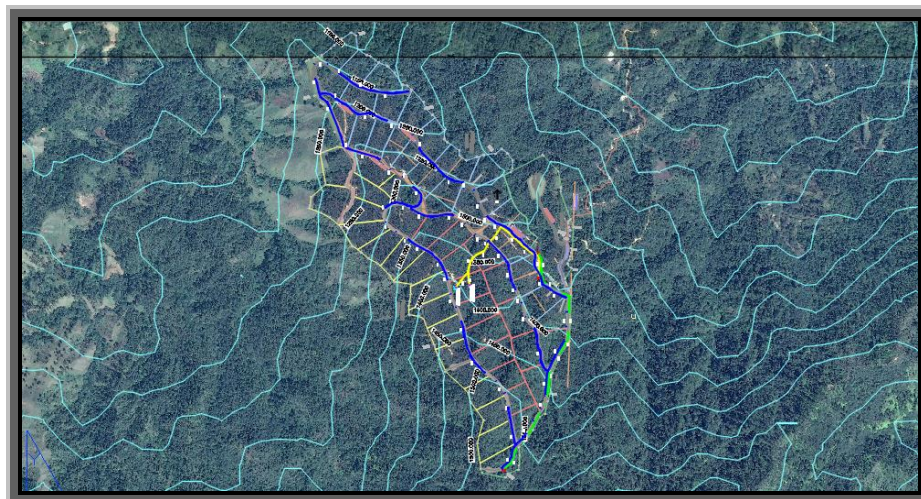
Proyecto "LA MONTAÑA"  
Diseño de los Servicios Sanitarios  
Jarabacoa, Provincia La Vega





### 1.3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto “**LA MONTAÑA**” busca incrementar el desarrollo de proyectos urbanísticos-turístico de montaña de alta calidad con el fin de satisfacer las necesidades de vivir en un segundo hogar en el centro de unos de los desarrollos turísticos mas importante del país.



El proyecto destinado a segundas viviendas (villas) unifamiliares, con un total de 60 unidades. Se ha dividido para desarrollarse en tres etapas, consistente la primera en la construcción de solares para viviendas unifamiliares de uno y de dos niveles, de dos y tres habitaciones que constaran de: sala, comedor, cocina, baño, estacionamiento, estar familiar, closets, area de lavado, etc. Esta **primera etapa** contara con un total de **17 lotes** de unos 15,000 m<sup>2</sup> promedio para villas de unos 200 m<sup>2</sup>, contando por lo tanto con importantes areas verdes e inalterando las condiciones de la vegetacion local en la mayorias de los casos (muy bajo impacto). La **segunda etapa** contara con un total de **15 lotes** y la **tercera etapa** contara con un total de **28 lotes**.

Además el proyecto contará con todos los servicios sanitarios básicos (sistemas de: abastecimiento de agua potable, sistema de recolección, tratamiento y disposición de las aguas residuales y sistema de recolección y recolección y disposición de las aguas pluviales.

### 1.4 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA PROPUESTO.

#### 1.4.1 SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE.

Se plantea que el proyecto pueda tener la posibilidad de abastecerse de varias fuentes:

1. Dos nacimientos de arroyos ubicados en el noreste del proyecto (identificados como Cajuela #1 y Cajuela #2).
2. Un dique derivador identificado como Obra de Toma #3.
3. Suministro de agua mediante camiones a depositarse en las cisternas.

La situación en términos de caudales de estas fuentes es la siguiente:

- El nacimiento #1 produce en época de estiaje unos 20 GPM.
- El nacimiento #2 produce en época de estiaje unos 15 GPM.
- El arroyo donde se propone ubicar el dique derivador produce, estimamos, en época de estiaje entre 60 GPM y 100 GPM. Acotamos este arroyo es utilizado aguas abajo para una pequeña central hidroeléctrica que alimenta a la comunidad más cercana del proyecto de energía eléctrica. La calidad del agua de esta fuente es buena pero dado que la captación no es en el nacimiento, esta presenta mayor vulnerabilidad que las captadas en las cajuelas #1 y #2. No obstante se ha propuesto como garantía de captación de agua en eventos de extrema sequía dado que es la fuente de mayor caudal dentro del proyecto.

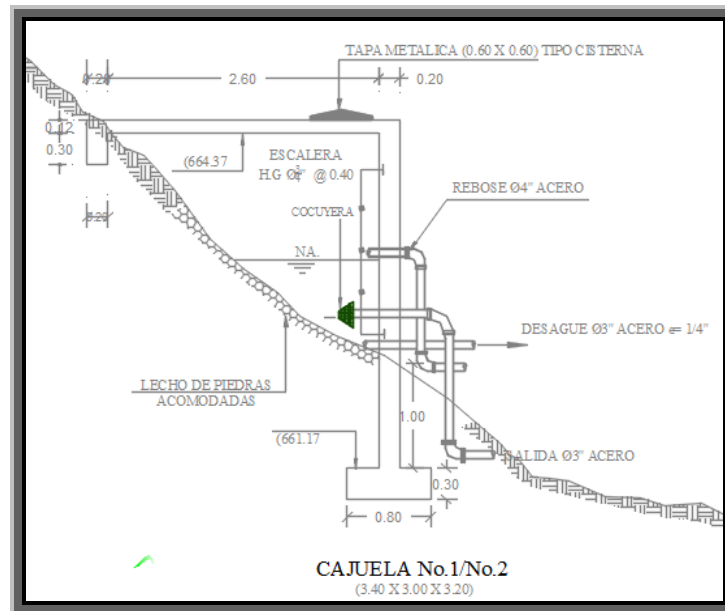
El caudal de demanda media del proyecto es de 9.9 GPM (ver resumen más abajo y el desarrollo de cálculos completos en la memoria de cálculos anexa), considerando que todas las villas estarían 100% ocupadas, lo cual sería un caso atípico dado que son segundas viviendas, además de que básicamente son de fin de semana, por lo cual la demanda será menor la mayor parte del tiempo, llegándose las cisterna y desde aquí absorber las demandas simultaneas los fin de semana.

RESUMEN GENERAL DE CAUDALES					
Caudal / Año	2018	2019	2020	2021	2022
Qmed/d A.P. (Lps)	0.05	0.10	0.21	0.42	0.63
Qmax/d A.P. (Lps)	0.07	0.13	0.26	0.52	0.78
Qmax/h A.P. (Lps)	0.23	0.47	0.94	1.88	2.81
Caudal / Año	2018	2019	2020	2021	2022
Qmed/d A.P. (Gpm)	0.8	1.7	3.3	6.6	9.9
Qmax/d A.P. (Gpm)	1.0	2.1	4.1	8.3	12.4
Qmax/h A.P. (Gpm)	3.7	7.4	14.9	29.7	44.6
Caudal / Año	2018	2019	2020	2021	2022
Qmed/d A.P. (M3/D)	5	9	18	36	54
Qmax/d A.P. (M3/D)	6	11	23	45	68
Qmax/h A.P. (M3/D)	20	41	81	162	243

La demanda media indicada se obtuvo considerando 6 personas por viviendas y una dotación de 150 lit/hab-día (dotación seleccionada debido al clima y al uso de agua potable previsto), esto último porque el proyecto ha sido proyectado para abastecer desde el acueducto solo los aparatos que requieran agua potable (lavamanos, fregadero, lavaderos y duchas), siendo los otros aparatos (Inodoros –que normalmente representan el entre el 30 y el 40 % del consumo de la vivienda- y llaves de jardín-aunque se prevé poso su uso debido al clima húmedo de la zona) abastecidos de agua de lluvia: la normativa del proyecto requerirá que cada viviendas disponga de recolección de agua de lluvia en los techos y la almacene en una cisterna desde la cual, mediante una red independiente a la red de agua potable.

Por tales motivos, se considera que las captaciones en los nacimientos serán de bajo impacto en términos de los caudales a explotar, funcionando los reboses de estos

permanentemente, además de que el rebose de la cisterna de bombeo se conducirá al mismo cauce (es importante tomar en cuenta además que los dos nacimientos se une en un solo cauce que luego entra al arroyo y aguas debajo de estos van entrando más cursos superficiales de agua próximo a la propiedad).



Aunque la concepción de una cajuela implica construir una estructura (tal y como se puede ver en la imagen) que cubra el nacimiento o una de sus principales venas de agua, permanentemente, de tal manera que se evite la contaminación directa de las aguas por escurrimiento superficial, colocando una salida para el acueducto, un desagüe para uso esporádico y un rebose para que el agua que no es utilizada en el acueducto se conduzca al cauce normal, el impacto constructivo se considera bajo también como lo demuestran las diferentes obras de toma existentes de este tipo, una vez pasada esta etapa.

#### **1.4.1 SISTEMA DE RECOLECCION Y TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES.**

Las características de la infraestructura propuesta son las siguientes: La longitud se obtuvo de los planos topográficos; las cajas de registro suponiendo longitudes no mayores de las establecidos en nuestro país para cada uno de los diámetros; las conexiones domiciliarias de Ø4".

El sistema de recolección de aguas residuales se ha concebido de tal forma que funcione por gravedad hasta los distintos sistemas de tratamiento dado la topografía. Se recogerá dentro de cada villa y de allí a las cámaras de inspección y/o trampa de grasa (la primera para facilitar la inspección y la limpieza y la segunda para que las grasas no lleguen a la unidad de tratamiento, pues éstas dificultan el proceso de la degradación de la materia orgánica) desde donde se conducirán al sistema de tratamiento de las aguas residuales.

En el diseño se considera el uso de tuberías máxima de Ø4", Con pendiente mínima de 2%. Las tuberías serán PVC (SDR-41) J.G.

Cada villa contara con una planta con tratamiento de tecnología apropiada. El propósito es contar con un tratamiento de bajo costos y que pueda ser sostenido en el tiempo en armonía con la población objeto. La gran ventaja de este sistema es que son procesos biológicos naturales, sin utilización de productos químicos.

La unidad que hemos diseñado funcionara completamente por gravedad a partir de la entrada a la planta de tratamiento sin ninguna mecanización ni productos químicos, obteniendo en la fase final del tren de tratamiento un líquido transparente, casi inodoro y sin polución, que pueda ser descargado directamente al subsuelo, luego de complementar el tratamiento primario con los filtros biológicos como tratamiento secundario.

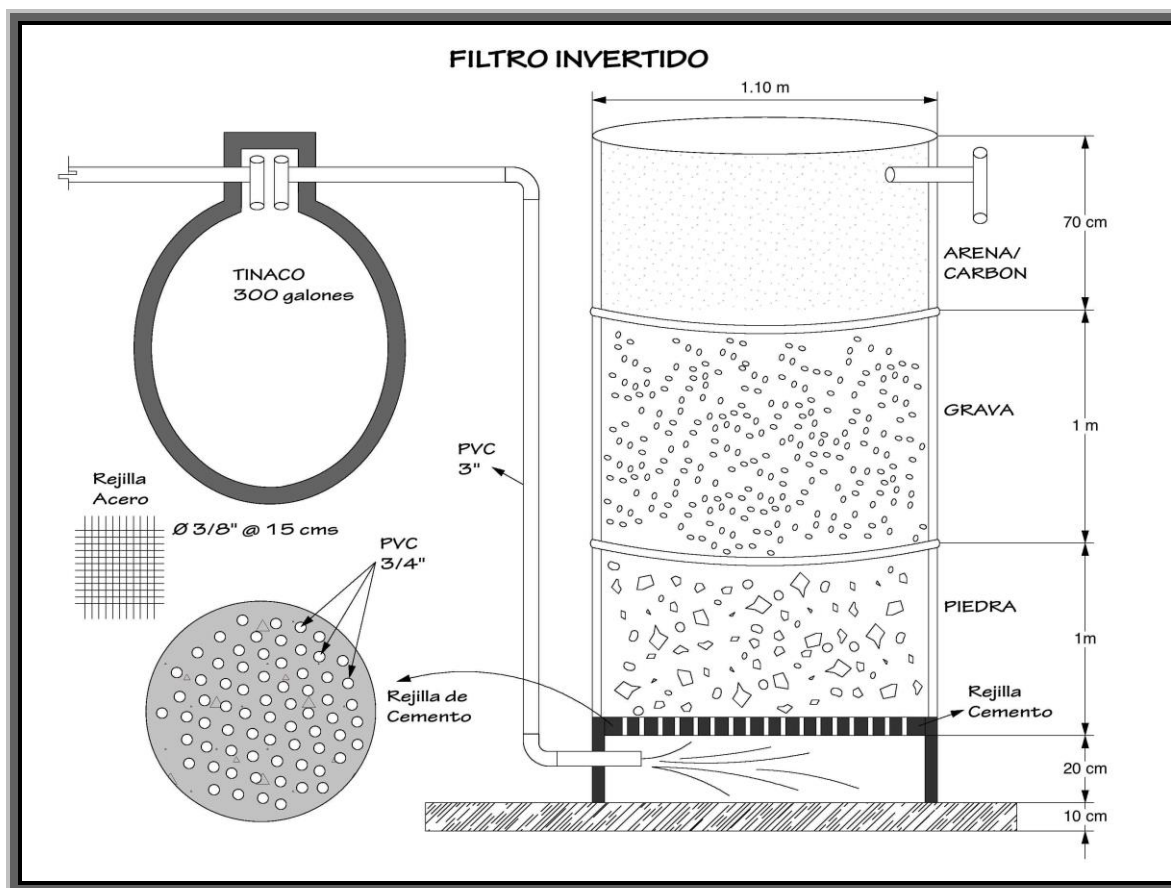
El sistema de tratamiento propuesto está compuesto por las siguientes unidades:

- 1) Registro de entrada.
- 2) Tanque séptico doble cámara (una unidad diseñada para el Qmed/d)
- 3) Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente (una unidad diseñad para el Qmed/d)
- 4) Descarga al subsuelo mediante pozo "filtrante" (se realizará prueba de infiltración para asegurar la disposición, aunque los proyectos existentes próximos no han presentado ningún problema).

El diseño de esta planta en si se realizara para cumplir básicamente con la eliminación (cumpliendo con las normas de la Secretaria de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales) de la materia carbonacea (DBO & DQO, Sólidos Suspendidos –parte- y grasas, y coliformes).



Se ha planificado construir las cámaras sépticas dobles para cada villa, y los efluentes de cada dos o tres viviendas conducirlas a hacia una unidad de filtro anaerobio de flujo ascendente ubicada convenientemente según la topografía y similar a la imagen que se muestra más abajo. Este sistema ha funcionado perfectamente en las etapas anteriores del proyecto y queremos replicarlo tal cual.



## GENERALIDADES SISTEMAS DE TRATAMIENTO A UTILIZAR

Se considerara un tratamiento compuesta por las siguientes unidades.

- SEDIMENTADOR DOBLE CAMARA (TIPO SÉPTICO)
- FILTRO ANAEROBIO
- REGISTROS DE SALIDA
- FILTRANTE PROFUNDO

### 2.5.1 Criterios de Selección de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales

Los criterios utilizados para la selección del sistema a utilizar en este proyecto, se corresponden con los resultados de un análisis completo de un conjunto de parámetros, así

como de una gran variedad de sistemas de tratamiento de las aguas servidas como son: Reactor anaeróbico de flujo ascendente (Rafa), filtros percoladores, filtros anaeróbicos, lagunas de estabilización, lodos activados (en situ y paquetes), etc...

Un criterio considerado como fundamental es la protección del medio ambiente y la conservación de los recursos naturales; aunque somos partidarios del rehuso del agua tratada (efluente de la planta) ya sea para riego de campos, piscicultura, etc (en nuestro caso solo sería para riego), debido a las características eminentemente económicas del proyecto, consideramos no justificable el incremento en el costo (tratamiento más acabado, cisterna de almacenamiento de agua tratada, estación de bombeo, red independiente de riego, etc.)- lo cual implica que para la selección de un sistema en particular solo tomamos en cuenta que posea la eficiencia adecuada para lograr nuestro objetivo: que nuestro efluente cumpla con lo estipulado por las normas establecidas por El Ministerio de Estado del Medio Ambiente y Recursos Naturales, garantizando la capacidad del cuerpo receptor de depurarlas, manteniendo un ambiente sano y a la vez que sea económica, de fácil mantenimiento y operación.

Analizando el criterio económico, debemos tener en cuenta el costo de la energía eléctrica, el costo de la mano de obra de operación y el costo de la tierra, las cuales tienen tendencia a seguir incrementándose.

Tomando en cuenta los criterios expuesto anteriormente y considerando, repetimos, las características del proyecto es conveniente utilizar un sistema de bajo costo que permita eliminar la mayor cantidad de materia orgánica de las aguas residuales. Se propone pues, el sistema «FOSA-FILTRO» como sistema de tratamiento que nos permitirá cumplir aceptablemente con los objetivos propuestos. Este sistema posee las siguientes características:

- 1) Un efluente de buena calidad.
- 2) Bajo uso de la tierra.
- 3) Bajo costo de operación y mantenimiento
- 4) Puede ser construido con materiales nacionales (hormigón), y con mano de obra nacional ya experimentada en labores constructivas.
- 5) No requiere de personal especializado para su operación y mantenimiento.
- 6) Se requiere de poco espacio para su construcción.
- 7) Permanece convenientemente cubierto, lo que evita accidentes y daños al paisaje.
- 8) No requiere de elementos electromecánicos para su funcionamiento, opera automáticamente, aprovechando las características topográficas del terreno.
- 9) Debido a la separación de sólidos que se realiza en la « Fosa Séptica» es poco probable que se presenten problemas de colmatación en el tratamiento posterior a través del «Filtro Anaerobio», lo cual permite una mejor distribución del flujo y consecuentemente una mayor eficiencia de depuración.
- 10) Debido a que el proceso es completamente anaerobio, existe poca producción de lodos en el filtro, lo que nos evita problemas de manejo o gestión de lodos.



- 11) Es muy resistente a sobrecargas.
- 12) El sistema «Fosa - Filtro» ha sido ampliamente utilizado en América Latina en el tratamiento de aguas residuales obteniéndose resultados más que satisfactorios.

## 2.5.2 Fases Del Tratamiento

### **SEDIMENTADORES (TANQUES SÉPTICOS):**

El tanque séptico se caracteriza porque en él la sedimentación y la digestión ocurren dentro del mismo tanque; con lo anterior, se evitan los problemas de complejidad de construcción y excavación profunda del tanque Imhoff. El tanque séptico consiste esencialmente en uno o varios tanques o compartimientos, en serie, de sedimentación de sólidos. La función más utilizada del tanque séptico es la de acondicionar las aguas residuales para disposición sub-superficial en lugares donde no existe un sistema de alcantarillado sanitario. En estos casos sirve para:

- Eliminar sólidos suspendidos y material flotante.
- Realizar el tratamiento anaerobio de los lodos sedimentados.
- Almacenar lodos y material flotante.

La remoción de DBO en un tanque séptico puede ser de 30 al 50%, de grasas y aceites un 70 a 80%, de fósforo un 15% y de un 50 a 70% de SST, para aguas residuales domésticas típicas.

En nuestro caso, no podemos permitirnos la descarga sub-superficial de este efluente, por lo cual nos abocamos a una segunda fase de tratamiento.

### **FILTROS ANAEROBIOS:**

El filtro anaerobio es un reactor en el que la materia orgánica es estabilizada por la acción de microorganismos que se encuentran retenidos en los intersticios o adheridos en el medio de soporte o biopelícula. Este material de soporte constituye el medio a través del cual el agua residual y la materia orgánica fluyen. Estos filtros son operados con flujo vertical (ascendente o descendente) con lechos que pueden ser de piedras (típico), material sintético u otro material inerte.

Los filtros anaerobios de flujo ascendente tienen una mejor remoción de sólidos suspendidos que los de flujo descendente. Aunque presentan el problema de taponamiento, en el tratamiento de las aguas residuales domésticas se operan generalmente las unidades de flujo ascendente. Para evitar el taponamiento y mantener la eficiencia es necesario eliminar los sólidos suspendidos atrapados en los intersticios. Se recomienda que se realicen limpiezas cada 12-24 meses o conjuntamente con la eliminación de los lodos del tanque séptico (esto para un dimensionamiento adecuado, con la que se puede esperar un rendimiento de 70% de remoción de la DBO y una operación satisfactoria, sin mantenimiento durante dicho periodo).



*En general los porcentajes de remoción de materia orgánica son entre 50 y 74% para la DBO, DQO y SST. Si bien estos porcentajes de remoción de materia orgánica son importantes, no son eficientes en cuanto a la remoción de nutrientes y patógenos (este ultimo de mucho interés en el trópico donde existe una alta incidencia de enfermedades de origen hídrico). La remoción de nitrógeno es baja debido al poco crecimiento bacteriano y a pH menores de 8; por otra parte, el fósforo tiene remociones similares a la de los sistemas aerobios. Algo similar sucede con la remoción de patógenos en donde únicamente se logra una unidad logarítmica. Por tanto si se quiere lograr una buena remoción de patógenos debe preverse un post-tratamiento del efluente del tratamiento anaerobio: en nuestro caso optamos por reducir al mínimo la incidencia de los organismos patógenos por medio de un sistema de cloración.*

El sistema *tanque séptico-filtro anaerobio de flujo ascendente* ha tenido un uso masivo en países como Brazil y Colombia, y más recientemente en nuestro país, en pequeños y medianos proyectos residenciales y hoteleros (reconocemos que los estudios en nuestro país sobre el desempeño de este sistema son relativamente pocos). Esto se debe a que estas son tecnologías anaerobias de bajo costo y algunas ventajas en cuanto operación y mantenimiento (de los sistemas de tratamiento anaerobios es el más sencillo de mantener porque la biomasa permanece como una película microbial adherida).

El sistema propuesto contará con tuberías de 4" PVC para la recolección de los gases generados en la descomposición anaerobia (gas metano), las cuales lo conducirán a la atmósfera a través de una columna de ventilación.

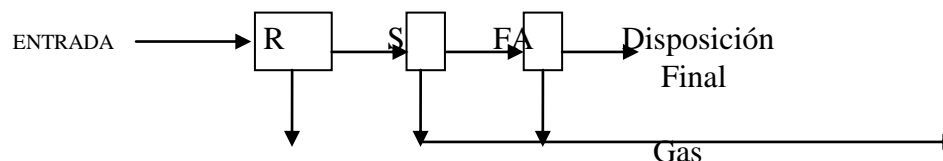
### 2.5.3 Descripción de la Planta

El sistema de tratamiento propuesto está compuesto por las siguientes unidades:

- Registro de entrada
- Sedimentador (tipo séptico)
- Filtro anaeróbico
- Registros de salida
- Filtrante Profundo

El diseño de esta planta se ha realizado para que la DBO (Demanda Biológica de Oxígeno) del efluente sea menor de 40 mg/lit.

#### Diagrama de Flujo



Las aguas residuales provenientes del proyecto llegarán a un registro de partición (que servirá también para eliminar las partículas con un peso específico mucho mayor que el

agua y los sólidos grandes por medio de un sistema de rejillas) desde donde pasarán a una batería de sépticos dobles donde por medio de un manto de lodos se degrada la materia orgánica del agua residual por la acción de bacterias anaeróbicas.

A continuación las aguas residuales ingresarán a los filtros anaeróbicos, los cuales poseen un lecho filtrante de grava entre 5 y 8 mm donde se retienen bacterias anaeróbicas que eliminan del agua residual el contenido de materia carbonácea.

Finalmente las aguas ya tratadas se envían a una cámara de contacto de cloro, donde éstas aguas serán desinfectadas por cloración para luego ser enviadas a un pozo filtrante y dispuestas al subsuelo.

#### **1.4 Resumen Principios de Funcionamiento del Sistema:**

La técnica del sistema « Fosa - Filtro» se basa en el principio natural, de que toda aquella sustancia orgánica susceptible a ser degradada por los microorganismos que se encuentran en la naturaleza, puede ser llevada a condiciones en las cuales estos mismos microorganismos realicen esta labor, pero con una mayor eficiencia y de tal forma que no se generen molestias a la población ni daños al medio ambiente.

La digestión anaerobia, se puede definir como una fermentación bacteriana en ausencia de, oxígeno, en la cual la materia orgánica es transformada principalmente en una mezcla de gases, en la que predominan principalmente el metano y dióxido de carbono.

« Fosa Séptica» es un sistema ampliamente probado como un pretratamiento eficaz, que ayuda a eliminar los sólidos suspendidos y las grasas que se encuentran en el efluente. En la «Fosa Séptica» el agua residual es llevada a condiciones de reposo, lo que permite que haya una buena sedimentación de los sólidos suspendidos, estos se depositan en el fondo donde son degradados, por microorganismos anaerobios especializados, para que estos sólidos sean bien digeridos, se requiere que permanezcan durante algún tiempo en el interior de la « Fosa». Luego de un tiempo razonable la "Fosa" deberá limpiarse, sin eliminar completamente el lodo del fondo de la misma para permitir una regeneración posterior de la masa bacterial.

El «Filtro Anaerobio» es una técnica en la cual se realiza o desarrolla un proceso biológico de depuración en ausencia de oxígeno molecular disuelto. El « Filtro» se basa en la posibilidad de lograr una alta concentración de « biomasa» (microorganismos) en el interior del mismo, esto se alcanza a través de los siguientes mecanismos:

- Adhesión de microorganismos a un medio de soporte, formando una película biológica.
- Atrapamiento de flóculos bacterianos en los intersticios del material que rellena el reactor.

Los sólidos biológicos se retienen dentro del reactor, durante un largo período de tiempo. La elevada concentración de microorganismos dentro del reactor permite que puedan

alcanzarse bajos tiempos de retención hidráulico, altas eficiencias y rendimientos significativos en la producción de biogás.

Es importante que el medio filtrante posea una alta superficie específica y una amplia relación de vacíos, que permita una mayor superficie de contacto entre la capa biológica y el agua residual.

En el funcionamiento del «Filtro» intervienen los sólidos suspendidos inertes y los digeribles que sedimentan rápidamente y que se acumulan en los espacios intersticiales. Esta acumulación (cuando llega a presentarse, y esto sucede si no se coloca un pretratamiento que elimine los sólidos suspendidos), la dispersión hidráulica, la acción de mezcla de las burbujas de gas ascendente y otros factores son los causantes de cortocircuitos y de la desviación de flujo ideal.

Debido a que la digestión anaerobia es un proceso biológico complejo, se deben considerar factores que intervienen directamente en el funcionamiento de un sistema anaerobio.

Para la digestión anaerobia un rango óptimo de pH, que indica la intensidad de acidez y de alcalinidad en las aguas, está entre 6.8 y 7.5, pero el proceso aún ocurre satisfactoriamente en el rango de 6.0 y 8.0. La temperatura es otro parámetro importante que puede afectar la actividad biológica, valores entre 15° y 40° C. permiten que se realice el proceso de digestión, sin embargo es importante señalar que temperaturas más cercanas al valor más alto de este rango, aceleran el proceso de degradación y contrariamente, temperaturas mas cercanas al valor más bajo de este rango hacen más lento el proceso. La alcalinidad es un indicador que nos permite determinar la capacidad que posee un agua determinada para neutralizar un ácido fuerte, esto es que el sistema está salvaguardado contra fluctuaciones de pH

Debido a que lógicamente no se cuenta con información precisa sobre las características físico – químicas - BIOLÓGICAS del agua residual del proyecto, se procedió a seleccionar los siguientes valores basados en promedios típicos para proyectos de estas características:

Promedios Típicos		
pH	6.1	-
Conductividad eléctrica	17.49	mS/cm
Turbiedad	52	UNT
ST	403	mg/lt.
SS	30% ST	mg/lt.

SSV	23% ST	mg/lt.
SD	69% ST	mg/lt*
SDV	28% ST	mg/lt*
S Sed	1.4% ST	mg/lt*
DBO <sup>5</sup>	190	mg/lt.
DQO	382	mg/lt.
COT	160	mg/lt.
GRASAS Y ACEITES	100	mg/lt.
ALCALINIDAD TOTAL	100	mg/lt.-CaCO <sub>3</sub>
COLIFORMES	8.23 X 10 <sup>6</sup>	MMP/100ml

Con esta información se puede concluir que el agua residual proveniente del proyecto urbanístico es susceptible a ser tratada por métodos biológicos; quizás uno de los parámetros más importantes como criterio de diseño sea el porcentaje de sólidos suspendidos volátiles con respecto a los sólidos totales, lo cual en conjunto con la DBO y DQO son indicadores de la cantidad de materia orgánica biodegradable en el afluente.

## **II. MEMORIA DE CALCULO**

## 2.1 SISTEMA DE AGUA POTABLE

### MODELO DE DESARROLLO POBLACION Y GENERACION DE CAUDALES

#### TABLAS DE CALCULOS

Poblacion Total Estimada= 360 HABITANTES

VILLAS					
Año	2018	2019	2020	2021	2022
No. de Viviendas	5	10	20	40	60
No. de Habitantes/Viviendas	6	6	6	6	6
Poblacion	30	60	120	240	360
Dotacion (Lit/dia-habitante)	150	150	150	150	150
Qmed/d AP (Lps)	0.05	0.10	0.21	0.42	0.63
Qmax/d AP (Lps)	0.07	0.13	0.26	0.52	0.78
Qmax/h AP (Lps)	0.23	0.47	0.94	1.88	2.81
Qmed/d AR (Lps)	0.03	0.07	0.13	0.27	0.40
Qmax/h Diurno AR (Lps)	0.13	0.27	0.53	1.07	1.60
Qmax/h Vespertino AR (Lps)	0.07	0.13	0.27	0.53	0.80
Qmin/h AR (Lps)	0.02	0.03	0.07	0.13	0.20

### RESUMEN DE CAUDALES POR ETAPA

Qmed/d A.P. (Lps)					
Proyecto / Fase	2018	2019	2020	2021	2022
Viviendas unifamiliares	0.05	0.10	0.21	0.42	0.63
<b>Totales</b>	0.05	0.10	0.21	0.42	0.63

Qmax/d A.P. (Lps)					
Proyecto / Fase	2018	2019	2020	2021	2022
Viviendas unifamiliares	0.07	0.13	0.26	0.52	0.78
<b>Totales</b>	0.07	0.13	0.26	0.52	0.78

Qmax/h A.P. (Lps)					
Proyecto / Fase	2018	2019	2020	2021	2022
Viviendas unifamiliares	0.23	0.47	0.94	1.88	2.81
<b>Totales</b>	0.23	0.47	0.94	1.88	2.81

Qmed/d A.R. (Lps)					
Proyecto / Fase	2018	2019	2020	2021	2022
Viviendas unifamiliares	0.03	0.07	0.13	0.27	0.40
<b>Totales</b>	0.03	0.07	0.13	0.27	0.40

Qmax/h Diurno A.R. (Lps)					
Proyecto / Fase	2018	2019	2020	2021	2022
Viviendas unifamiliares	0.13	0.27	0.53	1.07	1.60
<b>Totales</b>	0.13	0.27	0.53	1.07	1.60

Qmax/h Vespertino A.R. (Lps)					
Proyecto / Fase	2018	2019	2020	2021	2022
Viviendas unifamiliares	0.07	0.13	0.27	0.53	0.80
<b>Totales</b>	0.07	0.13	0.27	0.53	0.80

Qmin/h A.R. (Lps)					
Proyecto / Fase	2018	2019	2020	2021	2022
Viviendas unifamiliares	0.02	0.03	0.07	0.13	0.20
<b>Totales</b>	0.02	0.03	0.07	0.13	0.20

## RESUMEN GENERAL DE CAUDALES

Caudal / Año	2018	2019	2020	2021	2022
Qmed/d A.P. (Lps)	0.05	0.10	0.21	0.42	0.63
Qmax/d A.P. (Lps)	0.07	0.13	0.26	0.52	0.78
Qmax/h A.P. (Lps)	0.23	0.47	0.94	1.88	2.81

Caudal / Año	2018	2019	2020	2021	2022
Qmed/d A.P. (Gpm)	0.8	1.7	3.3	6.6	9.9
Qmax/d A.P. (Gpm)	1.0	2.1	4.1	8.3	12.4
Qmax/h A.P. (Gpm)	3.7	7.4	14.9	29.7	44.6

Caudal / Año	2018	2019	2020	2021	2022
Qmed/d A.P. (M3/D)	5	9	18	36	54
Qmax/d A.P. (M3/D)	6	11	23	45	68
Qmax/h A.P. (M3/D)	20	41	81	162	243

## CAPACIDAD DEPOSITO ALMACENAMIENTO

			gpm
Qmed/d (A.P.) total	0.63	Lps	10
Qmax/d (A.P.) = Cd x Qmed/d (A.P.)	0.78	Lps	12
Qmax/h (A.p.) = Ch x Qmed/d (AR)	2.81	Lps	45

### Calculo capacidad de Regulacion Necesaria

Porcentaje Diario a Considerar	40	%	
Volumen Regulacion = Qmax/d (A.P.) * % =	27	m3	7,128.00

### Calculo capacidad de almacenamiento Necesario

Tiempo de Almacenamiento	1.5	Dia	
Volumen Almacenamiento = Qmed/d (A.P.) * Tr =	81	m3	21,384.00

<b>Capacidad Total Necesaria =</b>	<b>108</b>	<b>m3</b>	<b>28,512</b>
<b>Capacidad Total Seleccionada =</b>	<b>114</b>	<b>m3</b>	<b>30,096</b>
<b>Capacidad por Modulo =</b>	<b>57</b>	<b>m3</b>	<b>15,048</b>

Dado los sistemas de bombeo previstos por la gran diferencia de altura, se utilizaran tres unidades que sumadas posean el volumen total previsto

**DIMENSIONES MODULO DE CISTERNA:**

Largo útil =	6.00	m
Ancho útil =	4.75	m
Altura útil Calculada =	2.00	m
Altura útil Seleccionada =	2.00	m
Altura Camara de Aire =	0.50	m

**CALCULO EQUIPOS DE BOMBEO AGUA POTABLE CISTERNA #1**

Altura Geometrica =	155.00	M	
Hft =	2.50	M	
Profundidad Succion =	2.50	M	
H piso- seguridad=	8.00	M	
TDH = minimo.	168.00	M	
TDH = maximo considerado	168.00	M	240.00

Utilizar DosElectrobombas Multietapas de:

TDH =	551	Pies
Qb =	55	GPM

Potencia Estimada =	10.38	HP
---------------------	-------	----

**2.2 CAUDALES UNIDADES PLANTAS DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES.**

MEMORIA DE CALCULO PLANTA DE TRATAMIENTO					
1. DATOS					
	Villas	Población	Dotacion AP	Factor Retorno	Qmed/d AR
	Ud	Hab	Lit/Hab-dia	%	Lps
	1	6	150	75%	0.0078
2. BASES DE DISEÑO					
2.1 Caudal de Diseño (Qmed/d)					
Se tiene por Unidad de Camara Septica (una por Vivienda)					
	Qd = 0.0078		l/s		
Este caudal es correspondiente a una población de:			6	hab por Ud de Septico	