



**PLAN DIRECTOR PARA EL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES  
DE ZONAS URBANAS EN LA MANCOMUNIDAD DE MUNICIPIOS  
METROPOLI DE LOS ALTOS**

**INFORME FINAL**

**Contenido**

INTRODUCCIÓN .....	4
OBJETIVOS .....	7
OBJETIVO GENERAL .....	7
OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	7
JUSTIFICACIÓN.....	8
ALCANCE DEL PROYECTO .....	9
METODOLOGÍA.....	10
QUETZALTENANGO .....	13
UBICACIÓN DEL PROYECTO .....	13
POBLACIÓN.....	13
ESTADO SOCIAL .....	13
DESCRIPCIÓN DE PROYECTO .....	14
DESCRIPCIÓN TÉCNICA.....	14
FASES DE SOLUCIÓN .....	14
PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DE QUETZALTENANGO 2002-2003.....	16
Unidades que forman parte de la planta de tratamiento de aguas residuales según el PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DE QUETZALTENANGO 2002-2003 .....	18
ANTECEDENTES .....	21
DATOS HISTÓRICOS .....	21
IDENTIFICACION DEL PROYECTO .....	22
LOCALIZACIÓN .....	22
CLIMA .....	22
IDIOMAS .....	22
DENSIDAD POBLACIONAL.....	23
VIVIENDA .....	23
SERVICIOS BÁSICOS DE VIVIENDA .....	23
EDUCACIÓN .....	25

ECONOMÍA .....	25
CULTURA .....	26
OBJETIVOS DEL PROYECTO .....	27
OBJETIVO GENERAL .....	27
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	27
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	28
ASPECTOS METODOLOGICOS .....	31
VISITA PRELIMINAR DE CAMPO .....	31
BASES DE DISEÑO .....	31
Estudios de población y pronósticos de crecimiento .....	31
Periodo de diseño .....	31
Calculo de la población futura .....	31
Estudio topográfico .....	32
Tipo de servicio .....	32
Drenaje Sanitario .....	32
Drenaje pluvial .....	32
Dotación .....	33
Determinación de Caudal de aguas servidas .....	33
Factor de flujo de Caudal Máximo .....	33
Caudal medio diario .....	34
Caudal Máximo de origen Doméstico .....	34
Infiltración .....	34
Caudal de Diseño .....	34
Diseño de Sección y Pendiente .....	35
Diámetros Mínimos .....	35
Velocidades Máximas y Mínimas .....	35
Pozo de Visita .....	36
IDENTIFICACION DEL AREA DE INFLUENCIA .....	36
Calidad del aire .....	36
Ruido .....	36
Calidad del agua .....	37
Suelos .....	37
Ecología terrestre .....	37
Recursos culturales .....	37



Paisaje .....	37
Socio-economía .....	38
Ejecutor de las Medidas de Mitigación .....	38
DEMANDA Y OFERTA.....	38
ANÁLISIS DE POBLACIÓN.....	38
CONSUMO ACTUAL Y FUTURO.....	38
COSTOS DE INVERSION.....	40
PRESUPUESTO .....	40
ESTUDIOS FINANCIEROS.....	44
ESTUDIO ADMINISTRATIVO.....	44
PLANTA DE TRATAMIENTO: UNIDADES QUE LA COMPONENTEN.....	45
Vertedero de demasías .....	45
Canal de rejás .....	45
Desarenador.....	46
Sedimentador Primario .....	46
Filtro Percolador.....	46
Sedimentador Secundario.....	46
Digestor de lodos .....	46
Patio de Lodos.....	46
ANEXO 1. MEMORIA DE DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO. ....	47
ANEXO 2: CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES.....	54
ANEXO 3 .....	55
ANEXO 4: ESPECIFICACIONES .....	56
ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, GENERALES.....	56
ESPECIFICACIONES GENERALES.....	58
ESPECIFICACIONES GENERALES TECNICAS.....	59
JUNTAS .....	62
PRUEBAS A LAS INSTALACIONES .....	63
FORMA DE PAGO.....	63
MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO .....	63
ANEXO 5. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SISTEMA DE DRENAJE.....	65
ANEXO 6. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTAQ DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR) .....	66



## INTRODUCCIÓN

La parte central de este informe es el conjunto de propuestas de pre factibilidad para sistemas de tratamiento y uso de aguas residuales los cuales se han trabajado en el marco de los lineamientos del INFOM-UNEPAR en el acuerdo Gubernativo 236-06; con la finalidad que pasen formar parte esencial del plan director para el tratamiento de aguas residuales en zonas urbanas de Municipios de la Mancomunidad Metrópoli de Los Altos.

Contienen fundamentos para descontaminar las descargas de drenajes de tipo municipal e industrial que se encuentran en la cuenca alta del rio Samalá. También se dan lineamientos para el desempeño de actores institucionales, organizativos y sociedad en general; sabiendo que todos tenemos responsabilidad histórica y social con las actuales y futuras generaciones; así, lo que se haga o se deje de hacer de aquí para adelante, tendrá incidencia en las condiciones de vida y salud de los habitantes de los territorios urbanos y la naturaleza en general.

La propuesta técnica se enriquece con análisis del medio ambiente, social, financiero y administrativo, para darle el carácter integrador de los esfuerzos a soluciones de fondo porque en efecto los problemas tienen orígenes específicos pero que vienen acompañados de otros muchas veces más complejos de los que a primera vista parecen.

El punto es que si la propuesta técnica se pone en marcha es obligado implementar acciones colaterales importantes, por ejemplo proponerse estrategias de relación con quienes reciben los servicios a efecto que se genere y/o fortalezca una cultura permanente de actitudes positivas en cuanto al manejo del recursos hídrico y los desechos sólidos; así como responder con pago de los servicios.

Otros puntos relacionados tienen que ver con la organización administrativa que impulse iniciativas de forma creativa, ordenada y con visión de largo plazo, en donde la sostenibilidad sea un objetivo a lograr.

Un punto muy importante también en las propuestas es la consideración a lineamientos legales, recomendaciones, procesos y gestiones técnicas que hagan posible la descontaminación de los desfogues sanitarios.

Otro punto importante en este proceso es tener presente por lo menos dos aspectos de primer orden:

Primero: Que la problemática existente afecta la vida humana y a la naturaleza, desde el contexto local, los territorios urbanos, poblaciones y entorno que se encuentra río abajo.

Segundo: que las soluciones no son responsabilidad exclusiva de los Gobiernos Municipales; tampoco son exclusivas de la sociedad en general.

En consecuencia; si se reconocen estos puntos y se explicitan para tomar decisiones; de aquí en adelante un reto clave será es identificar los puntos de encuentro; estar dispuestos a unir criterios y concretar acciones en forma sostenida que permitan desarrollar soluciones de fondo desde el corto plazo.

Un punto fundamental es estar seguros, como Mancomunidad de Municipios de la Metrópoli de Los Altos, que el norte y la ruta a seguir ya están claros, que el camino andado aparte de que ha hecho historia, sienta las bases para seguir con mucha creatividad, unidad y dispuestos a vencer dificultades.

Una acción prioritaria en esta línea de pensamiento es establecer canales de comunicación y estrategias por que se integren otros municipios que son afectados por los mismos problemas aquí analizados, pero que con su contribución a este proceso de enfrentar los problemas, serán beneficiados.

El presente documento, consta de varias partes: En la primera aparecen un objetivo general y tres específicos; justificación y la metodología aplicada en el periodo que cubre esta consultoría.

En la segunda parte: Se desarrolla la propuesta de carácter técnico a nivel de pre factibilidad pero con lineamientos, que llegado el momento de decisiones, orientan la fase para desarrollar, estudio de la factibilidad.

Para cada municipio se presenta opción de solución viable, que se explica en su propio apartado. Por las características que los identifican se hace tres grupos, así:

El Municipio de La Esperanza es especial porque ya tiene siete plantas de tratamiento, lo que hace falta es su reactivación.

Municipios de San Juan Ostuncalco y Quetzaltenango, del departamento de Quetzaltenango, porque tienen sistema de drenaje combinado. Se propone iniciar un proceso- fases, de acciones indicadas oportunamente.

Municipios de San Andrés Xecul del departamento de Totonicapán y Salcajá del departamento de Quetzaltenango, por el proceso de elaboración de tejidos típicos

utilizan tintes cuyos contenidos son tóxicos y se incorporan a las aguas residuales, eliminando materia orgánica, propia del río Samalá, reduciendo la probabilidad de descontaminación que el propio río puede generar por aireación. También los detalles aparecen oportunamente.



Municipios de San Carlos Sija, Sibilía, Zunil del departamento de Quetzaltenango Totonicapán, como cabecera departamental, se propone un adopción mediante un proceso biológico aerobio.

En cada municipio se aportan conclusiones finales, que corresponden a los determinados hallazgos en el proceso de estudio y análisis de esta consultoría.

En la tercera parte, aparecen conclusiones y recomendaciones de índole general, que corresponden a la naturaleza de la consultoría, sus fines y objetivos. Finalmente aparecen varios anexos, que amplían las descripciones, contenidos y temas relacionados.

## OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

Contribuir al mejoramiento biofísico, institucional y social del territorio de la Mancomunidad de Municipios Metrópoli de los Altos, mediante la descontaminación de las descargas de drenajes de tipo municipal e industrial que se verifican en la Cuenca Alta del Río Samalá.

### OBJETIVOS ESPECIFICOS

- ✚ Evaluar las condiciones existentes del sistema de alcantarillado y tratamiento de las aguas residuales en las zonas urbanas (Cabeceras municipales), de los municipios de la Mancomunidad de Municipios Metrópoli de los Altos.
- ✚ Evaluar en forma preliminar el contexto socioeconómico de los sistemas existentes.
- ✚ Elaborar un informe que incluya los aspectos fundamentales de la información general solicitada en el artículo 6 del acuerdo gubernativo 236-06 con la finalidad de generar insumos para la elaboración de los estudios técnicos requeridos.

## JUSTIFICACIÓN

Las condiciones de vulnerabilidad del río Samalá crecen constantemente y ello hace que los daños sean mayores cada vez con riesgos de pérdida de vidas humanas, biodiversidad, suelos y deterioro ambiental. También pérdida de infraestructura y otros. Razones suficientes para tomar decisiones importantes con la finalidad de ordenar e impulsar estrategias para enfrentar la problemática con visión de mediano y largo plazo.

Es decidir caminar una ruta y realizar acciones concretas que evidencien importantes avances.

Para investigar y encontrar vías de solución la Mancomunidad de la Metrópoli de Los Altos, abrió espacios para la presente consultoría planteándose una hipótesis orientadora: “ el problema al que se enfoca la consultoría es la falta de procesos integrales, eficientes sostenibles para el tratamiento de las aguas residuales”.

Si como CECOIN, estamos en la dirección correcta, reconocer la problemática existente es un buen punto de partida. A partir de esto, se puede hacer mucho para fortalecer y profundizar las acciones conjuntas e individuales que están llevando a cabo los municipios por su propia iniciativa.

Un antecedente que hace viable esta tarea es la conformación de la Mancomunidad de Municipios de la Metrópoli de Los Altos, en el año 2005

Por la importancia que reviste para los efectos que ocupan este trabajo, se transcriben los artículos 2 y 3, aplicación y competencia. Y el número 55.

**“Artículo 2. APLICACIÓN.** El presente Reglamento debe aplicarse a:

- a. Los entes generadores de aguas residuales;
- b. Las personas que descargan sus aguas residuales de tipo especial al alcantarillado público;
- c. Las personas que produzcan aguas residuales para reúso;
- d. Las personas que rehúsen parcial o totalmente aguas residuales; y
- e. Las personas responsables del manejo, tratamiento y disposición final de lodos

**Artículo 3. COMPETENCIA.** Compete la aplicación del presente Reglamento al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales. Las Municipalidades y demás instituciones de gobierno, incluidas las descentralizadas y autónomas, deberán hacer del conocimiento de dicho Ministerio los hechos contrarios a

estas disposiciones, para los efectos de la aplicación de la Ley de Protección y Mejoramiento del Medio Ambiente”



9

**Artículo 55. PROHIBICIÓN DE DISPOSICIÓN DE AGUAS RESIDUALES.** Se prohíbe terminantemente la disposición de aguas residuales de tipo ordinario a flor de tierra, en canales abiertos y en alcantarillado pluvial.

Resumiendo, hay un conjunto de problemas que se agigantan afectando la vida humana y el entorno. Para reducirlos hay iniciativas en marcha, hay apoyos; respaldo legal y como líderes Municipales ocupan una importante posición para tomar las decisiones que sean necesarias.

## **ALCANCE DEL PROYECTO**

**MEJORAR LA CALIDAD DE VIDA Y SALUD DE LAS PERSONAS**, según el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo PNUD se entiende que salud no solamente es la ausencia de enfermedades, sino el adecuado estado físico, social, mental y ambiental de una persona que en conjunto conforma una comunidad.

## METODOLOGÍA

10

Centro de Consultoría Integral (CECOIN), desarrolló el siguiente marco metodológico para el estudio de las condiciones actuales de las aguas residuales en 9 de los Municipios que integran la Mancomunidad de Municipios Metrópoli de los Altos. La finalidad fue conocer las condiciones/problemática de contaminación que afecta directamente al río Samalá y en la que los afluentes la incrementan con impacto negativo en la vida y salud de las personas que están directamente relacionadas y ligadas a este tema; puesto que existen varias viviendas cercanas a los puntos de desfuegos.

### DECISIONES INTERNAS

Reuniones de trabajo al interior de CECOIN, para analizar y elaborar el plan con niveles de precisión: objetivos, metas, formulación de herramientas de campo, tareas y actividades claves. Tiempos. Un paso fundamental fue la sintonía e integración del equipo de especialistas; personal de base y de apoyo.

Tareas de coordinación con autoridades de la oficina Mancomunidad de Municipios Metrópoli de Los Altos. En reunión específica se presentó al equipo de la empresa consultora al tiempo que se dio a conocer el plan general de trabajo.

Reunión informativa con Alcaldes Municipales y representantes, para compartirles los objetivos, alcances y proceso de trabajo de campo; dieron su consentimiento para trabajar con las Direcciones Municipales de Planificación y otros funcionarios.

Con la oficina de la Mancomunidad se definió instrumentos y calendarios para trabajo y desplazamiento a campo.

### DIAGNÓSTICO:

Para coordinar visitas y entrevistas, hubo comunicación con la Dirección Municipal de Planificación (DMP); esto facilitó la participación de autoridades, integrantes del Consejo Comunitario de Desarrollo (COCODES), y voluntarios provenientes de la Mancomunidad de Municipios Metrópoli de los Altos. También especialistas en lo técnico, ambiental, social, financiero y administrativo; para ver la problemática y condiciones con enfoque integral.

Las visitas a municipios se efectuaron durante dos semanas del mes de febrero y posteriormente se hizo una segunda visita de ampliación de información y situaciones de campo. En varios casos se hizo uso de medios de comunicación electrónica y otras con el mismo propósito.

En las primeras visitas se contactó especialmente con las Direcciones Municipales de Planificación (DMP's). Con buen criterio se organizaron las entrevistas, reuniones con especialistas. También personal técnico de ingeniería y medio ambiente hizo el trabajo – recorrido con apoyo de Señores fontaneros, en algunos casos con el acompañamiento del director de la oficina de planificación, concejal o representante Municipal y en un caso acompañado por Alcalde Municipal.

Para la obtención de estos datos se hizo observaciones in situ, utilizó encuestas, de orden abierto y cerrado incluyentes para la obtención de información del municipio y características. Recorridos en las áreas de desfuegos de aguas residuales, desechos sólidos y el entorno inmediato, por el tema de medio ambiente.

Otras áreas importantes como lo financiero y administrativo conforman parte del diagnostico interno del municipio, se hizo con aporte especialmente de las Direcciones Municipales de Planificación (DMP). Importante por los fines siguientes:

- Identificar la existencia y estructura administrativa de las variables que controlan y mantienen el sistema de alcantarillado en los municipios objetos de estudio.
- Determinar si al aplicar modelos administrativos eficientes, más la identificación de variables y ejes de trabajo óptimos , junto a estructuras físicas y operativas de alto rendimiento, puede lograrse operar con éxito en proyectos de este tipo.
- Conocer el estatus actual de la parte administrativa.

## **LA PROBLEMÁTICA Y PROPUESTAS DE OPCIÓN.**

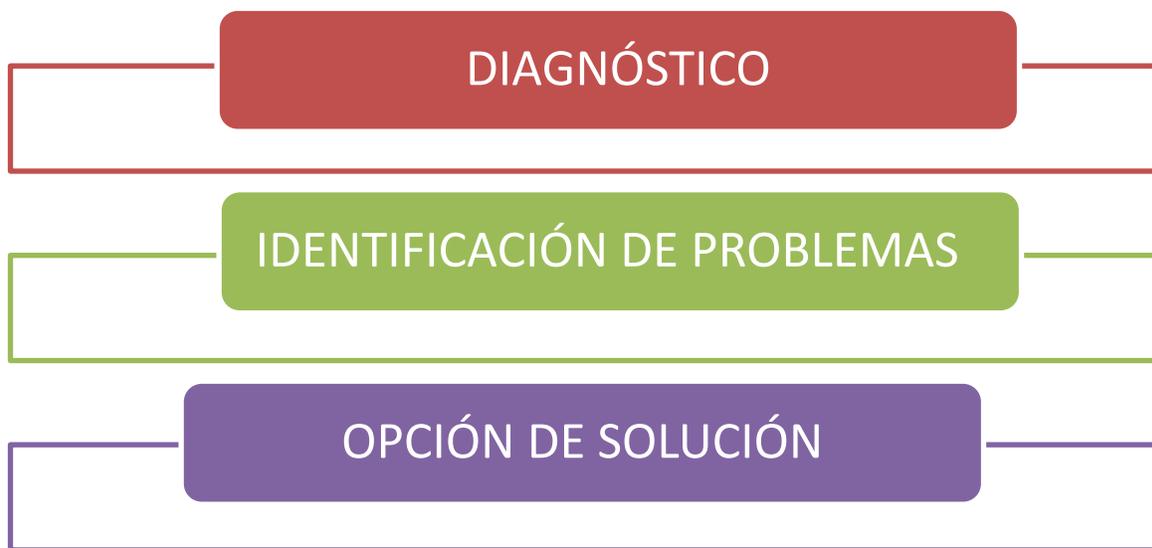
Con la información obtenida se generaron reuniones de análisis, puntos de relación, causas y efectos de la problemática encontrada, se procede al ordenamiento de situaciones en orden de importancia que apunten a la búsqueda de alternativas de solución “opciones de solución” consignados en el informe dos.

El proceso de análisis se enriqueció con verificación de la información recabada tanto de campo como de gabinete- bibliográfica, proceso que permite ahora en este informe, hacer propuesta de solución o soluciones a cada Concejo Municipal. La propuesta es de carácter integral con miras a 22 años y con propósitos de sostenibilidad, con la consideración que queda expresado en términos de pre factibilidad. Abarca las siguientes áreas: Técnica, Ambiental, Social, Financiera Y Administrativa.

En este marco metodológico se ha presentado tanto a los Señores Alcaldes Municipales o sus representantes como a las autoridades de la Mancomunidad de Municipios de la Metrópoli de Los Altos, dos informes anteriores que contienen avances de información, de análisis y de propuestas de alternativas de solución a la problemática de aguas residuales y desechos sólidos.

## MARCO METODOLÓGICO REFERENTE

El marco metodológico descrito en partes claves, sirvió de referente para el trabajo de diagnóstico, identificación de la problemática y propuestas de solución en cada municipio.



Fuente: Elaboración propia. CECOIN.

## QUETZALTENANGO

### UBICACIÓN DEL PROYECTO

El municipio de Quetzaltenango se encuentra a 2333.03 mts Sobre el Nivel del Mar con coordenadas geográficas, latitud 14°50'16" y longitud 91°31'03"

El proyecto está previsto sea desarrollado en el territorio urbano de este municipio a requerimiento de la Mancomunidad de Municipios Metrópoli de Los Altos, quien ha contratado al Centro de Consultoría Integral (CECOIN), para esta propuesta de pre-factibilidad.

### POBLACIÓN

Tiene una población de 120,496 en el casco, 24100 viviendas. Con una densidad población de 5 personas por familia.<sup>1</sup>

### ESTADO SOCIAL

Quetzaltenango tiene la característica especial de ser cabecera municipal, lo cual le otorga un sentido de referente temático y político al resto de municipios. Y en ese sentido, cabe destacar que la organización que existe en el municipio está bien fundamentada entre Consejo Comunitario de Desarrollo(COCODES) y municipalidad, realizan reuniones periódicamente con el Consejo Municipal de Desarrollo (COMUDE). Aunque las decisiones se tomen a nivel de gobierno municipal, pasan por un proceso de discusión en el seno del Consejo que complejiza su ejecución, sumado a eso las dimensiones geográficas y demográficas del municipio.

A pesar de que en el municipio se han hecho esfuerzos por impulsar iniciativas relacionadas con el manejo de los desechos sólidos, hay poco conocimiento y sensibilización de la población sobre el manejo de residuos sólidos.

Los programas impulsados por administraciones anteriores han enfrentado la resistencia de la población respecto a los pagos, por la falta de sensibilización que ya se mencionó, por considerar que es una responsabilidad de la Municipalidad y también por una falta de estrategia política que permita posicionar la necesidad y a la vez, los beneficios de tal proyecto.

---

<sup>1</sup> Instituto nacional de estadística, XI Censo Nacional de Población y VI de habitación 2002.

El municipio de Quetzaltenango reúne las condiciones técnicas y políticas para el impulso de dichas propuesta vinculadas con el manejo de desechos sólidos, sin embargo en el campo social la sensibilización y la búsqueda de consensos están ausentes.

## DESCRIPCIÓN DE PROYECTO

Para contribuir con el “Plan director para el tratamiento de aguas residuales de zonas urbanas en la Mancomunidad de Municipios Metrópoli de Los Altos”, se debe construir una planta de tratamiento de aguas residuales; ésta debe funcionar correctamente para lograr la descontaminación hasta los límites máximos permisibles de descargas de aguas residuales a cuerpos receptores según el acuerdo gubernativo No. 236-2,006, bajo el **Artículo 20**.

En Quetzaltenango existen drenajes combinados, con el análisis de especialistas, Técnico, ambiental, social, financiero y administrativo, se presenta las fases de trabajo: inventario de drenaje, planificación y ejecución de drenajes separativos y planificación y construcción de plantas de tratamiento. Se analizo según las necesidades del municipio.

## DESCRIPCIÓN TÉCNICA

Se presentan las fases de solución que responde a la problemática encontrada en el municipio de Quetzaltenango, indicando que esta tiene un enfoque integral y consiste en la siguiente descripción

## FASES DE SOLUCIÓN

### FASE 1: Hacer un inventario de drenajes:

El problema en Quetzaltenango es muy complejo, no se tienen drenajes separativos y con esto no es posible resolver el problema de contaminación de las descargas que desembocan al río Samalá.

Para iniciar con la solución debe realizarse un inventario, que establezca qué porcentaje se considera como drenaje combinado y verificar si hay sectores donde solo circule caudal de aguas residuales.



Pozos de visita frente al banco internacional (3ra. Calle y 18 Avenida, zona 3).

Presupuesto primera fase

**Fase 1**

No.	Renglon	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Inventario de drenaje existente	1	U	Q 400,000.00	Q 400,000.00
2	Elaboracion de planos	1	U	Q 35,000.00	Q 35,000.00
3	Definicion de direcciones de flujo	1	U	Q 25,000.00	Q 25,000.00
4	Intervencion de drenajes pluviales	1	U	Q 20,000.00	Q 20,000.00
					Q 480,000.00

Fuente: Elaboración propia. CECOIN.

**FASE 2: Planificar y ejecutar drenajes separativos.**

Quetzaltenango aparte de ser municipio, es la cabecera departamental, sin embargo la problemática es bastante amplia, puesto que no se trata de una sola red del sistema de drenaje, y no se sabe con certeza cuántos sistemas de aguas residuales existan en la ciudad y áreas conectadas mucho menos cuántos son drenajes combinados o si existieran separativos puesto que no cuentan con un juego completo de planos.

Otro problema que se observa es el rebalse de los mismos principalmente en épocas de invierno donde el caudal de estos sistemas de drenaje se desbordan, causando inundaciones en la 4 calle y 19 avenida o en la zona 2 que es otro de los puntos críticos en donde los peatones no pueden moverse cómodamente, por olores desagradables.

Al hablar de drenajes combinados se quiere decir, existencia de alta contaminación al rebalsarse, generando enfermedades dermatológicas, respiratorias pero sobre todo gastrointestinales.

A propósito al referirse a la zona 2 indicada, incluso existe la probabilidad muy alta que exista flujo inverso, que obviamente provoca incomodidad a las personas que viven en estos lugares. Durante las tormentas Stan y Ágata, muchas personas, familias se vieron en la necesidad de abandonar sus viviendas por este problema

Con un sistema que desfogue aguas lluvia y otro que haga lo mismo con aguas residuales los problemas serían resueltos satisfactoriamente, porque cada uno desfoga capacidad de caudal para el cual se diseñada.

El crecimiento poblacional en Quetzaltenango es bastante obvio, por lo tanto planificar y ejecutar esta fase es bastante compleja, por lo que se debe realizar por sectores y tener la visión de realizarlo en un periodo que sea lo más cercano posible. Una manera de realizarlo es utilizar personal capacitado para que pueda inventariar y diseñar estos sistemas de drenajes, se está hablando de personas que ya estén realizando Estudios de Practica Supervisada (EPS), que se puede

solicitar en los centros universitarios donde estén aprobadas las carreras de ingeniería civil.

16

Presupuesto segunda fase

**Fase 2**

No.	Renglon	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Planificacion de drenajes separativos	1	U	Q 250,000.00	Q 250,000.00
2	Ejecucion de drenajes separativos	1	U	Q 8,000,000.00	Q 8,000,000.00
					Q 8,250,000.00

Fuente: Elaboración propia. CECOIN.

Concluidas estas dos fases se puede proceder la implementación de la fase 3.

**FASE 3:** Planificar y construir plantas de tratamiento.

No se puede construir plantas de tratamiento si el sistema es combinado, por lo tanto se deben completar las dos fases anteriores y luego construir la planta de tratamiento propuesta de tal manera que esta sea: Sostenible en el tiempo y para ello es necesario darle mantenimiento a cada una de las unidades que integren esta planta de tratamiento. Sin embargo en Quetzaltenango cuenta con un:

### **PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DE QUETZALTENANGO 2002-2003**

Hoy en el departamento de Quetzaltenango específicamente en la Jefatura de drenajes cuenca con un Plan Maestro de Alcantarillado donde tienen la planificación completa para la implementación de una planta de tratamiento de aguas residuales.



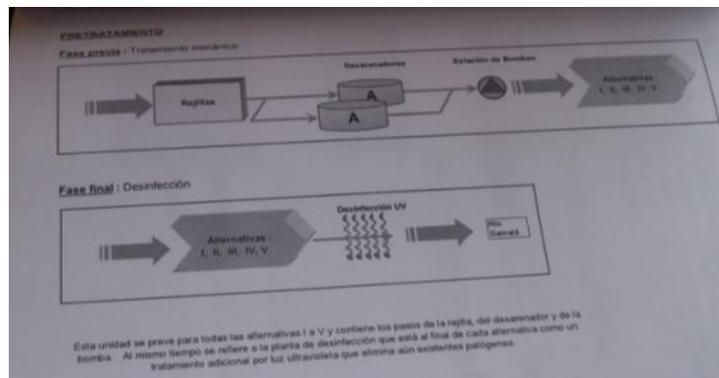
Estas fotografías muestran los cálculos contenidos dentro de este Plan donde se indican la planta de tratamiento propuesta.

17

Sin embargo los especialistas del Centro de Consultoría Integral tuvieron en sus manos para analizarlo, donde se concluyo que esta planta de tratamiento se verá afectada por:

- El cambio de Temperatura
- Las variaciones de caudal
- Las variaciones de velocidad

Por ser una planta de tratamiento: Reactor Anaerobio de Flujo Ascendente ( RAFA)



• **CAMBIO DE TEMPERATURA:**

Estas unidades crean un proceso biológico anaerobio pero es necesario que la temperatura sea **CONSTANTE**.

*"Mancomunadamente Lograremos El Desarrollo Integral De Nuestros Municipios"  
La Esperanza, Quetzaltenango, Salcajá, San Andrés Xecul, Sija, San Juan Ostuncalco, Sibilia, Totonicapán y Zunil  
3er. Nivel Centro Comercial Municipal Zona 1 Locales # 74 y 75 Quetzaltenango  
Telefax (502) 7765-8690 www.metropolidelosalto.org*

A temperaturas bajas este proceso disminuye, la reproducción biológica será muy lenta, por lo tanto este proceso de descontaminación consumirá mucho tiempo.

Por otro lado a temperaturas altas la descomposición de materia orgánica se formaría rápidamente lo que necesitaría el ingreso de más de estas aguas residuales.

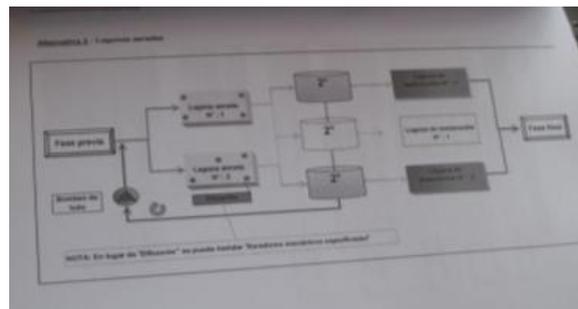
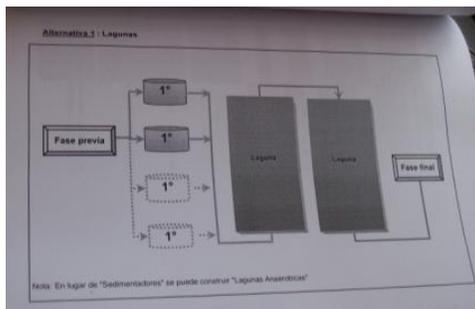
- **VARIACIONES DE CAUDAL**

Dentro de las unidades del RAFA es necesario que el caudal sea constante para que sea capaz de descontaminar el caudal que ingrese.

- **VARIACIONES DE VELOCIDAD**

No es permitido que existan variaciones de velocidad, a velocidades bajas los sólidos se sedimentan por su propio peso, a velocidades altas el caudal se saldrá de esta unidad, por lo tanto el caudal debe tener una velocidad constante para que se cree la capa sobrenadante donde se lleva cabo el proceso biológico.

Unidades que forman parte de la planta de tratamiento de aguas residuales según el PLAN MAESTRO DE ALCANTARILLADO DE QUETZALTENANGO 2002-2003



Los especialistas del Centro de Consultoría Integral propone la siguiente planta de tratamiento biológica que se describe a continuación que funcionarán si y solo si, el caudal que ingresa es solo de drenaje sanitario, estas unidades lo que hacen es eliminar la concentración de contaminantes tan alta que ingresa por los desfogues, también es necesario tener un control con lo que respecta a los desfogues clandestinos y conexiones de este mismo tipo, así se garantiza la descontaminación de la cuenta alta del río Samalá.

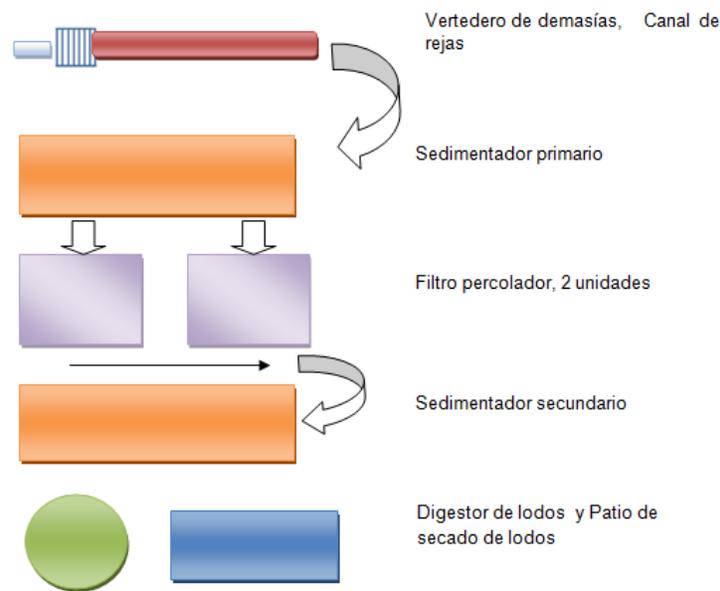
La planta de tratamiento de aguas residuales para el municipio de Quetzaltenango consta de tres procesos básicos de tratamiento:

19

- a) Pre – tratamiento
- b) Tratamiento primario o físico
- c) Tratamiento secundario o biológico

El proyecto en su conjunto es el siguiente

- Canal de Rejas
- Desarenador
- Sedimentador primario
- Filtro Percolador
- Sedimentador Secundario
- Patio de Secado de Lodos.



### **INCONVENIENTES:**

Se debe de cumplir con cada fase antes de ejecutar la planta de tratamiento

## INTRODUCCIÓN

Es un muy municipio que tiene una característica especial por la visión y avances en cuanto a la construcción de plantas de tratamiento, un importante avance hecho desde años atrás. Tienen problemas que requieren atención para reactivar su funcionamiento debido a que la tormenta Aghata causó daños.

En cuanto a los problemas cuenta con tres puntos de desfogue que se llegan a diferentes puntos de descarga, entre ellos plantas de tratamiento que no están funcionando y fosas.

Las descargas no tienen ningún tipo de tratamiento, esto genera problemas de mal olor, propagación de insectos, enfermedades dermatológicas, otros como incremento de la vulnerabilidad de la infraestructura.

La propuesta de solución es de carácter integral con los componentes o áreas técnica, ambiental, social, administrativa y financiera, por considerar que esta integralidad garantiza la sostenibilidad pensando en largo plazo.

Como las plantas de tratamiento no están funcionando, se propone estudiar en una primera fase, su condición actual y aprovecharlas al máximo. En una segunda fase implementar correcciones y dejarlas en condiciones optimizar para que funcionen adecuadamente. Más detalles aparecen desagregados en parte específicas.

## ANTECEDENTES

### DATOS HISTÓRICOS

Una de las particularidades es que la cabecera sigue estando en el mismo lugar en que se fundó unos mil años antes de la conquista y hasta la fecha nunca ha cambiado de ubicación, por el contrario, ha ido creciendo más dentro del valle del Altiplano.

En 1825, los diputados Juan José Flores Estrada, Laureano Nova y Manuel Montúfar y Coronado, solicitaron a la Asamblea Constitucional que se le diera el título de ciudad al pueblo de Quetzaltenango.

Años después de la Independencia, el 2 de febrero de 1838 los pueblos del Altiplano Occidental, del sur y del Oeste, que incluía parcial o totalmente los actuales departamentos de Quetzaltenango, Totonicapán, Sololá, San Marcos, Quiché, Retalhuleu y Suchitepéquez, se consideraban lesionados con la política central y en defensa propia decidieron segregarse y valerse por sus propios medios para formar el Sexto Estado en la República del Centro.

Con beneplácito de El Salvador y apoyo de Francisco Morazán, el Estado de los Altos fue reconocido el 5 de junio de 1838 y corroborado el 6 de agosto de ese año.

En febrero de 1840 éste fue reincorporado a Guatemala, por el entonces Presidente, Rafael Carrera. Quien desde la ciudad capital de Guatemala, dirigió una fuerza armada hacia el occidente del país, dándose la primera batalla en Totonicapán, luego la segunda en la villa de Salcajá y por último yendo la ciudad de Quetzaltenango, ante la superioridad militar de los soldados capitalinos. El 2 de abril de ese año fueron fusilados todos los miembros de la Municipalidad del Estado de los Altos, en lo que hoy es el frente del extinto Banco de Occidente, hoy Banco Industrial.

Posteriormente, se inició la construcción de la metrópoli de Quetzaltenango, construyéndose el área del parque central con copias de edificios de Grecia. Así se construyeron el Edificio Rivera, el Pasaje Enríquez, el Banco de Occidente, primer banco privado que funcionara en esta metrópoli y la Casa de la Cultura, por mencionar algunos.

A la vez se construyó el primer ferrocarril eléctrico que viajaba hacia la Costa Sur y se unía a los ferrocarriles nacionales. Su sede estaba en lo que fue la Brigada Militar. Actualmente centro intercultural de la ciudad.

Quetzaltenango ha sido considerada la cuna de la cultura en el occidente de Guatemala, tierra de poetas, pintores, escritores y artistas, que han dejado plasmado en sus obras el sentir de esta tierra.

## IDENTIFICACION DEL PROYECTO

### LOCALIZACIÓN

El Departamento de Quetzaltenango se encuentra situado en la Región Sur-Occidente, su cabecera departamental es Quetzaltenango, cuenta con una extensión territorial de 120 km<sup>2</sup>, aproximadamente, limita al Norte con el departamento de Huehuetenango; al Sur con los departamentos de Retalhuleu y Suchitepéquez; al Este con los departamentos de Totonicapán y Sololá; y al Oeste con el departamento de San Marcos.



Xela está rodeada por los municipios de: Salcajá, Cantel, Almolonga, Zunil, El Palmar, Concepción Chiquirichapa, San Mateo, La Esperanza, Olinstepeque y San Andrés Xecul. Todos estos municipios forman parte del Departamento de Quetzaltenango, salvo Andrés Xecul que forma parte del Departamento de Totonicapán.

### CLIMA

El casco urbano de Quetzaltenango por su configuración geográfica es bastante variado, gracias a su latitud y altitud, consta de dos grandes estaciones: la estación lluviosa, que va de mayo a mediados de noviembre, y la estación seca, que va desde diciembre hasta mayo. Con una altura de 2,333 metros sobre el nivel del mar, su clima es variante según la estación, va de lo templado a lo frío, con temperatura media de 15.2°centígrados, promedio de máxima 22.4°C, promedio de mínima 6.8°C, absoluta máxima 33.0°C y absoluta mínima -7.5°C.

### IDIOMAS

*"Mancomunadamente Lograremos El Desarrollo Integral De Nuestros Municipios"*  
*La Esperanza, Quetzaltenango, Salcajá, San Andrés Xecul, Sija, San Juan Ostuncalco, Sibilia, Totonicapán y Zunil*  
*3er. Nivel Centro Comercial Municipal Zona 1 Locales # 74 y 75 Quetzaltenango*  
*Telefax (502) 7765-8690 www.metropolidelosalto.org*

El idioma español quedó perfectamente asentado en su territorio, a raíz de su colonización española y de su cercanía con el actual estado mexicano de Chiapas, y como miembro del Reino de Guatemala los idiomas indígenas son quiché y mam este último en menor porcentaje.

## DENSIDAD POBLACIONAL

De acuerdo con el instituto nacional de estadística existen 120,496 habitantes, con 22300 viviendas, indicando una densidad poblacional de 5 habitantes por vivienda<sup>2</sup>

## VIVIENDA

En la comunidad existe diversidad de tipo de vivienda, debido a que se pueden observar viviendas construidas con block y terrazas, block y lámina sin embargo aun se pueden observar viviendas con paredes de piedra, adobe y techo de lámina o teja, ejemplo en el centro histórico, por el crecimiento poblacional de la ciudad se pueden observar edificios de varios niveles como el Registro de la Propiedad, Palacio de Justicia, Universidad de San Carlos- CUNOC, Universidad Rafael Landívar, Universidad Mesoamericana, Torre Pradera Xela, Banco Internacional, y otros.



Viviendas del centro histórico – viviendas con construcción de block y losa

## SERVICIOS BÁSICOS DE VIVIENDA

Por ser la segunda ciudad más importante del país, cuenta con servicios de: energía eléctrica, agua potable, drenaje combinado, tren de aseo municipal, mercados, rastro, telefonía móvil y residencial, internet, diferentes empresas de cable, servicio de buses urbanos y extraurbanos.

En condominios y colonias nuevas por parte de la municipalidad se les ha pedido que se contemple la instalación de drenajes separativos, en algunas casos ya se

<sup>2</sup> Instituto nacional de estadística INE, XI Censo Nacional de Población y VI de habitación 2002  
"Mancomunadamente Lograremos El Desarrollo Integral De Nuestros Municipios"  
La Esperanza, Quetzaltenango, Salcajá, San Andrés Xecul, Sija, San Juan Ostuncalco, Sibilia, Totonicapán y Zunil  
3er. Nivel Centro Comercial Municipal Zona 1 Locales # 74 y 75 Quetzaltenango  
Telefax (502) 7765-8690 [www.metropolidelosalto.org](http://www.metropolidelosalto.org)

han construido de esta manera, no obstante, finalmente se conectan al drenaje municipal, ambos terminan conectándose a la misma línea, lo que provoca el aumento de caudal en el drenaje municipal.

24



Alumbrado publico

En época de invierno, por la acumulación de caudal en el drenaje municipal, se han surgido zonas de alto riesgo porque las tuberías ya no son capaces de transportar este caudal provocando desbordamientos y taponamientos en estas zonas.



Calles inundadas en época de invierno



Limpieza de drenaje, trabajo municipal

## EDUCACIÓN

En la cabecera municipal funciona gran cantidad de centros educativos, dentro de los cuales destacan, escuelas e institutos nacionales, colegios e institutos privados, los que imparten los niveles de pre- primaria, primaria, básicos y nivel medio.

Para estudios universitarios dentro de la ciudad existe la Universidad de San Carlos de Guatemala Centro Universitario de Occidente CUNOC, y extensiones de universidades privadas: Rafael Landivar, Mariano Gálvez, Rural, Panamericana, De Occidente, Mesoamericana, entre otras.



Centro universitario de occidente

## ECONOMÍA

Las actividades económicas y la dinámica comercial de Quetzaltenango en diferentes campos y especialidades, surgen por iniciativas individuales y gremiales que aprovechan la ubicación geográfica estratégica y de la ciudad porque en esta progresivamente ha venido dotando de un conjunto de vías y medio de comunicación así como con diversidad de servicios. Es una ciudad donde se tiene mucho para vivir y para producir.

En los últimos 20 años la ciudad viene experimentando importante crecimiento comercial sin precedentes porque aquí se asientan empresas y representaciones de negocios de distintas partes del país e incluso de nivel internacional. La dinámica económica es fuerte también porque atrae a oferentes de productos y demandantes de toda la región, comprendase sur occidente y norte del país.

Se observa un crecimiento acelerado en centros comerciales y cadenas de servicios alimenticios- comidas rápidas; y también el sector construcción y servicios.

Asimismo, dentro de las especialidades profesionales podemos encontrar: médicos, licenciados, ingenieros, arquitectos, abogados y notarios, entre otras, los cuales se desenvuelven en su campo con alto profesionalismo. Es sede de gremiales como colegios profesionales y empresariales.

Quetzaltenango es la sede de un polo de desarrollo del país, desde diferentes puntos de vista que se quiera ver.

26

## **CULTURA**

La fiesta patronal de la ciudad es celebrada en honor a la Virgen del Rosario el día 7 de octubre. Durante la Semana Santa puede apreciarse diferentes procesiones así como alfombras elaboradas por los pobladores con mucho entusiasmo.



Iglesia Catedral, en el parque central

Además dentro de la ciudad se celebra también el día de la independencia nacional, su día principal es el 15 de Septiembre, sin embargo la feria dura aproximadamente del 12 al 20 de Septiembre, en esta fiesta se puede apreciar diferentes actividades como desfiles, conciertos, juegos mecánicos, exposiciones, entre otros.

## **OBJETIVOS DEL PROYECTO**

### **OBJETIVO GENERAL**

En el municipio de Quetzaltenango se considera caso especial por tener un sistema de drenaje combinado, se propone iniciar un proceso que cuenta con tres fases necesarias e indispensables siendo la última de las tres la proyección de una planta de tratamiento que disminuirá la contaminación de las aguas residuales que llegan al cuerpo receptor río seco y desfoga en el río Samalá.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Mejorar el área de influencia donde están ubicados los puntos de desfogue, principalmente aquellos que se encuentran en zonas habitadas.
- Reducir las enfermedades gastrointestinales, respiratorias producidas por mal manejo de las aguas residuales que no tienen ningún tratamiento.
- Sensibilizar a la población en temas relacionados al manejo de residuos sólidos para que estos no sigan contaminando a los cuerpos receptores.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el municipio de Quetzaltenango, se concluye que el manejo de las aguas residuales y desechos sólidos van mezclados en un SISTEMA COMBINADO, en qué porcentajes son o están separados es un punto por establecerse- tareas pendientes desde hace muchos años, para decidir procedimientos y medidas de solución.

En tanto eso se da, el problema o problemas se convierten en riesgos permanentes de contaminación y de otros efectos en ciertas zonas del territorio del municipio, porque las aguas lluvia en cuanto a cantidad y forma cómo viene son impredecibles, y se une a drenajes residuales, se complementan y los daños, bueno son los daños muchas veces hasta de pérdidas de vidas humanas y pérdidas materiales significativas para la mayoría de la población que la más vulnerables.

Considerando que Quetzaltenango se ha convertido sede y en polo de desarrollo regional, especialmente por la concentración de servicios, es evidente el crecimiento poblacional de forma desordenada en la mayoría de casos. Esta circunstancia en situaciones o razones principales por las que en ciertos sectores y especialmente en época de lluvia se saturan los sistemas de drenaje del municipio.

En el municipio de Quetzaltenango actualmente los desfuegos municipales y clandestinos o no autorizados desfogan en su mayoría finalmente en la cuenca del río Samalá a su paso por el casco urbano del municipio.

En tomas que a continuación se observan los niveles de daños físicos que han tenido lugar en la historia reciente.

### Puntos de desfogue



Desfogue municipal 1, zona 2 de Quetzaltenango



Desfogue municipal 2, zona 2 de Quetzaltenango, colonia Las Rosas



Desfogue municipal 3, 29 av. zona 7 de Quetzaltenango

En la cabecera municipal de Quetzaltenango la actividad económica productiva es variable, esto se debe a que actualmente la educación ha ido superando y podemos encontrar a gran cantidad de profesionales que se desenvuelven en su área, así como la existencia de personas activas en el sector comercial diverso.

Por ser la segunda ciudad más importante del país existe también la construcción de diferentes centros médicos públicos y privados, como es el caso del Hospital Regional de Occidente, Hospital Nacional Rodolfo Robles, Centro de Salud, Cruz Roja, entre otros centros públicos, así como clínicas y hospitales privados, estos actualmente están conectados a la red de drenaje municipal de la ciudad lo que eleva la contaminación de las aguas residuales que finalmente llegan a cada uno de los desfogues. Existe dentro de la ciudad también un rastro municipal el cual desfoga aguas negras con alta concentración de contaminantes (sangre, viseras, desechos fecales) a la red general de drenaje de la ciudad y finalmente desfogan en la cuenca del río Samalá.

En los tres desfogues municipales identificados, así como en los clandestinos existe contaminación por residuos sólidos que producen líquidos llamados lixiviados. Además las descargas clandestinas existentes provocan contaminación visual en el entorno adyacente.

Al realizar la visita de campo se observó que el mantenimiento de drenajes que actualmente se maneja no es el adecuado debido a que únicamente se realizan

reparaciones al momento de presentarse taponamiento en distintos puntos de desfogue de la ciudad y puntos varios en el territorio urbano. Además no cuentan con todos los planos de la red de distribución de drenaje municipal.



30

En la Empresa Municipal de Aguas de Xelajú EMAX Cuentan con personal capacitado, lamentablemente no se optimiza, debido a que no existe un seguimiento del funcionamiento adecuado de la red municipal, no se cuenta con plano de la red municipal ni con la identificación de la cantidad y ubicación de descargas clandestinas.

Debido a que la red de drenaje sanitario es un servicio municipal, la administración del sistema está a cargo de la municipalidad por medio de la oficina de la Empresa Municipal de Aguas de Xelajú EMAX.

## ASPECTOS METODOLOGICOS

El Plan Maestro de alcantarillado de Quetzaltenango 2002-2003 fue proporcionado por la directora de la empresa municipal de Xelajú este Plan se realizó para darle solución a el manejo de las aguas residuales del municipio, y presenta como resultado el diseño de una planta de tratamiento a base de lagunas aireadas.

La propuesta que se presenta por la firma consultora CECOIN es una planta de tratamiento con proceso biológicos aerobios que se desarrolla a continuación

### VISITA PRELIMINAR DE CAMPO

El especialista técnico y ambiental realizó una visita el 17 de febrero del 2011 en compañía de un representante de la EMAX, para evaluar el estado físico y ambiental en que se encuentran los puntos de desfogue y geo-referenciarlos para ser identificados.

Una segunda visita para determinar el área donde posiblemente sea construida la planta de tratamiento

## BASES DE DISEÑO

### Estudios de población y pronósticos de crecimiento

El municipio de Quetzaltenango tiene una población de 120,496 habitantes,<sup>3</sup> cada año la población aumenta a una tasa del 2.2% dato que se toma en cuenta para conocer la población estimada en el futuro. La población futura se realiza en base al método geométrico dato necesario para calcular el diseño de la planta de tratamiento en su fase de pre-factibilidad.

### Periodo de diseño

Tiempo planeado para que la planta de tratamiento de aguas residuales funcione eficientemente; en otras palabras es el periodo de diseño real que estas unidades trabajen con su capacidad máxima para las cuales fueron diseñadas. En el diseño en su fase de pre-factibilidad los años de proyección son 22.

### Calculo de la población futura

Se utiliza el método geométrico, por ser el que proporciona un resultado más cercano a la realidad.

---

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Estadística INE, XI Censo Nacional de Población y VI de Habitación 2002  
"Mancomunadamente Lograremos El Desarrollo Integral De Nuestros Municipios"  
La Esperanza, Quetzaltenango, Salcajá, San Andrés Xecul, Sija, San Juan Ostuncalco, Sibilia, Totonicapán y Zunil  
3er. Nivel Centro Comercial Municipal Zona 1 Locales # 74 y 75 Quetzaltenango  
Telefax (502) 7765-8690 [www.metropolidelosalto.org](http://www.metropolidelosalto.org)

La fórmula que se utiliza para calcular la población futura se basa en la población actual, para este municipio la población actual es de 120,496 y pasados 22 años se tendrá una población aproximada de 221,218 personas.

32

La fórmula a utiliza es la siguiente:

$$P_f = P_a \left( 1 + \left( \frac{r}{100} \right) \right)^n$$

En donde:

Pf = población futura

Pa = Población actual

n = período de diseño del proyecto en años

r = tasa de crecimiento poblacional para la región en estudio.

### Estudio topográfico

Su finalidad es la identificación propia de las condiciones del terreno en altimetría y planimetría, necesario para la línea de conducción que se coloca paralela a los ríos, también para la construcción de las unidades de la planta de tratamiento de aguas residuales.

### Tipo de servicio

El drenaje que funciona en el municipio de Quetzaltenango es por gravedad. Las tuberías se conectan en ángulo descendente, desde el interior de las viviendas a la tubería central de la red municipal. Cada cierta distancia se construye pozos de visita que sirven para registros verticales y permitir el acceso a la red para facilitar la tarea de operación y mantenimiento.

### Drenaje Sanitario

Se llama drenaje sanitario al sistema de tuberías, pozos de visita y accesorios que transportan los desechos líquidos de casas, comercios y fábricas hacia el cuerpo receptor (río).

### Drenaje pluvial

Se conoce con este nombre al sistema de drenaje que conduce el agua de lluvia hacia el cuerpo receptor, no es necesario que el caudal ingrese primero a una

planta de tratamiento y después al cuerpo receptor. Es importante mencionar que en Quetzaltenango, no existen sistemas separativos de drenaje.

## Dotación

Es la cantidad de agua asignada en un día a cada habitante, se expresa en litros por habitante por día la dotación debe satisfacer las necesidades de consumo de todos los pobladores, para que éstos desarrollen sus actividades de la mejor forma posible.

Los factores que influyen en la determinación de la dotación de fraccionamientos habitacionales, condominios, comercios, industrias y otros, sin considerar la reutilización y tratamiento del agua residual, deben contemplarse los siguientes:

- ❖ Nivel de servicio
- ❖ Clima
- ❖ Costumbres
- ❖ Condiciones socio-económicas
- ❖ Estándar de vida.

El clima es uno de los factores que hace variar la dotación de agua, en un lugar con clima cálido es mayor el consumo, que en aquellas poblaciones con climas fríos.

Las costumbres son el conjunto de actividades diarias realizadas por una población, forman el carácter de un determinado lugar, unos difieren de otros, éstos hacen que la dotación sea diferente para cada caso, generalmente la dotación para el medio rural es menor que para el medio urbano.

Las condiciones socio-económicas se refieren a la ocupación de sus habitantes, el mayor o menor desarrollo industrial, comercial y agrícola, que hace variar la cantidad de agua consumida por cada población.

A mayor dotación se producen más aguas residuales.

## Determinación de Caudal de aguas servidas

### Factor de flujo de Caudal Máximo

El factor máximo se considera en base a la población futura de la comunidad donde se ejecutará el proyecto, considerando que la población flotante aumenta

pero no sobrepasa el 20% de la población actual, en días de mayor afluencia se opta por el factor de incremento de 3 multiplicado por la datación.

34

### Caudal medio diario

Es el consumo de agua promedio diario de una población, se calcula multiplicando la dotación de 100 lts/ hab/ día por el número de habitantes futuros dividido por la cantidad de segundo que tiene un día. Así:

$$Q_{med} = \frac{\text{hab.Futuros} \times \text{dotación}}{86,400} \left( \frac{\text{litros}}{\text{segundo}} \right)$$

### Caudal Máximo de origen Doméstico

Será calculado para cada tramo en base al caudal medio por el factor de retorno que es de 85% para encontrar la Datación o Caudal Doméstico.

$$\text{Datación} = (\text{Factor de retorno}) (\text{Caudal medio})$$

### Infiltración

Para la estimación del caudal de infiltración que entra a las alcantarillas se toma en cuenta la profundidad del nivel freático del agua subterránea con relación a la profundidad de las tuberías y el tipo de la misma.

Los caudales por cada kilometro de tubería que contribuya al tramo se estimaran calculando los tubos centrales y los de conexión domiciliar así, en litros por segundo.

Para tuberías que quedan sobre el nivel friático

- Tubería de Cemento  $q_i = 0.025 * \text{diámetro en pulgadas}$
- 
- Tubería PVC  $q_i = 0.01 * \text{diámetro en pulgadas}$

### Caudal de Diseño

El caudal con que se diseña cada tramo del sistema sanitario es la suma de:

- 1.-  $Q_d$  = Caudal máximo de origen domestico por el factor de flujo.
- 2.-  $Q_{inf}$  = Caudal de Infiltración
- 3.-  $Q_{lli}$  = Caudal de lluvia ilícita

4.- Q<sub>Ind+Com</sub>= Caudal Industrial Comercial

$$\text{Caudal de diseño} = Q_d + Q_{inf} + Q_{li} + Q_{ind+com}$$

## Diseño de Sección y Pendiente

### Calculo Hidráulico

La tubería tiene secciones circulares funcionando como canales a sección parcialmente llena. Para el buen funcionamiento, estos canales deben funcionar entre 70% a 90% como máximo del diámetro del tubo.

El cálculo de la capacidad, velocidad, diámetro y pendiente se hace aplicando la formula de Manning en sistema métrico para secciones circulares.

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} S^{1/2}$$

V= Velocidad del flujo a sección (m/s)

D= Diámetro de la Sección Circular (pulgadas)

S= Pendiente de la gradiente hidráulica (m/m)

n= Coeficiente de rugosidad de Manning

0.014 para tubos de concreto

0.010 para tubos de pvc

### Diámetros Mínimos

El diámetro mínimo a utilizar en los alcantarillados sanitarios será de 8" para tubos de concreto o de 6" para tubos de pvc.

En las conexiones domiciliarias el diámetro mínimo será de 6" en concreto y de 4" en pvc.

### Velocidades Máximas y Mínimas

En este caso la velocidad máxima debe tener el límite de 3.60 m/s para no dañar la tubería y la velocidad mínima es de 0.60 m/s para que no sedimente y llegue a obstruir la tubería.

## Pozo de Visita

Se diseñan pozos de visita en los diferentes casos:

- Cambios de pendiente
- Cambio de diámetro
- Intersecciones de tubería
- En ramales iniciales
- A distancias no mayores de 100 metros en línea recta en diámetros hasta de 24"
- A distancias no mayores de 300 metros en diámetros superiores a 24"

## IDENTIFICACION DEL AREA DE INFLUENCIA

### Calidad del aire

La calidad del aire será afectada temporalmente por la emisión de partículas de polvo hacia la atmósfera cuando se realicen las actividades de zanjeo, apertura de agujeros y movimiento de tierra en general.

Para reducir este impacto se recomienda que cuando se realicen las actividades mencionadas se hagan aplicaciones de agua para que la humedad no permita que se formen pequeñas nubes de polvo que pudieran afectar al vecindario. También se recomienda que las pilas de arena a utilizar se mantengan húmedas para que el viento no arrastre las partículas.

### Ruido

Debido al ruido ambiental normal existente en el área de influencia del proyecto provocado por el paso vehicular normal, se considera que el ruido leve que se producirá en la obra no constituirá un impacto significativo.

De ser necesario el uso de herramienta o maquinaria que pudiera ocasionar un nivel más alto de ruido, a los trabajadores que participen en las actividades de

construcción se les debe proporcionar protectores especiales para oídos y de esa manera evitar el peligro de afecciones al sentido de la audición.

37

### **Calidad del agua**

No se afectará la calidad del agua superficial, todo lo contrario, las obras que se realicen estarán en función a disminuir la contaminación de las mismas. No se utilizará ni se tocara el agua subterránea.

Por lo que en ese sentido el impacto ambiental adverso es desestimado.

### **Suelos**

No se afectara significativamente el uso del suelo, puesto que el predio del proyecto para construcción relativamente no ocupará mucho espacio, si se compara con el beneficio que proporcionará en términos ambientales y de mejoras en la salud de los habitantes en general, sin embargo en el entorno inmediato se tiene construcciones de casas de habitación, por lo que el cambio de uso no provocara impactos significativos, lo cual paulatinamente con el tiempo ira armonizando con el entorno.

### **Ecología terrestre**

La infraestructura que se tiene programada construir, se concretizará en un área urbana o periurbana, en consecuencia no existirá desplazamiento de especies de flora y fauna, por lo cual no se propone al momento ninguna medida de mitigación.

### **Recursos culturales**

En el área donde se realizaran las obras, no se afectará ningún recurso cultural.

### **Paisaje**

Las obras de infraestructura a construir afectaran mínimamente el paisaje urbano o periurbano existente, lo cual aunado a las construcciones del entorno disipara las consideraciones que algunas personas puedan tener respecto al cambio del paisaje, lo cual con el transcurso de algunos meses armonizara paulatinamente con el entorno natural.

## Socio-economía

Se producirá un impacto positivo debido a que el proceso de construcción requerirá de mano de obra calificada y no calificada, generando fuentes de trabajo temporales y permanentes. Así también, habrá compra de materiales relacionados con cada una de las actividades a implementar, por lo que se requerirá de los servicios de empresas proveedoras de materiales a utilizar, consecuentemente el proyecto apoyara el movimiento de la economía de los municipios de Salcajá y Quetzaltenango.

## Ejecutor de las Medidas de Mitigación

Durante la etapa de construcción, las medidas de mitigación deberán de ser ejecutadas por el constructor y supervisor de obra, con el apoyo y colaboración del personal que estará participando en la misma.

Al futuro durante la etapa de funcionamiento del proyecto, las medidas de mitigación deberán de ser ejecutadas por parte de la municipalidad local, la cual designara a una o más personas previa capacitación para realizar las tareas de velar por el buen funcionamiento y mantenimiento de las obras de infraestructura civil.

## DEMANDA Y OFERTA

### ANÁLISIS DE POBLACIÓN

El Municipio en su territorio urbano, tiene un total 120,496 habitantes con 25,000 viviendas (información proporcionada por la INE), el 99 por ciento están conectados al sistema de drenaje.

### CONSUMO ACTUAL Y FUTURO

Para determinar el nivel de consumo actual, así como proyectar a futuro, se necesita hacer un estudio de factibilidad que proporcione información con mayores detalles por ejemplo: características de vivienda actuales y nuevas, dotación de servicios como electricidad vías y medios de comunicación. Topografía y condiciones del suelo. Datos importantes para documentar el diseño final.

En esta fase de pre factibilidad se considera una dotación de 100 litros habitante al día.

El proyecto de construcción de la red de drenaje sanitario está previsto para los habitantes y viviendas del territorio urbano actual con visión a 22 años.

## **ANÁLISIS Y CAPACIDAD DE LOS SISTEMAS EXISTENTES EN FUNCIÓN DE LA DEMANDA ACTUAL Y FUTURA**

39

En la visita realizada al municipio se observó que cuentan con sistemas de drenaje sanitario, aparentemente cubre el 100 por ciento las necesidades de la población, punto que habrá que corroborar en el proceso de final de diseño, dado a la naturaleza de este tipo de proyectos que debe considerar nuevos asentamientos humanos.

## COSTOS DE INVERSION

### PRESUPUESTO

Planta de tratamiento de aguas residuales municipio de Quetzaltenango

No.	Renglon	Cantidad	Unidad	Materiales		Mano de obra		Transporte Total	Equipo Total	Costo total
				Unitario	Total	Unitario	Total			
1	<b>Trabajos preliminares</b>									
	Excavación	130.00	m3			Q 15.00	Q 1,950.00			Q 1,950.00
	Bodega	52.23	m2		Q 8,062.60			Q 400.00		Q 8,462.60
	Trazo general		Global			Q 1,950.00	Q 1,950.00			Q 1,950.00
										<b>Q 12,362.60</b>
2	<b>Vertedero de demasias</b>									
	Trazo	2.00	Unidad			Q 69.86	Q 139.72			Q 139.72
	Excavación	2.03	m3			Q 15.00	Q 30.48		Q 2,400.00	Q 2,430.48
	Formaleteado	2.00	Unidad			Q 158.77	Q 317.54			Q 317.54
	Armado y fundición	2.00	Unidad	Q 2,695.82		Q 698.60	Q 1,397.19	Q 1,600.00		Q 5,693.01
	Desencofrado	2.00	Unidad			Q 76.21	Q 152.42			Q 152.42
Tallado	2.00	Unidad			Q 38.11	Q 76.21			Q 76.21	
										<b>Q 8,809.39</b>
3	<b>Canal de rejás</b>									
	Elaboración	2.00	Unidad		Q 1,500.00		Q -			Q 1,500.00
	Instalación	2.00	Unidad			Q 288.19	Q 576.39			Q 576.39
										<b>Q 2,076.39</b>
4	<b>Desarenador</b>									
	Trazo	0.40	Unidad			Q 880.49	Q 352.20			Q 352.20
	Excavación	19.72	m3			Q 15.00	Q 295.84		Q 1,000.00	Q 1,295.84
	Formaleteado	154.97	m2			Q 30.00	Q 4,648.97			Q 4,648.97
	Armado y fundición	0.40	Unidad	Q 47,733.80		Q 23,773.17	Q 9,509.27	Q 320.00		Q 57,563.06
	Desencofrado	154.97	m2			Q 8.00	Q 1,239.73			Q 1,239.73
Tallado	0.40	Unidad			Q 4,226.34	Q 1,690.54			Q 1,690.54	
										<b>Q 66,790.34</b>

<b>Sedimentador primario</b>									
5	Trazo	0.70	Unidad		Q 1,316.90	Q 921.83			Q 921.83
	Excavación	1,290.56	m3		Q 15.00	Q 19,358.45	Q 2,450.00	Q 21,808.45	
	Formaleteado	1,229.11	m2		Q 30.00	Q 36,873.23		Q 36,873.23	
	Armado y fundición	0.70	Unidad	Q 1,196,959.38	Q 256,064.11	Q 179,244.88	Q 560.00	Q 210.00	Q 1,376,974.26
	Desencofrado	1,229.11	m2		Q 8.00	Q 9,832.86		Q 9,832.86	
	Tallado	0.70	Unidad		Q 8,194.05	Q 5,735.84		Q 5,735.84	
									<b>Q 1,452,146.47</b>

<b>Filtro percolador</b>									
6	Trazo	6.00	Unidad		Q 581.32	Q 3,487.94			Q 3,487.94
	Excavación	1,079.08	m3		Q 15.00	Q 16,186.23	Q 15,000.00	Q 31,186.23	
	Formaleteado	414.19	m2		Q 30.00	Q 12,425.79		Q 12,425.79	
	Armado y fundición	6.00	Unidad	Q 1,905,590.66	Q 40,420.16	Q 242,520.93	Q 4,800.00	Q 1,800.00	Q 2,154,711.59
	Desencofrado	414.19	m2		Q 8.00	Q 3,313.54		Q 3,313.54	
	Tallado	6.00	Unidad		Q 653.99	Q 3,923.93		Q 3,923.93	
	Instalación de medio filtrante	370.59	m3		Q 7.00	Q 2,594.16		Q 2,594.16	
									<b>Q 2,211,643.19</b>

<b>Sedimentador secundario</b>									
7	Trazo	6.00	Unidad		Q 211.70	Q 1,270.20			Q 1,270.20
	Excavación	1,202.46	m3		Q 15.00	Q 18,036.88	Q 7,200.00	Q 25,236.88	
	Formaleteado	1,185.52	m2		Q 30.00	Q 35,565.67		Q 35,565.67	
	Armado y fundición	6.00	Unidad	Q 784,172.25	Q 26,815.39	Q 160,892.32	Q 4,800.00	Q 3,600.00	Q 953,464.57
	Desencofrado	1,185.52	m2		Q 8.00	Q 9,484.18		Q 9,484.18	
	Tallado	6.00	Unidad		Q 875.03	Q 5,250.17		Q 5,250.17	
									<b>Q 1,030,271.67</b>

<b>Patio de secado de lodos</b>									
8	Trazo	144.00	ml		Q 4.00	Q 576.00			Q 576.00
	Excavación	195.00	m3		Q 15.00	Q 2,925.00	Q 2,400.00	Q 5,325.00	
	Levantado de muros	115.20	m2		Q 32.00	Q 3,686.40		Q 3,686.40	
	Formaleteado	81.60	ml		Q 30.00	Q 2,448.00		Q 2,448.00	
	Armado y fundición	81.60	ml	Q 34,396.50	Q 350.00	Q 28,560.00	Q 1,600.00	Q 1,200.00	Q 65,756.50
	Colocación de techo	156.00	m2		Q 13.00	Q 2,028.00		Q 2,028.00	
	Colocación de medio filtrante	216.00	m2		Q 16.00	Q 3,456.00		Q 3,456.00	
	Tallado	225.60	ml		Q 3.00	Q 676.80		Q 676.80	
									<b>Q 83,952.70</b>

<b>Digestor Aerobio de lodos</b>									
9	Puentado	114.00	ml		Q 3.00	Q 342.00			Q 342.00
	Trazo	114.00	ml		Q 4.00	Q 456.00		Q 456.00	
	Excavación	1,702.58	m3		Q 15.00	Q 25,538.70	Q 600.00	Q 26,138.70	
	Formaleteado, armado y fundición	642.00	m2		Q 23.00	Q 14,766.00	Q 600.00	Q 15,366.00	
	Colocación de accesorios	1.00	global	Q 178,093.49	Q 900.00	Q 900.00	Q 1,000.00	Q 179,993.49	
									<b>Q 222,296.19</b>

<b>10 Instalaciones generales</b>										
Instalación de tubería y accesorios	Global			Q 192,904.70	Q 19,000.00	Q 19,000.00	Q 3,200.00			Q 215,104.70
Pintura general	Global				Q 9,600.00	Q 9,600.00				Q 9,600.00
Jardinización	Global				Q 2,000.00	Q 2,000.00				Q 2,000.00
Circulación	400.00	ml			Q 60.00	Q 24,000.00				Q 24,000.00
Conducción a cuerpo receptor	88.00	ml			Q 145.00	Q 12,760.00				Q 12,760.00
										<b>Q 263,464.70</b>

<b>11 Cabezal de descarga</b>										
Trazo	49.00	ml			Q 4.00	Q 196.00				Q 196.00
Construcción	10.50	m3		Q 10,080.00	Q 1,300.00	Q 13,650.00	Q 5,600.00	Q 2,100.00		Q 31,430.00
Tallados	126.00	ml			Q 4.00	Q 504.00				Q 504.00
										<b>Q 32,130.00</b>

<b>12 Pozos de Visita</b>										
Levantado de muro de ladrillo	528.00	m2			Q 9.00	Q 4,752.00				Q 4,752.00
Armado pozo de visita	40.00	Pozo		Q 226,612.00	Q 100.00	Q 4,000.00	Q 8,000.00	Q 4,000.00		Q 242,612.00
Fundicion y repello	631.40	m2			Q 100.00	Q 63,140.00				Q 63,140.00
										<b>Q 310,504.00</b>

<b>13 Tubería de conducción</b>										
Colocado de tubería	666.67	tubo		Q 2,150,866.67	Q 15.00	Q 10,000.00	Q 5,000.00	Q 500.00		Q 2,166,366.67
Excavacion	2,800.00	m3			Q 15.00	Q 42,000.00				Q 42,000.00
										<b>Q 2,208,366.67</b>

<b>14 Trabajos finales</b>										
Prueba general de la planta	1.00	Unidad			Q 1,000.00	Q 1,000.00	Q 300.00			Q 1,300.00
Limpieza final	1.00	Unidad			Q 1,500.00	Q 1,500.00				Q 1,500.00
										<b>Q 2,800.00</b>

Sub total	Q 7,907,614.31
-----------	----------------

Administración	5.00%	Q 395,380.72
Supervisión	5.00%	Q 395,380.72
Utilidad	10.00%	Q 790,761.43

Total Indirectos	Q 1,581,522.86
<b>TOTAL</b>	<b>Q 9,489,137.17</b>

## Cálculo de tarifa

La tarifa es un monto económico, que se establece para la administración, mantenimiento y operación del proyecto.

Esta tarifa es un pago que se estipula mensualmente por cada una de las viviendas de los beneficiarios del proyecto.

### Presupuesto de implementación

#### Fase 1

No.	Renglon	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Inventario de drenaje existente	1	U	Q 400,000.00	Q 400,000.00
2	Elaboracion de planos	1	U	Q 35,000.00	Q 35,000.00
3	Definicion de direcciones de flujo	1	U	Q 25,000.00	Q 25,000.00
4	Intervencion de drenajes pluviales	1	U	Q 20,000.00	Q 20,000.00
					Q 480,000.00

#### Fase 2

No.	Renglon	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Planificacion de drenajes separativos	1	U	Q 250,000.00	Q 250,000.00
2	Ejecucion de drenajes separativos	1	U	Q 8,000,000.00	Q 8,000,000.00
					Q 8,250,000.00

#### Fase 3

No.	Renglon	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Sistema de tratamiento de aguas residuales	3	U	Q 750,000.00	Q 2,250,000.00
3	Desfogue final a cuerpo receptor	40.00	m	Q 500.00	Q 20,000.00
4	Cabezal de descarga	3.00	U	Q 3,500.00	Q 10,500.00
					Q 2,280,500.00

#### Presupuesto de Administración, operación y mantenimiento mensual

No.	Renglon	Cantidad	Unidad	Costo unitario	Costo total
1	Operador	1.00	U	Q 3,315.15	Q 3,315.15
2	Mantenimiento		Global	Q 760.17	Q 760.17
					Q 4,075.32

Tarifa mensual por vivienda	Q	0.17
Costo anual de A, O y M	Q	48,903.80
Costo de A, O y M en 20 años	Q	978,076.00

#### Relación Costo / Beneficio

Número de viviendas actuales	24,099.00	viviendas
Número de viviendas futuras	42,414.24	viviendas
Costo / Beneficio de implementación fase 1	Q 11.32	Por vivienda
Costo / Beneficio de implementación fase 2	Q 194.51	Por vivienda
Costo / Beneficio de implementación fase 3	Q 53.77	Por vivienda
Costo / Beneficio de implementación total	Q 259.59	Por vivienda
Costo / Beneficio de A, O y M	Q 23.06	Por vivienda
Costo / Beneficio completo	Q 282.65	Por vivienda

## ESTUDIOS FINANCIEROS

El caso de este municipio se reduce a que los controles y registros están a cargo de la oficina central de tesorería municipal y departamento respectivo. A pesar de las características especiales de ciudad, no se conoce de reducción de procesos burocráticos para que la Jefatura de drenajes respectiva tenga sea más ágil en la atención de necesidades por emergencia y programadas. Todo requerimiento que tenga relación con uso de recursos económicos depende de aprobación del Concejo Municipal. Igual que en todos los municipios es deseable meditar y tomar decisiones para tratar con énfasis el ordenamiento de estrategias de vinculación entre el ente que controla y el que necesita darle el sentido y cultura de mayor eficiencia.

## ESTUDIO ADMINISTRATIVO

Una Jefatura de drenajes en edificio específico, con todo y sus limitaciones físicas es un avance clave comparado con muchos lugares que aún permanece dentro de edificio municipal y más bien se les ve con altos niveles de dependencia. En este caso la separación física desde el punto de vista de CECOIN, es importante, pero hay mucho que debe superarse para mejorar aspectos de funcionalidad-desempeño.

En este orden de ideas, lo que hace falta es mayor apoyo en tema de personal profesional y para otras funciones que están previstas en el POA, se plantean al Concejo Municipal y constan en herramientas como el Plan de alcantarillado; el plan de prevención de inundaciones.

Quetzaltenango tiene importantes avances de naturaleza administrativa porque trabajan, en el marco del manual de funciones; normas y procedimientos, y sistema de relaciones positivas entre el equipo de trabajo de mandos medios y de campo, (clima institucional que motiva a trabajadores). En la información proporcionada se hizo hincapié en las adecuadas formas de trabajo y organización interna para responder a necesidades-emergencia y desarrollar tareas de mantenimiento.

Esta estructura, planificación y conocimiento del trabajo es muy importante, pero se enfrenta en forma regular con patrones burocráticos para obtener del Concejo Municipal y dependencias, los recursos de todo tipo para cumplir a tiempo y de forma eficiente con los planes y/o emergencias.

La burocracia en estas condiciones obliga al personal de esta Jefatura, a realizar viajes hasta el edificio municipal para realizar trámites; ni siquiera se dispone de línea de comunicación “directa” con oficinas claves que deben apoyarles. Se

invierte mucho tiempo en trámites y se pierde el recurso tiempo, que significa reducción de eficiencia.

45

El Centro de Consultoría Integral (CECOIN), en el marco de la propuesta integral, sugiere revisar detenidamente la importancia que tiene fortalecer a la Jefatura con puntos fundamentales de descentralización que supone toma de decisiones porque las necesidades requieren respuestas a lo planificado y emergencias. Debe tenerse presente que dadas las condiciones y topografía de la ciudad, las necesidades crecen, los problemas y vulnerabilidad tienen presencia máxima con el crecimiento de complejos habitacionales y edificaciones con distinto propósito. La reciente historia ha demostrado las debilidades que como ciudad se tienen en el tema de aguas residuales y desechos sólidos que afecta negativamente a poblaciones ubicadas en partes bajas del río Samalá.

La función administrativa, es clave en la conducción y realización de acciones preventivas y de atención de emergencias; en este caso, si se facilita su accionar hace un trabajo de impacto en todo lugar y en todo qué hacer.

Un hecho que vale la pena resaltar es la disponibilidad expresada, de compartir con otros municipios de la mancomunidad y fuera de ella, la experiencia adquirida en este tema, “administrando” una actividad tan importante para la vida y salud de los habitantes de territorios urbanos.

## **PLANTA DE TRATAMIENTO: UNIDADES QUE LA COMPONEN**

### **Vertedero de demasías**

Es la primera unidad que se coloca, su función es permitir el ingreso de caudal máximo de diseño, si se excediera se vierte ó extravía hacia otro lugar para que no reduzca la eficiencia de la planta de tratamiento según los parámetros de diseño

### **Canal de rejás**

Unidad que sirve para separar sólidos gruesos como: Piedras, ramas, chatarra, papel, bolsas plásticas, etc.

El espacio entre las varillas que forman la reja es de 0.75 pulgadas (1.9 cm), haciendo un total de 31, estos estarán colocados en la base de 0.59 metros, la varilla a utilizar es de 1/2”.

## Desarenador

El propio nombre indica la función de este elemento estructural, diseñado para eliminar la materia inorgánica que recibe el nombre de “arenas” y partículas que se por su propio peso pueden sedimentarse. Las unidades que se colocan después del desarenador funcionan mediante un proceso biológico y no debe ingresar el material descrito anteriormente.

El caudal de diseño utilizado para diseñar el: Vertedero de demasías, canal de rejas y desarenador es el caudal máximo 70.04l/s

## Sedimentador Primario

El caudal que sale del desarenador ingresa al sedimentador primario, aquí las partículas caen por su propio peso y empieza un proceso biológico

## Filtro Percolador

Se necesita la construcción de dos unidades de este tipo, el tratamiento que se produce en esta unidad es biológico, tiene la labor de remover la materia orgánica mediante la metabolización a cargo de una población bacteriana adherida a un medio filtrante que forma una capa ligosa llamada “zooglea”, traducándose con un efluente de menor concentración DBO<sub>5</sub>, hasta cumplir con las especificaciones técnicas.

La zooglea no elimina totalmente la materia orgánica, pero durante el tiempo que el caudal esta dentro del filtro percolador, si oxida la materia orgánica que posteriormente para a un sedimentador secundario.

## Sedimentador Secundario

Elimina la materia orgánica que oxido el filtro percolador haciendo que estas partículas se sedimenten por su propio peso.

## Digestor de lodos

Se crea un proceso de biodegradación que posteriormente va al patio de lodos.

## Patio de Lodos

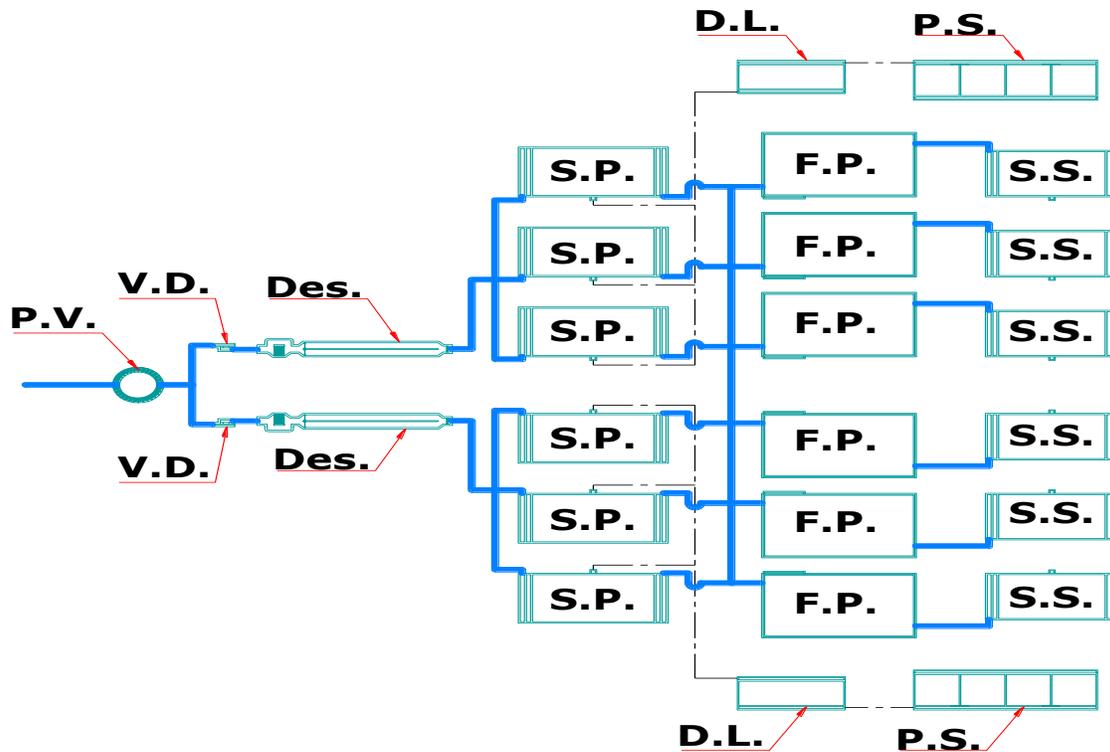
Se contemplo un patio de secado de lodos de 12 X 4, se utilizo el método más simple y económico de deshidratación de lodos estabilizados (lodos digeridos)

## ANEXO 1. MEMORIA DE DISEÑO DE PLANTA DE TRATAMIENTO.

### PARAMETROS INICIALES

PARÁMETROS DE DISEÑO	
Tipo de sistema	Servicio de Drenaje
Viviendas actuales	24,099 viviendas
Habitantes actuales	120496 Habitantes
Viviendas futuras	44244 viviendas
Habitantes futuros	221218 Habitantes
Densidad de vivienda	5 Habitantes / Vivienda
Período de diseño Drenaje	22 años
Tasa de crecimiento geométrico	2.8 %
Dotación	100 litros/habitante/día
Factor de Retorno	85%
Factor de Flujo	3
Caudal medio	Datación por el Factor de Retorno
Caudal de Infiltración para tubería sobre el nivel freático.	0.08 l /s por el diámetro (0.01 por el diámetro propuesto)
Caudal de lluvia ilícita	10%
Caudal Industrial más comercial	10%
Coefficiente de rugosidad de Manning	0.010
PLANTA DE TRATAMIENTO	
Periodo de diseño Planta de Tratamiento	22años
Tasa de crecimiento geométrico	2.2%

**DIAGRAMA DE PLANTA DE TRATAMIENTO**

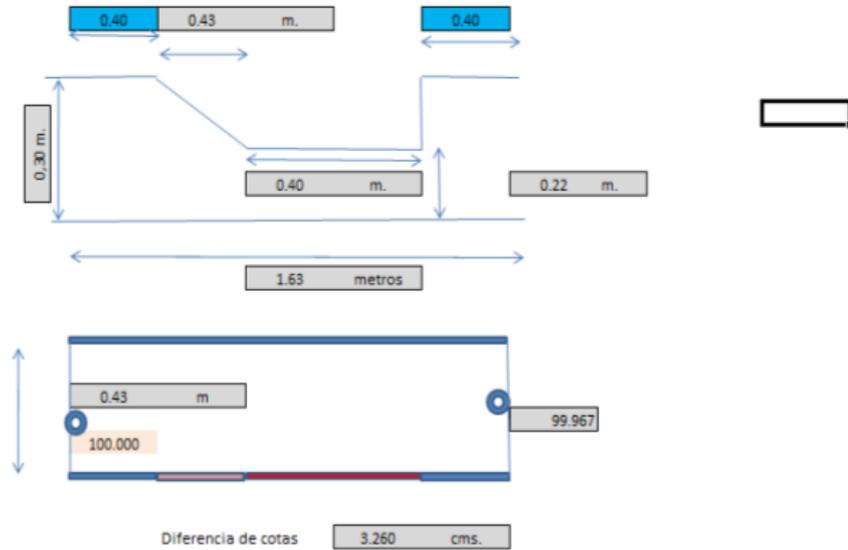


<b>NOMENCLATURA</b>	
<b>P.V.</b>	Indica Pozo de Visita
<b>V.D.</b>	Indica Vertedero de Demasias
<b>Des.</b>	Indica Desarenador + Canal de Rejas
<b>S.P.</b>	Indica Sedimentador Primario
<b>F.P.</b>	Indica Filtro Percolador
<b>S.S.</b>	Indica Sedimentador Secundario
<b>D.L.</b>	Indica Digestor de Lodos
<b>P.S.</b>	Indica Patio de Secado de Lodos

**ELEMENTOS DE PLANTA DE TRATAMIENTO**

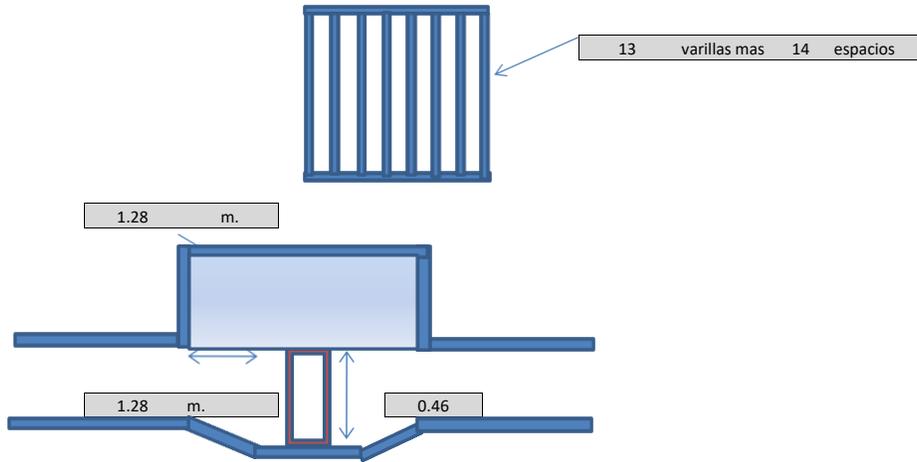
**VERTEDERO DE DEMASIAS**

No. De unidades =	<b>2</b>						
1 Caudal de diseño	326.45	l/s	Capacidad de caudal	326.45	l/s	Diferencia	0.00
2 Pendiente de la caja	2.00	%					
4 Base propuesta	0.430	m	<b>V = 3.53</b>	<b>m/s</b>			
5 Tirante propuesto	0.215	m					



**CANAL DE REJAS**

1	Diámetro de barilla a utilizar	1/2	Pulgadas	0.0127
2	Espaciamiento entre barillas	3/4	Pulgadas	0.01905
	Area transversal	0.82	m <sup>2</sup>	
	Titante hidráulico	0.64	m	
	Base	1.28	m	
	Número de espacios	67.07	utilizar	<b>14</b> espacios
	Ancho total	0.46	metros	

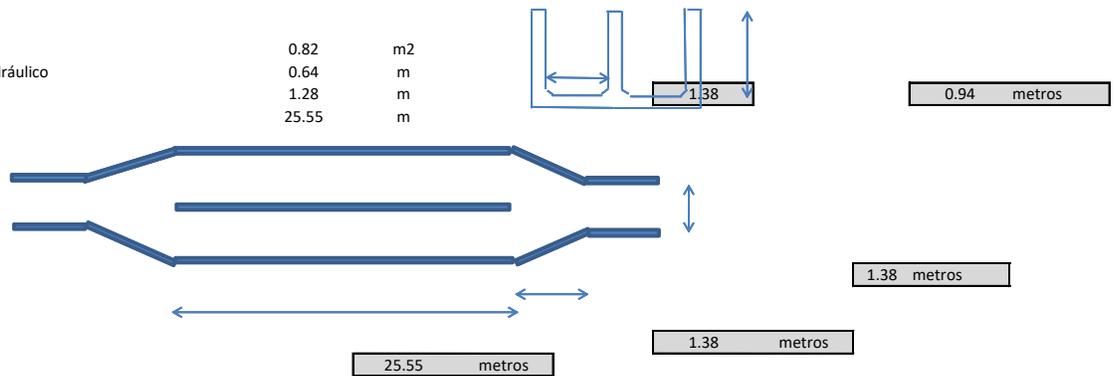


### DESARENADOR

No. De desarenadores =	2	Unidades
1 Caudal de diseño	326.45	l/s
2 Velocidad de diseño	0.40	m/s

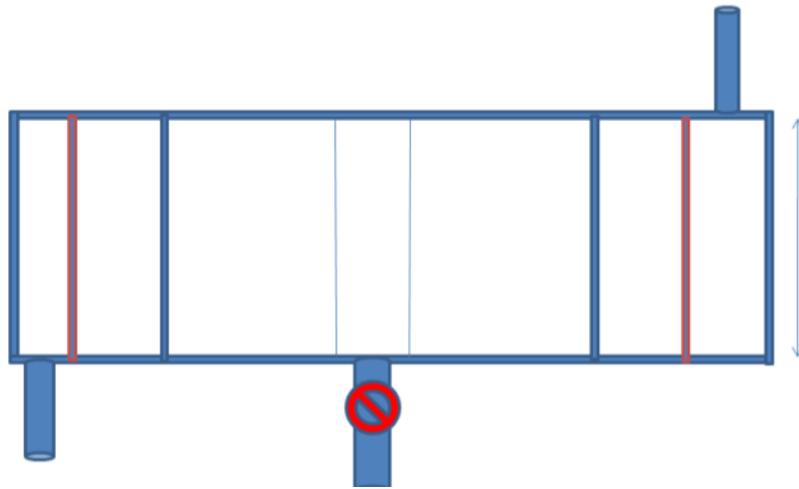
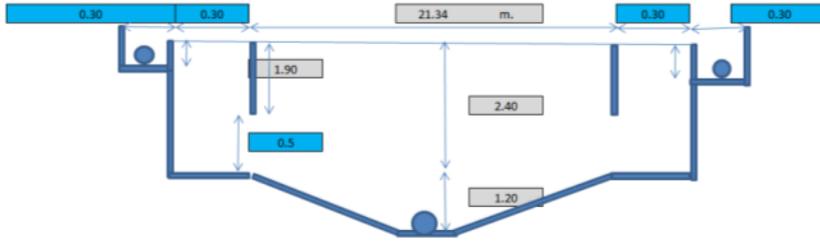
#### CUERPO

Area	0.82	m <sup>2</sup>
Tirante hidráulico	0.64	m
Base	1.28	m
Longitud	25.55	m



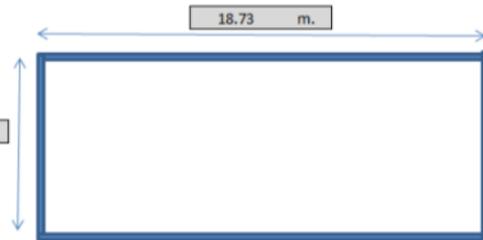
### SEDIMENTADOR PRIMARIO

No. De unidades =	6	
1 Velocidad vertical de sedimentación	0.00017	m/s
2 Caudal de diseño	36.27	l/s
Area de espejo	213.37	m <sup>2</sup>
3 Altura del cuerpo	2.40	m
4 Ancho del cuerpo	10.00	m
Largo del cuerpo	21.34	m
Volumen de la tolva de lodos	128.02	m <sup>3</sup>
Altura de la tolva de lodos	1.20	m
Pendiente de la tolva de lodos	11.25%	%



### FILTRO PERCOLADOR

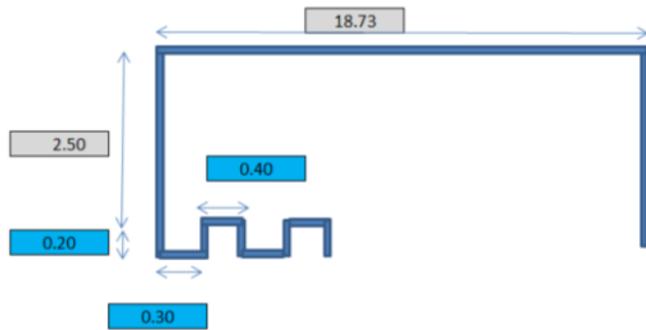
1 DBO de entrada	350	mg/l
2 DBO de salida	25	mg/l
FR =	2	
3 Caudal de diseño	87.05	l/s
Porcentaje de eficiencia	92.86	%
Carga de DBO	70.00%	
Eficiencia de la carga de DBO	91.00	%
Carga de DBO por día	2632.49839	Kg DBO / día
Volumen del filtro	7.27841909	
	22.703736	
	0.428571	



Volumen del filtro 2806.3914 m<sup>3</sup>  
 Volumen propuesto 2810 m<sup>3</sup>

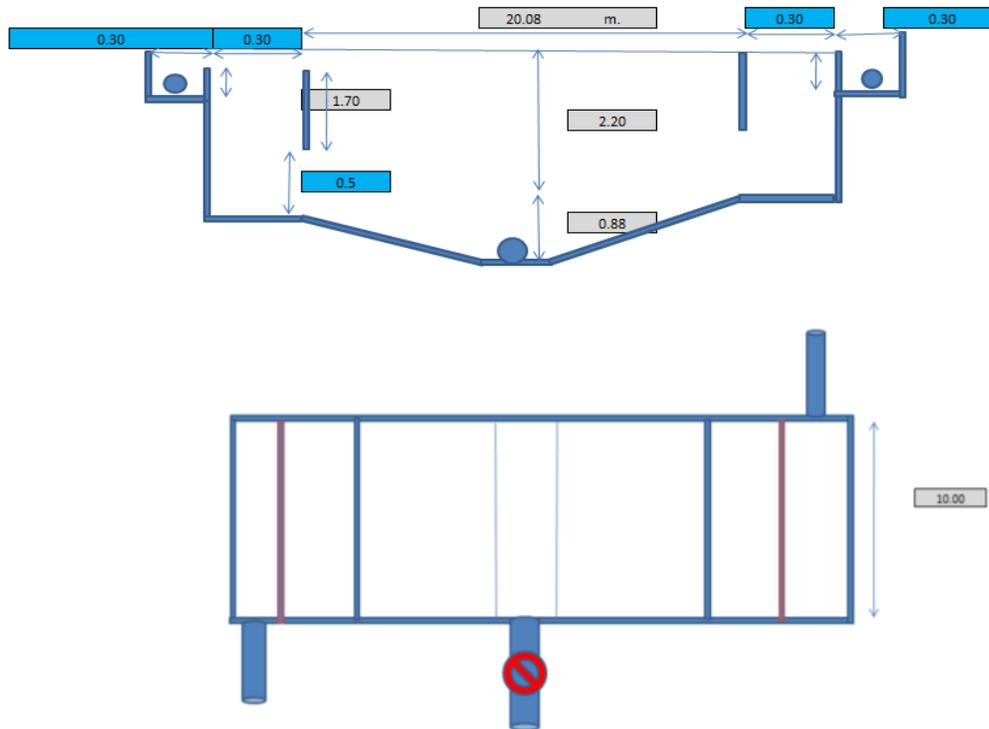
**DIMENSIONES PROPUESTAS**

Número de unidades 6.00  
 Volumen por unidad 468.33  
 Altura propuesta 2.50  
 Área transversal 187.33  
 Ancho propuesto 10.00  
 Longitud del filtro 18.73



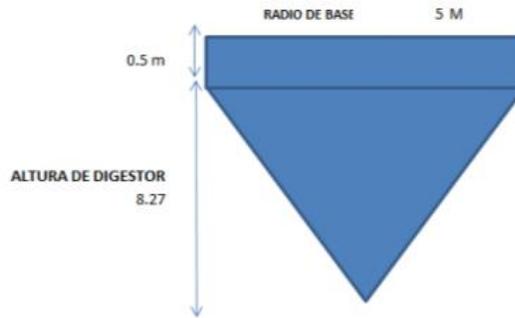
**SEDIMENTADOR SECUNDARIO**

No. De unidades =	6	
1 Velocidad vertical de sedimentación	0.0001445	m/s
2 Caudal de diseño	29.02	l/s
Area de espejo	200.82	m <sup>2</sup>
3 Altura del cuerpo	2.20	m
4 Ancho del cuerpo	10.00	m
Largo del cuerpo	20.08	m
Volumen de la tolva de lodos	88.36	m <sup>3</sup>
Altura de la tolva de lodos	0.88	m
Pendiente de la tolva de lodos	8.76%	%

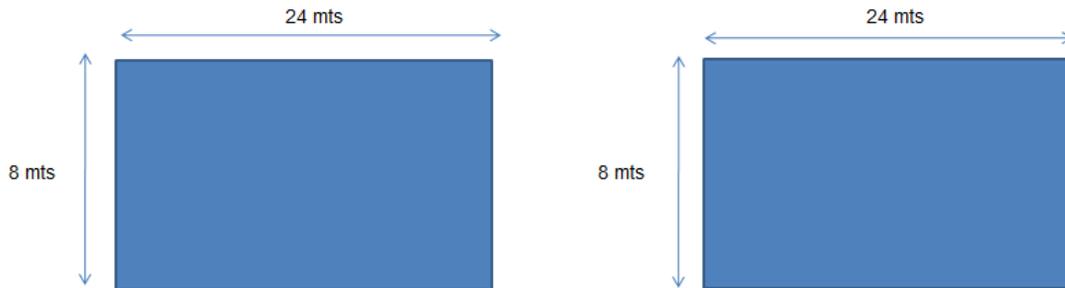


### DIGESTOR AEROBIO DE LODOS

No. De unidades = 2 U  
VOLUMEN DE TOLVA 649.14 M<sup>3</sup>  
RADIO DE LA BASE 5 M  
ALTURA DEL DIGESTOR 8.27 M



### PATIO DE SECADO DE LODOS



## ANEXO 2: CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES

COMPOSICIÓN TÍPICA DE AGUA RESIDUAL DOMESTICA		
Contaminantes	Unidades	Concentración Media
Sólidos totales(ST)	mg/l	720
Disueltos totales	mg/l	500
Fijos	mg/l	300
Volátiles	mg/l	200
Sólidos en suspensión (SS)	mg/l	220
Fijos	mg/l	55
Volátiles	mg/l	165
Sólidos sedimentables	mg/l	10
Demanda Bioquímica de oxígeno, mg l: 5 días, 20°C (DBO5, 20°C)	mg/l	220
Carbono orgánico total (COT)	mg/l	160
Demanda química de oxígeno (DQO)	mg/l	500
Nitrógeno (total en la forma N)	mg/l	40
Orgánico	mg/l	15
Amoníaco libre	mg/l	25
Nitritos	mg/l	0
Nitratos	mg/l	0
Fósforo (total en la forma P)	mg/l	8
Orgánico	mg/l	3
Inorgánico	mg/l	5
Cloruros a	mg/l	50
Sulfato a	mg/l	30
Alcalinidad (como CaCO3)	mg/l	100
Grasa	mg/l	100
Coliformes totales b	n.º/100 ml	10 <sup>7</sup> - 10 <sup>8</sup>
Compuestos orgánicos volátiles (COVs)	µg/l	110-400

### ANEXO 3

#### Artículo 28. LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES DE DESCARGAS DE AGUAS RESIDUALES AL ALCANTARILLADO PÚBLICO.

Para la descarga de las aguas residuales de tipo especial hacia un alcantarillado público, se debe cumplir con los límites máximos permisibles de conformidad con las etapas de cumplimiento correspondientes establecidos en el cuadro siguiente:

Parámetros	Dimensionales	Valores iniciales	Fecha máxima de cumplimiento			
			Dos de mayo de dos mil once	Dos de mayo de dos mil quince	Dos de mayo de dos mil veinte	Dos de mayo de dos mil veinticuatro
			Etapa			
			Uno	Dos	Tres	Cuatro
Temperatura	Grados Celsius	< 40	< 40	< 40	< 40	< 40
Grasas y aceites	Miligramos por litro	1500	200	100	60	60
Materia flotante	Ausencia/presencia	Presente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Sólidos suspendidos	Miligramos por litro	3500	1500	700	400	200
Nitrógeno total	Miligramos por litro	1400	180	150	80	40
Fósforo total	Miligramos por litro	700	75	40	20	10
Potencial de hidrógeno	Unidades de potencial de hidrógeno	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Coliformes fecales	Número más probable en cien mililitros	< 1x10 <sup>5</sup>	< 1x10 <sup>5</sup>	< 1x10 <sup>5</sup>	< 1x10 <sup>4</sup>	< 1x10 <sup>4</sup>
Arsénico	Miligramos por litro	1	0.5	0.1	0.1	0.1
Cadmio	Miligramos por litro	1	0.4	0.1	0.1	0.1
Cianuro total	Miligramos por litro	6	3	1	1	1
Cobre	Miligramos por litro	4	4	3	3	3
Cromo hexavalente	Miligramos por litro	1	0.5	0.1	0.1	0.1
Mercurio	Miligramos por litro	0.1	0.1	0.02	0.02	0.01
Níquel	Miligramos por litro	6	4	2	2	2
Plomo	Miligramos por litro	4	1	0.4	0.4	0.4
Zinc	Miligramos por litro	10	10	10	10	10
Color	Unidades platino cobalto	1500	1300	1000	750	500

## **ANEXO 4: ESPECIFICACIONES**

56

### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, GENERALES LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DISEÑO HIDRAULICO MEMORIA DE CÁLCULO**

#### **ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, GENERALES**

##### **Objeto de los planos y especificaciones**

El objeto de las Especificaciones, es definir y regir la construcción de la Obra, la que deberá ejecutarse de acuerdo a las condiciones establecidas en el Contrato.

Serán de carácter complementario y todo lo que se designe o especifique en cualquiera de ellos será como si se hiciera en ambos. El Contratista procederá de acuerdo con los Planos y Especificaciones Técnicas, incluyendo las modificaciones aprobadas y las disposiciones emitidas por medio de órdenes escritas del Supervisor.

##### **Dudas en la interpretación de planos y especificaciones.**

Cualquier duda en la interpretación de los Planos o Especificaciones Técnicas, debe someterse a consideración del Supervisor de obra y/o al coordinador del componente técnico del programa. Quienes tendrán en consideración en orden de prioridad:

- a) Texto del Contrato
- b) Bases de Cotización
- c) Disposiciones Especiales
- e) Especificaciones Técnicas
- f) Especificaciones Generales
- d) Planos del Proyecto
- g) Normas de otras Instituciones

##### **Modificaciones a los planos**

Cualquier modificación o alteración que fuera necesario introducir a los Planos será autorizado previamente por el Supervisor y tendrá que ratificarse por el Coordinador del Componente Técnico del programa, para que se considere como incorporado a los originales. Es obligación del Contratista, mantener en la Obra un juego de Planos debidamente autorizados y en buen estado de legibilidad.

## Ensayo de materiales

Todos los ensayos y pruebas que se indiquen o sean ordenados por el Supervisor, se llevarán a cabo a costa del Contratista, en el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala. El Contratista podrá utilizar laboratorios particulares, siempre que éstos sean previamente aprobados por el Coordinador del Programa.

## Rótulo de identificación

Deberá de colocarse un rótulo de construcción en lugar visible al ingreso de la comunidad, el Supervisor proporcionará las especificaciones del mismo y deberá de ser colocado desde el inicio de la Obra en la primera quincena de iniciado el proceso de construcción.

## Referencias

El Contratista debe mantener referencias a través de marcas y banderolas sobre la línea por donde se instalará la tubería de drenaje y sus respectivas conexiones si esta fuera por ramales abiertos, específicamente en los ejes de las bifurcaciones. El Contratista será responsable de la correcta ubicación de las obras de arte del sistema de drenaje sanitario, que estén indicados en los Planos.

Si fuese necesario un replanteo topográfico para definir dicho caminamiento, correrá por cuenta del contratista dichos gastos, lo cual no constituye un renglón de trabajo y no tendrá un precio unitario alguno en el costo del proyecto.

## Planos finales

Al finalizar los trabajos, el Contratista entregará al Supervisor o en su defecto al Coordinador del componente técnico del programa, un juego de Planos finales en copias reproducibles y magnético, que muestren la Obra tal como se construyó, elaborándose para el efecto únicamente los Planos que, por modificaciones introducidas a la obra en el campo, ocasionen variantes en los Planos originales.

La ejecución de los Planos finales no constituye un renglón de trabajo y no tendrá un precio unitario. El Contratista debe entregar dicho juego de Planos a más tardar, al solicitar la liquidación respectiva. Al incumplir con lo establecido en este inciso es motivo relevante para NO entregar la liquidación respectiva al contratista; así mismo queda bajo responsabilidad del Supervisor de Obra exigir el trabajo de ejecución de los planos finales.

## ESPECIFICACIONES GENERALES

### Control de los materiales

- a) Todos los materiales que se emplearán en la construcción de la obra deberán cumplir con las especificaciones establecidas en el proyecto.
- b) Los materiales especificados por referencia a un número o símbolo de una norma específica, tales como: NEMA, A.S.T.M., A.A.S.H.O., A.C.I., I.S.O., AWWA, D.I.N. u otras normas similares, deberán cumplir con los requisitos de la última revisión y con cualquier modificación o suplemento de las mismas que estuviese en vigor en la fecha que se presenten las ofertas, excepto cuando se hallasen limitados por tipo, clase o grado, o estuviesen modificados en la propia referencia. No obstante se aceptará utilizar para dichas referencias alternativas que le sean equivalentes y a los cuales se les dé su aprobación.
- c) El Contratista estará obligado a presentar certificación de informes de las pruebas llevadas a cabo en laboratorio o constancia certificada que garantice la calidad de todo material a usar en la obra.
- d) Pruebas o ensayos se harán en el Centro de Investigaciones de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala u otra institución acreditada en la materia.
- e) Si existiese duda en la prueba de un material, el Supervisor ordenará o procederá por sí mismo, a repetirla. El costo de cada ensayo será por cuenta del Contratista. Los materiales que no cumplan con las condiciones mínimas específicas, que se encuentren incorrectamente almacenados o que hubiesen perdido su calidad específica serán totalmente rechazados y el Contratista deberá removerlos de la obra.
- f) En cualquier caso, el Contratista dará las facilidades indispensables para la recolección y despacho de las muestras.

De no tener el informe respectivo de calidad de los materiales a usar en la obra, éstos no podrán incorporarse a la misma.

## ESPECIFICACIONES GENERALES TECNICAS

### Limpieza del área de trabajo

La ejecución de este concepto abarca, parcial o totalmente las operaciones que a continuación se mencionan.

- a) Remover la maleza, hierba, zacate o cualquier otra clase de residuos vegetales.
- b) Extracción y eliminación de raíces, troncos, y cualquier otro objeto que pueda poner en peligro la estabilidad de los trabajos a realizar.
- c) Eliminación de hormigueros, tierra inerte.
- d) Ejecutar la junta y eliminación del material producto del desmonte y desenraizado, retirando los desechos a un lugar apropiado que no represente un foco de continuación.
- e) Eliminación de la capa vegetal hasta la profundidad que indique los planos.

Los trabajos de limpieza deberán ser ejecutados dentro de los límites que se indican en los respectivos planos y a la terminación de dichos trabajos, el área deberá estar en condiciones para ser ejecutados los trabajos subsiguientes.

### Trazo y nivelación

- a) La localización general, alineamientos y niveles de trabajo serán marcados en el campo por el Contratista de acuerdo con los planos del proyecto, asumiendo la responsabilidad total de las dimensiones y elevaciones fijadas para la iniciación y desarrollo de la obra.
- b) Para las referencias de los trazos y niveles, el Contratista deberá de replantear topográficamente para la correcta localización de la obra evitando cualquier tipo de desplazamiento. El trazo deberá ejecutarse con teodolito cuya aproximación angular sea un décimo de minuto y con cinta metálica; la nivelación se ejecutará con nivel montado.

- c) Las tolerancias que rigen en la ejecución de estos trabajos, serán las establecidas según sea el tipo de trabajo de que se trata.

Excavaciones

**DEFINICIÓN:**

Conjunto de operaciones necesarias para extraer, y si es preciso, remover previamente parte de un terreno.

Las excavaciones para colocar la tubería se harán de acuerdo al diseño y medidas que indican los planos de instalación de drenajes para el edificio.

La zanja deberá cortarse simétricamente de acuerdo al eje y cotas establecidas. Tendrá un ancho acorde al diámetro de la tubería y a la profundidad requerida para su instalación, la cual dependerá a su vez de la pendiente indicada en los planos y del recubrimiento mínimo especificado.

El Supervisor aprobará el método de zanjeo a utilizarse, ya sea con excavadora o a mano, tendrá un ancho mínimo de 0.40 m. en adición al ancho del tubo a instalar, observando todas las medidas de seguridad, especialmente para las tuberías de mayor diámetro.

A menos que los planos indiquen otra cosa, la profundidad mínima (sobre la corona) del recubrimiento será la siguiente:

Tubería de 1 1/2" hasta 2":	0.50 m.
Tubería de 3" a 6":	0.70 m.
Tubería de 8" en adelante:	0.90 m.

El fondo de la zanja deberá ser nivelada minuciosamente a fin de que la tubería a instalarse quede a la profundidad señalada y con las pendientes requeridas. Se procederá a rellenar la zanja hasta que el supervisor de el visto bueno de la instalación.

Las pendientes se establecerán y se verificarán con nivel. En caso de excavar la zanja a una profundidad mayor de la requerida, deberá ser rellenada hasta el nivel correcto usando arena compactada.

Para el relleno de la zanja, primeramente se procederá a recubrir la parte de abajo de la zanja con una capa de granza o arena, tendiendo la tubería y recubriéndola con el mismo material hasta 2" arriba del tubo, procediéndose al relleno con la

utilización del material de la propia excavación, colocando capas de 20 cm. que irán humedecidas y apisonadas.

61

Los sobrantes después del relleno de excavación de zanjas deberán ser colocados en el lugar designado para el efecto por el Supervisor, fuera del perímetro de construcción del proyecto.

## Relleno para Instalación

### **DEFINICIÓN:**

Por medio de terraplenes se entenderán todas las operaciones necesarias para construir sobre el terreno, bordos, rellenos o tercerías que servirá de asiento o terreno de fundación de una obra de arte del proyecto.

El relleno de las zanjas de instalaciones se hará después que se efectúen las pruebas de presión y sellado y sean aprobadas y aceptadas por el Supervisor. En el proceso del relleno deberá tenerse el cuidado de no dañar las instalaciones al realizarse la compactación.

Para tuberías de 6" en adelante el relleno se efectuará en capas de 7 cm. hasta la mitad del tubo, luego en capas de 15 cm. hasta 30 cm. arriba del tubo, y hasta el nivel definitivo en capas de 20 cm.

## Instalaciones de tuberías

### Especificaciones de tubería de concreto

La tubería de concreto deberá cumplir con los requerimientos de la norma ASTM C-14 tuberías no reforzadas en diámetros menores de 24 pulgadas.

### Especificaciones de tubería de pvc

La tubería para drenajes de cloruro de polivinilo (PVC) se utilizará en las áreas indicadas en los planos de instalación de drenajes. Esta tubería deberá cumplir con las normas de fabricación de tubería ASTM D-2241-75 y PS-22-70 (CS-256-63), SRD 32.5. La presión de trabajo será de 125 PSI para tubos con extremos de unión cementada. La longitud de la tubería será de 20 pies (6.10 m)

La tubería para bajadas de drenaje de agua pluvial será de PVC, con las especificaciones para tubería de PVC anotadas anteriormente. Tanto la tubería como los accesorios observarán las mismas normas y requisitos.

## Dimensiones y pendientes

Los diámetros, dimensiones y pendientes de la tubería de drenajes se indican en la planta de instalación de drenajes, con el diámetro específico para cada tramo.

Cualquier cambio que se necesite hacer en la instalación deberá ser justificado por el Contratista y aprobado por el Supervisor. El cambio se consignará en la bitácora y en los planos finales de la obra.

### **Pozos de Visita.**

Los pozos de visita son estructuras construidas con el objetivo de conectar los distintos ramales de un sistema de alcantarillado, son diseñados considerando que se pueda ejecutar a través de ellos, los trabajos de operación, mantenimiento y reparación.

Estos elementos varían de profundidad, prestando más atención a los de profundidad del pozo T de 4.70m la justificación para la altura del pozo se debe a que el terreno cuenta con pendientes fuertes mayores a 45°, para el pozo J de 11.81m se debe a que este tramo está diseñado en contrapendiente lo que aumenta la profundidad del mismo.

### **JUNTAS**

Todas las juntas, tanto de tubería de PVC como de concreto, deben de hacerse de modo que resulten impermeables a los gases y al agua, siguiendo las normas que a continuación se exponen:

#### **Juntas para tubería de concreto (T.C.):**

En las juntas entre tubo y tubo se pondrán cuñas de ladrillo tayuyo y se fundirá un anillo con mortero o pasta de cemento en todo su alrededor. Una vez hechos los anillos, las tuberías deberán someterse a las pruebas necesarias para su mejor funcionamiento.

#### **Juntas para tubería PVC:**

Se harán con el cemento de secado lento recomendado por el fabricante de la tubería y los accesorios, de acuerdo a las especificaciones del fabricante. Antes de proveer el solvente a la junta, ésta se limpiará y lijará hasta tener una superficie adecuada; luego se les aplicará a ambos extremos el solvente. La razón de usar cemento solvente de secado lento es con el objeto de hacer correcciones y rectificar pendientes con las tuberías y accesorios ya acoplados en su lugar.

## PRUEBAS A LAS INSTALACIONES

Al terminar la instalación, el Contratista tiene la responsabilidad de efectuar pruebas del sistema de drenaje. Debe colocar tapones en todos los puntos de descarga, llenando luego de agua todo el sistema, debe asegurarse que no hay ninguna fuga en ninguno de los puntos. Para las pruebas de tuberías de drenaje, cada sección del sistema se llena con agua a una altura de presión mínima de 7 m. Se mantendrá el agua en el sistema un mínimo de 120 minutos antes de iniciar la inspección.

Para las tuberías que ya están ocultas, la pérdida de agua dentro de los sistemas debe ser prácticamente nula en 24 horas de llenado. Todo el sistema de tuberías deberá estar libre de fugas.

## FORMA DE PAGO

El pago de este renglón se hará por metro lineal de tubería instalada, probada y aceptada, la cual contemplará todas las actividades de instalación, las cajas y demás elementos que aseguren su funcionalidad.

En caso de ser necesario romper pavimento para realizar la instalación, aunque no aparezca dentro del pliego de oferta, los costos de reposición del pavimento, para dejar el lugar de la instalación en condiciones similares a las originales, deben estar incluidos dentro del costo unitario ofertado.

## MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO

### Mantenimiento preventivo.

Es la acción de proteger las partes de un sistema de drenaje sanitario, con la finalidad de evitar daños, disminuir los efectos dañinos, y asegurar la continuidad del servicio, cada cierto tiempo se deben de limpiar los pozos de visita, candelas. Cada mes debe hacerse un recorrido a las líneas de red de drenaje para revisar y verificar la limpieza del caminamiento y si hay roturas o fugas.

### Mantenimiento correctivo.

Es la acción de reparación de daños y desperfectos, de las partes que constituyen un sistema de drenaje sanitario, que pueden suceder por accidentes naturales, deterioro, desgaste o por otra causa.

## Educación Sanitaria.

En el desarrollo de un proyecto de este tipo, juega papel muy importante la actitud que asuma el usuario frente a las ventajas y beneficios de un servicio de drenaje sanitario. Por eso tiene mucho sentido tener control del sistema porque se traduce en disponibilidad durante las 24 horas del día. Este servicio, ayuda el desarrollo normal de distintas actividades de los habitantes de una comunidad. Se cumple de esta forma el objetivo de disponer donde recolectar sus aguas servidas.

## Operación y mantenimiento

La institución que tendrá a su cargo la administración, operación y mantenimiento del sistema de drenaje sanitario, será el comité avalado por la comunidad y/o modalidades administrativas para atender este servicio.

La estructura organizacional de la empresa que dirigirá el mantenimiento del proyecto, es fundamental para definir las necesidades de personal calificado y los costos de mano de obra ejecutiva.

## ANEXO 5. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SISTEMA DE DRENAJE

65

### TUBERIA CENTRAL

El mantenimiento de la tubería central se limita a mantenimiento correctivo, en casos de taponamiento o fugas ocasionadas por varias razones, podemos mencionar: exceso de peso sobre los caminos donde se instala la tubería, trabajos de construcción en áreas aledañas a la tubería, etc.

Es necesario tener consideraciones técnicas, cuando se conectan nuevas acometidas en el caso de viviendas que se construyen después de la instalación del sistema de drenaje, para que no lo dañe.

### POZOS DE VISITA

El mantenimiento de los pozos de visita se circunscribe a limpieza periódica, aproximadamente una vez al año, esto se realizará destapando los pozos y haciendo una limpieza con una varilla de 3/8”.

Los pozos de visita tiene varias funciones entre ellas: sirven como unidades de inspección, para darle mantenimiento preventivo ó correctivo al sistema, si existen taponamientos en la tubería será por medio de los pozos de visita que se podrá identificar el punto exacto del taponamiento, se debe tener cuidado con el mantenimiento de las tapaderas de los pozos de visita ya que son unidades muy sensibles a quebraduras, especialmente en caminos con tráfico pesado.

Al tener pozos de 11 metros de profundidad, es aconsejable utilizar disipadores de energía a cada metro, para que el caudal no socave esta unidad (fondo).

## ANEXO 6. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LA PLANTA Q DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES (PTAR)

66

### VERTEDERO DE DEMASIAS

#### Concepto

Es una unidad estructural construida para que el agua que ingresa a la planta de tratamiento, no rebase la capacidad prevista en el diseño.

#### Operación

Dado que la unidad es una estructura de concreto, la operación se reduce a inspección visual del mismo.

#### Mantenimiento

Puede ser preventivo y correctivo. El preventivo se refiere a lo que debe realizarse para que el sistema no colapse por falla pequeña o grande. El correctivo indica también lo que hay que hacer para que el sistema vuelva a funcionar de la manera como fue concebido.

#### Preventivo

La operación de esta unidad es únicamente la limpieza periódica, aproximadamente cada 3 meses, en este proceso debe utilizarse una escoba y no sacar de operación la unidad.

#### Correctivo

El mantenimiento correctivo no puede ser identificado ya que no se sabe que elemento es el que pueda fallar, pero las acciones deberán ser tales que el sistema no salga de funcionamiento.

### CANAL DE REJAS

#### Concepto

El canal de rejas es una unidad que tiene la función de evitar que ingresen sólidos de gran tamaño al sistema de tratamiento, está constituido por un grupo de barras metálicas para que pasen líquido.

## Operación

La operación de esta unidad se limita a la inspección visual.

## Mantenimiento

Puede ser preventivo y correctivo. El preventivo se refiere a lo que debe realizarse para que el sistema no colapse por falla pequeña o grande. El correctivo indica también lo que hay que hacer para que el sistema vuelva a funcionar de la manera como fue concebido.

## Preventivo

El mantenimiento preventivo de esta unidad se refiere a que el operador de la planta debe utilizar un rastrillo o un elemento similar para extraer los sólidos detenidos por las rejillas del canal.

## Correctivo

Lo más común que sucede con el canal de rejillas es la oxidación de las barras que lo forman, por consiguiente habrá que estar preparado con pintura anticorrosiva y aplicarla.

## DESARENADOR

### Concepto

En el caso del desarenador, la entrada tiene como función el conseguir la distribución uniforme de las líneas de flujo dentro de la unidad, uniformizando a la vez la velocidad, mientras que en el cuerpo se realiza el proceso de depósito de partículas por acción de la gravedad.

### Operación

Consiste en abrir y cerrar las compuertas para dejar funcionando una unidad en la que se realiza el mantenimiento con una escoba.

### Mantenimiento

Puede ser preventivo y correctivo. El preventivo se refiere a lo que debe realizarse para que el sistema no colapse por falla pequeña o grande. El correctivo indica las acciones que hay que hacer para que el sistema vuelva a funcionar de la manera como fue concebido.

- **Funcionamiento del Mantenimiento Preventivo**

2 unidades mínimas en paralelo: una cámara a la vez, para caudales pequeños y turbiedades bajas. Una unidad con un canal de by-pass para mantenimiento.

Dentro del mantenimiento preventivo las arenas acumuladas no deben pasar la mitad de la alta del desarenador (Se recomienda (medir con escantillón=varilla para medir espesor de losas).

- **Correctivo**

El mantenimiento correctivo no puede ser identificado porque no se sabe qué elemento es el que pueda fallar, pero las acciones deberán ser tales que el sistema no salga de funcionamiento.

## **FILTRO PERCOLADOR**

### **Concepto**

La unidad se conforma por un lecho rocoso. El agua residual es distribuida en el lecho rocoso por medio de una serie de tuberías perforadas. Estas están ubicadas transversalmente en la parte superior de la unidad. Lo que les permite distribuir el líquido en una forma uniforme, sobre toda la superficie del lecho. Para la recolección del líquido se dispone de una serie de canales instalados en la parte inferior del filtro, que simultáneamente sirven para ventilar la unidad y permitir el desarrollo del proceso aeróbico.

El proceso del tratamiento es muy sensible Para garantizar un buen funcionamiento de la unidad, el lecho rocoso necesita continuamente una distribución del líquido

Para que se desarrolle el tratamiento biológico, debe evitarse al máximo que ingresen químicos, aceites o materiales desintegradores.

### **Operación**

#### **Se requiere de una persona encargada:**

1. Debe chequear los niveles de agua que van entrando al filtro. Dichos niveles tienen que ser iguales en cada tubería. Se mide también el nivel del agua en cada agujero del segundo canal y debe ser igual en todos.

2. Si no están nivelados, significa que hay taponamientos en las tuberías. Para solucionar este problema basta con subirse al filtro percolador y situarse frente a cada tubo y por medio de un alambre liso de 1/4", se destapan los agujeros que van a ambos lados de cada tubo. Esto se hace en las tuberías que estén taponadas. Tiempo requerido es de 1 hora, dos veces por día, todos los días.
3. Debe observarse el nivel del agua sobre la superficie del lecho filtrante. Si está encima, se remueve con una pala hasta lograr que la altura del agua baje del nivel del que se ha elevado.
4. La superficie del filtro debe estar limpia de toda basura o hierva que crezca. Estas tareas requieren de una hora, una vez al día, cada tres días.
5. Para evitar obstrucción del paso de agua, es necesario lo siguiente: a) quitar las piedras o arena que haya caído sobre el canal recolector principal, proveniente del lecho filtrante. b) quitar el lodo depositado en el canal de salida. Esto se hace cada 8 días, aproximadamente en 30 minutos.

## Mantenimiento

Puede ser preventivo y correctivo. El preventivo se refiere a lo que debe realizarse para que el sistema no colapse por falla pequeña o grande. El correctivo indica también lo que hay que hacer para que el sistema vuelva a funcionar de la manera como fue concebido.

## PATIO DE SECADO DE LODOS

### Concepto

El patio de secado de lodos es la unidad que recibe los lodos que egresan del sedimentador primario y del sedimentador secundario, en este patio los lodos evaporan y se absorbe el exceso de agua con que cuentan, luego de ello habrá que enterrar los sólidos que quedan.

### Operación

La operación del patio de secado es la manipulación de las válvulas de este patio, de tal manera que en cada uno contenga los respectivos lodos un tiempo promedio de 3 días.

## **Mantenimiento**

Puede ser preventivo y correctivo. El preventivo se refiere a lo que debe realizarse para que el sistema no colapse por falla pequeña o grande. El correctivo indica también lo que hay que hacer para que el sistema vuelva a funcionar de la manera como fue concebido.

### **Preventivo**

El mantenimiento preventivo de la unidad consiste en hacer una limpieza manual aproximadamente cada 6 meses, para ello se necesita que la unidad no funcione.

### **Correctivo**

El mantenimiento correctivo no puede ser identificado porque no se sabe qué elemento es el que pueda fallar, pero las acciones deberán ser tales que el sistema no salga de funcionamiento.