



UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

**ESTUDIO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE UN
EDIFICIO DE 15 PLANTAS Y SU REUTILIZACIÓN DE LAS
AGUAS RESIDUALES UBICADO EN LA PARROQUIA
TARQUI, CIUDAD DE GUAYAQUIL, PROVINCIA DEL
GUAYAS.**

**PROYECTO DE ESTUDIO PRESENTADO EN OPCION PARA
OBTENER EL TITULO DE INGENIERO CIVIL**

AUTORES

BYRON PATRICIO MALDONADO CASTRO

NELSON RODRIGO VACACELA REA

GUAYAQUIL – ECUADOR

2013

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme llegar a este momento tan trascendental en mi vida y por los triunfos y los momentos difíciles que me han enseñado a valorarlo cada día más; a mis padres por ser las personas que me han acompañado durante todo mi trayecto estudiantil y de vida, quienes a su vez han velado por mí durante este arduo camino para convertirme en un profesional. A mis profesores, gracias por su tiempo, por su apoyo así como por la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

Nelson Rodrigo Vacacela Rea

Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades a lo largo de toda mi vida. A mi familia, por su apoyo incondicional y especialmente a mis hijos Maitte y Saúl, por acompañarme durante todo este arduo camino y compartir conmigo alegrías y fracasos. Gracias a todas las personas que ayudaron directa e indirectamente en la realización de este trabajo.

Byron Patricio Maldonado Castro

AGRADECIMIENTO

El presente trabajo de estudio se lo agradecemos a la Universidad laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil por darnos la oportunidad de estudiar y ser buenos profesionales.

A nuestro tutor del estudio, Ing. Gustavo Martínez por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en nosotros que podamos terminar nuestros estudios con éxitos.

Al Ing. Fausto Cabrera Decano de la Facultad de Ingeniería Civil, que con su visión de futuro, nos ha facilitado de manera práctica, técnica, y con un alto control de calidad, ser excelentes profesionales para servir a nuestro País.

Por último y de manera muy especial, agradecerle a la Ing. Yuli Herrera Sub. Decana de la Facultad de Ingeniería Civil, a quien admiramos por su total entrega, esfuerzo y dedicación en la enseñanza que nos dio durante los años de estudio.

Tengan la seguridad que en cualquier lugar que lleguemos de forma profesional siempre estaremos orgullosos de ser estudiantes "LAICOS" y llevaremos el nombre de la Universidad con nosotros en cada esfuerzo que hagamos para ser mejores personas y profesionales.

CERTIFICACIÓN DE AUTORIA Y CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Guayaquil, 03 de Mayo del 2013

Nosotros, los señores Vacacela Rea Nelson Rodrigo y Maldonado Castro Byron Patricio declaramos bajo juramento, que la autoría del presente Proyecto de Investigación nos corresponde totalmente y nos responsabilizamos con los criterios y opiniones científicas que en el mismo se declaran, como producto de la investigación que hemos realizado.

De la misma forma, cedemos nuestros derechos de autor a la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y Normativa Institucional vigente.

Byron Maldonado Castro

C. I: 0919281998

Nelson Vacacela Rea

C. I: 0603015132

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Guayaquil, 03 de Mayo del 2013

Certifico que el Proyecto de Investigación titulado ESTUDIO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE UN EDIFICIO DE 15 PLANTAS Y SU REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES UBICADO EN LA PARROQUIA TARQUI, CIUDAD DE GUAYAQUIL PROVINCIA DEL GUAYAS, ha sido elaborado por los señores Vacacela Rea Nelson Rodrigo y Maldonado Castro Byron Patricio, bajo mi tutoría, y que el mismo reúne los requisitos para ser defendido ante el Tribunal examinador que se designe al efecto.

Ing. Gustavo Martínez Jaime

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto se ubica en el marco de la búsqueda de nuevas soluciones para el mejor aprovechamiento de los recursos hídricos en las ciudades. En lugar de utilizar agua potable de consumo público, actualmente e están reutilizando aguas residuales tratadas, con una calidad sanitaria y estética similar a la del agua de abastecimiento.

Aparte de agotar todos los recursos tecnológicos al alcance para disminuir el uso del agua en el hogar y en las actividades comerciales e industriales, es necesario pensar en esquemas que permitan el buen uso del agua en las ciudades; es decir, reutilizar el agua, que de otra manera se convertiría en agua residual, tantas veces como sea posible mediante tratamientos adecuados.

Mediante un muestreo en el que se empleo como técnica la encuesta se determinó la importancia de realizar el PROYECTO DE ESTUDIO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE UN EDIFICIO DE 15 PLANTAS Y SU REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES UBICADO EN LA PARROQUIA TARQUI, CIUDAD DE GUAYAQUIL, PROVINCIA DEL GUAYAS, el mismo que analiza las posibilidades de reutilización de aguas residuales grises en una edificación urbana, debido a los cambios climáticos que la humanidad ha venido sufriendo en todas las etapas de su evolución, se debe prever la escases de agua en un futuro cercano.

Con el objetivo claro de contribuir al medio ambiente y a la sociedad con un sistema de reutilización de aguas residuales grises, el estudio se ha basado en investigaciones y referencias de otros países que utilizan este método de ahorro de agua y energía. Planteamos el sistema de reutilización en un edificio de 15 plantas ubicado en una zona comercial y estratégica para las personas que lo habitan.

INDICE GENERAL

MARCO GENERAL DE LA INVESTIGACION

| | | |
|-------|-----------------------------------|---|
| 1.1 | Tema | 1 |
| 1.2 | Planteamiento del problema | 1 |
| 1.3 | Formulación del problema | 1 |
| 1.3.1 | Problema | 2 |
| 1.3.2 | Contexto | 2 |
| 1.3.3 | Problema social | 2 |
| 1.3.4 | Problema científico | 3 |
| 1.3.5 | Causas y efecto | 3 |
| 1.4 | Delimitación del problema | 4 |
| 1.4.1 | Objetivo de la investigación | 4 |
| 1.4.2 | Campo de acción | 4 |
| 1.4.3 | Tipo de investigación | 5 |
| 1.5 | Justificación de la investigación | 5 |
| 1.5.1 | Justificación académica | 5 |
| 1.6 | Importancia del tema | 5 |
| 1.6.1 | Relevancia | 6 |
| 1.6.2 | Objetividad | 6 |

| | | |
|-------|---|---|
| 1.6.3 | Subjetividad | 6 |
| 1.6.4 | Factibilidad | 7 |
| 1.7 | Objetivo general de la investigación | 7 |
| 1.7.1 | Objetivo específico de la investigación | 7 |
| 1.8 | Alcance del estudio | 8 |

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

| | | |
|--------|---|----|
| 1.1 | Antecedentes. | 9 |
| 1.1.1. | Antecedentes de la ciudad de Guayaquil. | 11 |
| 1.1.2 | Estudio de viabilidad para la planificación del sistema de reutilización. | 13 |
| 1.1.3 | Aplicación de la reutilización. Normas y criterios técnicos. | 19 |
| 1.1.4 | Fundamentación teórica. | 21 |
| 1.2 | Marco Teórico referencial. | 25 |
| 1.2.1 | La reutilización de las aguas grises en la ciencia. | 41 |
| 1.2.2 | La tecnología en la reutilización de aguas grises. | 42 |
| 1.2.3 | La sociedad en la reutilización de aguas grises. | 47 |
| 1.2.4 | Reutilización de aguas grises en el siglo xxi. | 48 |

CAPITULO 2

METODOLOGIA DE LA INVESTIGACIÓN

| | | |
|-------|-----------------------------------|----|
| 2.1 | Metodología de la investigación. | 51 |
| 2.2 | Población y muestra. | 52 |
| 2.2.1 | Población. | 52 |
| 2.2.2 | Muestra. | 55 |
| 2.2.3 | Instrumentos de la investigación. | 56 |
| 2.2.4 | Instrumento 1 | 57 |
| 2.2.5 | Instrumento 2 | 59 |
| 2.2.6 | Limpieza de instrumentos. | 60 |

CAPITULO 3

FORMULACIÓN DE LA PROPUESTA

| | | |
|-------|---|----|
| 3.1 | Título de la propuesta. | 74 |
| 3.2 | Justificación de la propuesta. | 74 |
| 3.3 | Objetivo general de la propuesta. | 75 |
| 3.4 | Objetivos específicos de la propuesta | 77 |
| 3.5 | Criterios para elaborar la propuesta. | 77 |
| 3.5.1 | Tomar en cuenta respuesta de interrogantes. | 77 |
| 3.5.2 | Énfasis en objetivo general y específico. | 78 |

| | | |
|---------|---|-----|
| 3.5.3 | ¿Con qué medios se cuentan? | 79 |
| 3.5.4 | Tecnología educativa y tics. | 80 |
| 3.5.5 | ¿Se necesitara reglamentar su uso? | 80 |
| 3.5.6 | Organización y control. | 80 |
| 3.5.7 | Evaluación ex post. | 80 |
| 3.6 | Hipótesis. | 81 |
| 3.7 | Listado de contenido y flujo de propuesta. | 81 |
| 3.7.1 | Ubicación. | 81 |
| 3.7.2 | Propuesta de los diseños Hidrosanitario y sistema hidráulico contra incendio. | 82 |
| 3.7.2.1 | Generalidades y resumen técnico. | 82 |
| 3.7.2.2 | Códigos y estándares. | 87 |
| 3.7.2.3 | Parámetros y consumos de agua. | 88 |
| 3.7.2.4 | Criterios hidráulicos. | 91 |
| 3.7.2.5 | Sistema de defensa contra incendio. | 95 |
| 3.7.2.6 | Redes de agua potable para el edificio. | 102 |
| 3.7.2.7 | Equipo de bombeo de presión constante. | 108 |
| 3.7.2.8 | Especificaciones red de aguas servidas negras. | 111 |
| 3.7.2.9 | Tuberías exteriores. | 112 |

| | | |
|----------|---|-----|
| 3.7.2.10 | Obras de hormigón. | 116 |
| 3.7.2.11 | Lógica de funcionamiento de las electrobombas. | 118 |
| 3.7.2.12 | Especificaciones constructivas. | 119 |
| 3.7.3 | Memoria técnica del sistema de tratamiento propuesto. | 124 |
| 3.7.3.1 | Caudal de tratamiento. | 124 |
| 3.7.3.2 | Descripción del sistema propuesto. | 126 |
| 3.7.3.3 | Cálculo del tanque séptico y filtro anaeróbico. | 128 |
| 3.7.3.4 | Operación del sistema de tratamiento. | 129 |
| 3.7.3.5 | Mantenimiento del sistema de tratamiento. | 131 |
| | Conclusiones. | 136 |
| | Recomendaciones. | 137 |
| | Bibliografías. | 138 |
| | Anexos. | |

MARCO GENERAL DE LA INVESTIGACION

1.1 TEMA

ESTUDIO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE UN EDIFICIO DE 15 PLANTAS Y SU REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES UBICADO EN LA PARROQUIA TARQUI, CIUDAD DE GUAYAQUIL, PROVINCIA DEL GUAYAS.

1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

¿Podemos reutilizar las aguas residuales grises de un edificio de 15 plantas de suites para el servicio de riego de jardineras, y para la limpieza de áreas comunes?

1.3 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Dado el crecimiento económico y poblacional de la Ciudad de Guayaquil hemos visto el crecimiento de forma vertical con edificaciones de grandes alturas que a su vez sirven como oficinas, vivienda, lugares recreativos, y otros. Del mismo modo se detecta el uso de recursos hídricos para riego de jardineras y para limpieza de áreas comunes, con la formulación de esta investigación se ha tomado como muestra un edificio de 15 pisos que funcionará como viviendas, se propone hacer un rediseño hidrosanitario dividiendo las aguas grises de las aguas negras , reutilizando las aguas grises por su bajo nivel de contaminantes que poseen y a su vez dirigir las aguas grises a una planta de tratamiento para su reutilización en áreas específicas donde no sea necesario la potabilización al 100% del agua reutilizada.

1.3.1 PROBLEMA

Las aguas residuales en muchas parroquias de Guayaquil son un problema ambiental puesto que contaminan de una manera irracional los ecosistemas donde son vertidas estos son ríos, manglares, esteros, entre otros, los principales afectados son los animales y plantas que habitan en estos ecosistemas pero así también los humanos resultamos seriamente afectados ya que muchos de estos lugares son una fuente de agua dulce o simplemente por estar ubicadas cerca de poblaciones resultan una fuente de infección y contaminación para los habitantes aledaños, además de estar destruyendo nuestro patrimonio natural.

1.3.2 CONTEXTO

En la parroquia Tarqui, ciudadela Alborada décima etapa, se construirá un edificio de 15 pisos el cual tendrá 100 suites, sótano para equipos de Ingenierías, sistema de ductos de basura, entre otros. La edificación lleva el nombre de CITY SUITE, el cual formara parte del complejo CITY PLAZA que a su vez será interconectado con el centro comercial CITY MALL.

1.3.3 PROBLEMA SOCIAL

Las aguas residuales por su agresividad requieren ser degradadas de manera que no constituyan un problema social. Las aguas servidas domésticas, por su carácter ofensivo, ya que contienen compuestos orgánicos putrefactos, agentes patógenos, a veces sustancias tóxicas, etc., por lo que deben ser tratadas para que no perjudiquen al hombre y el medio ambiente.

La forma más común para el control de la polución del agua, consiste en un sistema de colectores cloacales (alcantarillado sanitario) y plantas de tratamiento.

1.3.4 PROBLEMA CIENTIFICO

¿Cómo la Ingeniería Hidráulica puede solucionar unos problemas sociales de aguas residuales y a su vez reutilizarlas para ahorrar recursos hídricos?

1.3.5 CAUSAS Y EFECTOS

CAUSAS:

- ✓ El agua gris tratada no dispone de la calidad del agua potable.
- ✓ Las aguas grises representan entre un 40 y 50% del total de agua vertida en una suite o vivienda a la red de alcantarillado.
- ✓ Las aguas grises contienen solo un 10% del nitrógeno que contienen las aguas negras.
- ✓ Reutilizando las aguas grises, protegemos las reservas de aguas subterráneas.
- ✓ El 55% de agua que suministra Interagua, se emplea en usos en lo que es estrictamente necesaria su potabilidad.
- ✓ Colapso del sistema de alcantarillado de aguas grises y residuales.

EFECTOS:

- ✓ No es apta para el consumo humano.
- ✓ Al haber un solo circuito de desagües estas se mezclan con las aguas negras procedentes de inodoros, siendo más costosa su depuración y futuro aprovechamiento.
- ✓ Este componente es el más serio y difícil de retirar como agente de polución que afecta a nuestra agua potable.
- ✓ Se reduce las cargas de aguas residuales y se consigue una disminución importante en el gasto de agua potable.
- ✓ Contaminación ambiental.

1.4 DELIMITACIÓN DE PROBLEMA

Campo: Edificio de suite.

Aspecto del tema: Estudio.

Tiempo de la investigación: El tiempo de investigación y estudio se realizará desde el inicio de los seminarios de graduación 14 de Julio del 2012 hasta la finalización.

Marco espacial: El edificio estará ubicado en las calles Benjamín Carrión y la calle Emilio Romero. Lote # 5 de La manzana k12 ubicado en la ciudadela La Alborada vi etapa, parroquia Tarqui, Cantón Guayaquil, Provincia del Guayas.

Población: Habitantes y visitantes del edificio.

Tema: Estudio del sistema hidrosanitario de un edificio de 15 plantas y su reutilización de las aguas residuales ubicado en la parroquia Tarqui, Ciudad de Guayaquil, Provincia del Guayas.

1.4.1 OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo principal de la investigación es el de aprovechar al máximo los recursos hídricos disponibles, dada las circunstancias en la que se encuentra nuestro planeta (cambios climáticos, sequías, terrenos áridos, entre otros).

1.4.2 CAMPO DE ACCIÓN

La tecnología de la Ingeniería Hidráulica de regeneración de aguas grises, o residuales es la que se emplea exclusivamente para reutilizar las aguas propiamente dichas. Se puede emplear varios sistemas diferentes de tratamiento en las aguas procedentes de las estaciones depuradoras de aguas residuales para que estas puedan ser reutilizadas posteriormente. Dependiendo de su uso

posterior y de la calidad necesaria, se empleara un tipo u otro de tratamiento o incluso una combinación de estos.

1.4.3 TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación será de tipo Estudio Técnico con respecto al sistema hidrosanitario a emplearse y Ambiental con respecto a las causas y efectos que produce la reutilización de las aguas residuales grises.

1.5 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El tema a investigar fue seleccionado por los continuos problemas que se presentan en la escasez de agua potable a sectores distantes de la ciudad de Guayaquil, la utilización de la domótica como reutilización y se ha propuesto reutilizar las aguas grises o residuales de los grandes edificios para utilizarlas en sistemas de riego de áreas verdes, limpieza exterior, entre otros. De modo que se alcanzaría un ahorro potencial del recurso hídrico que a futuro podría escasear.

1.5.1 JUSTIFICACIÓN ACADÉMICA

Se propone la siguiente investigación con la finalidad de cumplir un proceso académico de la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Laica VICENTE ROCAFUERTE de Guayaquil, para aprobar los seminarios de graduación organizados por la Universidad.

1.6 IMPORTANCIA DEL TEMA

Los beneficios de la reutilización de las aguas grises incluyen un menor uso de las aguas potables, un menor caudal a las fosas sépticas o plantas de

tratamiento, una purificación altamente efectiva, una solución para aquellos lugares en donde no puede utilizarse otro tipo de tratamiento, un menor uso de energía y productos químicos por bombeo y tratamiento, la posibilidad de sembrar plantas donde no hay otro tipo de agua. La investigación está enfocada a beneficiar a los usuarios del edificio que prestará el servicio de dicha suite, en el que aproximadamente vivirán 200 personas. La sociedad en sí, es la gran beneficiada por la reutilización de las aguas grises.

1.6.1 RELEVANCIA

El tratamiento de las aguas grises o residuales es importante para que no se perjudiquen esos múltiples usos, en un mundo globalizado algunas industrias compran aguas servidas tratadas, cuya calidad, aunque más baja, es suficiente para usos menores como determinadas líneas de proceso industrial, riego de áreas verdes, o lavado de calles.

1.6.2 OBJETIVIDAD

El manejo de las aguas grises o residuales es parte de una gama más amplia de los servicios de agua urbanos. El componente de las aguas residuales a menudo es posicionado al final de la cadena del recurso del agua. Se requiere la integración de los temas institucionales, técnicos sectoriales, y de costos pertinentes a todos los componentes principales de la cadena.

1.6.3 SUBJETIVIDAD

La reutilización del agua disminuye los costos de agua potable y aguas residuales, protege las reservas de agua subterránea y reduce la carga de las aguas residuales. Estos sistemas se pueden incorporar a cualquier edificio, y se estima que en cada hogar se pueden ahorrar unos 45 litros de agua potable y aguas residuales por persona y día.

1.6.4 FACTIBILIDAD

La planta de tratamiento de las aguas grises o residuales, que funcionaria en el edificio será factible cumpliendo con los lineamientos establecidos en las normas técnicas de construcción y ambientales, para llevar un buen término el proceso constructivo de la obra.

1.7 OBJETIVO GENERAL DE LA INVESTIGACIÓN

El objetivo de esta investigación es la reutilización del agua, para ello es necesaria la recopilación de información existente sobre la regeneración de las aguas grises o residuales para su reutilización como aguas no potables, con el propósito fundamental de servir de orientación en su aplicación y regulación.

1.7.1 OBJETIVO ESPECÍFICO DE LA INVESTIGACIÓN

- a) Diseñar una fuente de suministro de agua, capaz de aportar recursos hídricos adicionales, bien sea en forma de recursos netos, o bien de recursos alternativos que permitan liberar recursos de agua de mejor calidad y destinarlos a usos más exigentes, como el abastecimiento público.
- b) Efectuar estudios respecto a los costos de tratamiento y de vertido de agua depurada.
- c) Plantear la reducción del aporte de contaminantes a los recursos naturales de agua, en particular cuando la reutilización se efectúa mediante riego agrícola, de jardinería o forestal.
- d) Investigar el aplazamiento, la reducción o incluso la supresión de instalaciones adicionales de tratamiento de agua de abastecimiento, con la consiguiente reducción que ello representa tanto de los efectos desfavorables sobre los cursos naturales de agua como de los costes de abastecimiento de agua.

- e) Efectuar un ahorro energético, al evitar la necesidad de aportes adicionales de agua desde zonas más alejadas a la de la planta de regeneración de agua.
- f) Reducir las aportaciones de dióxido de carbono a la atmósfera, en razón de minorar los consumos energéticos.

1.8 ALCANCE DEL ESTUDIO

Consiste en demostrar hasta donde se llegará en la investigación, es decir hasta una propuesta teórica consistente en el planteamiento de las estrategias o métodos que sirvan para tratar de solucionar el problema planteado.

El estudio se efectuará considerando exclusivamente el tratamiento de las aguas residuales domésticas, proveniente de edificios asentadas en la zona urbana del cantón Guayaquil.

El estudio comprende:

- ✓ Investigación científica y social
- ✓ Rediseño de planos sanitarios
- ✓ Planos de detalles constructivos y sistema de canalización
- ✓ Estudio de técnica
- ✓ Memoria técnica
- ✓ Especificaciones técnicas
- ✓ Presupuesto del sistema de tratamiento

CAPÍTULO 1

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

1.1 Antecedentes.

La reutilización de aguas residuales es un componente intrínseco del ciclo natural del agua. Mediante el vertido de estos efluentes a los cursos de agua y su dilución con el caudal circulante, las aguas residuales han venido siendo reutilizadas incidentalmente en puntos aguas abajo de los cauces para aprovechamientos urbanos, agrícolas e industriales. La reutilización directa o planificada del agua a gran escala tiene un origen más reciente, y supone el aprovechamiento directo de efluentes, con un mayor o menor grado de regeneración, mediante su transporte hasta el punto de utilización a través de un conducto específico, sin mediar para ello la existencia de un vertido o una dilución en un curso natural de agua. (<http://www.canagua.com/es/pdf/reutilizacion.pdf>).

El notable desarrollo alcanzado por la reutilización planificada del agua, especialmente en países con recursos hídricos suficientes, se han debido a la necesidad de ampliar los abastecimientos de agua y de mejorar las formas de gestión de los vertederos de aguas residuales (http://aguas.igme.es/igme/publica/libro33/pdf/lib33/cap_2_a.pdf). El incremento registrado por las dotaciones de agua de abastecimiento, junto con el aumento de población experimentando por numerosas zonas urbanas, han hecho que las fuentes de abastecimiento tradicionales sean insuficientes para atender las demandas actuales. Las distancias crecientes entre las nuevas fuentes de abastecimiento y los núcleos urbanos, las limitaciones ambientales para construir nuevos embalses y las acequias plurianuales han llevado a numerosas poblaciones a plantearse la utilización de aguas residuales como fuente adicional de agua para aprovechamientos que no requieran una calidad de agua potable. Por otra parte las crecientes exigencias sanitarias y ambientales sobre la calidad de las aguas de ríos y marinas, junto con los requisitos de ubicación y los niveles de tratamiento cada vez más estrictos impuestos a los vertidos de aguas residuales, han hecho que el agua regenerada se convierta en una fuente

alternativa de abastecimiento, económica y segura desde el punto sanitario y ambiental.

Cabe recordar que el objetivo de esta investigación es analizar el papel que la regeneración y la reutilización planificada de efluentes tienen en la gestión integrada de los recursos hídricos, especialmente en lo que concierne al riego de áreas verdes, caracterizadas por la no necesidad de agua 100% potable. **Los planteamientos más importantes de esta investigación radican en:** 1.- describir el glosario de la reutilización planificada, 2.- analizar los beneficios y las exigencias de la reutilización de aguas residuales grises, 3.- describir los usos más frecuentes del agua regenerada, 4.- presentar las actuales tendencias y los procesos de tratamiento utilizados para la regeneración de aguas grises, 5.- valorar el papel de la reutilización planificada en la gestión integrada de los recursos hídricos, 6.- considerar las posibilidades del agua regenerada para satisfacer las demandas de agua de riego, 7.- examinar las estrategias contractuales y económicas con que se plantea la introducción del agua regenerada en el uso del riego de las áreas verdes, y, 8.- proponer el interés de la reutilización planificada del agua en zonas urbanas específicamente en edificaciones, indicando el valor aproximado de sus costos de construcción, y mantenimiento.

El balance hidráulico de una zona geográfica se obtiene como diferencia entre el aporte anual de agua, constituido por las precipitaciones y las aportaciones de los ríos, acuíferos y transvases de otras cuencas, y las pérdidas anuales de agua, o pérdidas irrecuperables, cuyo destino es la atmósfera o el mar. Tesis: (<http://oa.upm.es/1288/>). Cualquier actuación destinada a conservar agua y que consiga reducir esas pérdidas irrecuperables mejorará la disponibilidad del agua para su aprovechamiento a lo largo del año. Por este motivo, la regeneración y la reutilización del agua únicamente resultarán en un incremento real de los recursos hídricos aprovechables en una zona si esas aguas se pierden actualmente de forma irrecuperable, mediante su vertido al mar desde una población costera o a través de la evapotranspiración en zonas del interior permiten en cualquier caso una gestión más adecuada de los recursos hídricos disponibles.

1.1.1 Antecedentes de la ciudad de Guayaquil.

Guayaquil es la ciudad más poblada de la República de Ecuador. El área urbana de Guayaquil está entre las ciudades más grandes de América Latina; es además un importante centro de comercio con influencia a nivel regional en el ámbito comercial, de finanzas, cultural y de entretenimiento. La ciudad es la capital de la provincia del Guayas.

Está localizada en la costa del Pacífico en la región litoral de Ecuador, a orillas de la ría Guayas, a unos 20 kilómetros de su desembocadura en el Océano Pacífico, también rodeada por el Estero Salado en su parte Sur-Oeste y el inicio de la Cordillera Chongón-Colonche en el Nor-oeste.

La ciudad se divide en 16 parroquias urbanas, aunque dentro de una nueva administración municipal, su organización comprende 74 sectores.

Es una de las ciudades con mayor densidad de población en Ecuador, dado que según el último censo realizado en el año 2001 (INEC), contaba con 1'985 379 habitantes.

Actualmente la ciudad de Guayaquil tiene una población flotante de gran tamaño y su población asciende a cerca de 2'700 000 habitantes, teniendo en cuenta una tasa anual promedio de crecimiento poblacional de 2,5% anual.

El área metropolitana está compuesta de 344,5 km² de superficie, de los cuales 316,42 km², equivalentes al 91,9% del total, pertenecen a tierra firme (suelo); mientras que los restantes 28,08 km², equivalentes al 8,1%, pertenecen a los cuerpos de agua al sistema fluvial que comprenden ríos y esteros.

La ciudad fundada, luego de varios intentos, en 1 547 como astillero y puerto comercial al servicio de la Corona española, ha servido de punto principal en la política y economía de la nación. Ha sido foco de grandes revoluciones y levantamientos a lo largo de la historia, siendo la primera ciudad ecuatoriana en obtener de forma definitiva su independencia de España en 1 820; fue capital de la Provincia Libre de Guayaquil y luego forzada a integrarse a la Gran Colombia.

Guayaquil se destaca entre las ciudades ecuatorianas por su elevado uso de tránsito masivo y por su densidad total y la diversidad de su población. El puerto de la ciudad es uno de los más importantes de la costa del Pacífico. El 70% de las exportaciones privadas del país salen por sus instalaciones, ingresando el 83% de las importaciones.

Además, por su posición de desarrollo comercial, agrícola, e industrial, se la ha denominado a la ciudad como “capital económica de Ecuador” por varios años, debido a la cantidad de empresas, industriales y locales comerciales que existen en toda la ciudad. También es conocida como Perla del Pacífico.

Los servicios públicos básicos en la ciudad de Guayaquil, tales como agua potable y saneamiento, durante muchas décadas estuvieron a cargo de dos empresas prestadoras de estos servicios, sujetas al clientelismo y con bajo nivel de eficiencia y cobertura.

Con respecto a la depuración de las aguas residuales generada en Guayaquil, el informe citado de la auditoria reporta un porcentaje de cobertura muy bajo; solo 11% cuenta con lagunas de estabilización en seis sistemas: Guayacanes, Samanes, Sauces, La Alborada, Girasol, Puerto Azul, Orquídeas y Mucho Lote, de los cuales los tres primeros son operados y pertenecen oficialmente a INTERAGUA; (<http://www.interagua.com.ec>). existen otros sistemas de depuración de las agua residuales construidos por urbanizaciones, debido a que no ha sido posible la conexión al sistema de alcantarillado actual.

Por esta razón INTERAGUA - Guayaquil, planificando un futuro tratamiento integral de las aguas residuales domésticas de la ciudad, ha iniciado acciones para la preparación de la presente guía metodológica con el fin de tener mayores elementos para la toma de decisiones en el emprendimiento de los sistemas de depuración de aguas (MIDUVI 2009).

La puesta en marcha del proyecto macro descrito con anterioridad, complementando con el tratamiento de las aguas residuales de las áreas con descargas individuales, significará un paso importante en la búsqueda del mejoramiento de la calidad del recurso agua en Ecuador, ya que vencería la inercia e impulsaría a que otras comunidades y regiones iniciasen proyectos propios.

1.1.2 Estudios de viabilidad para la planificación del sistema de reutilización.

Las características técnicas de los proyectos de reutilización son muy variables de unos casos a otros, dependiendo fundamentalmente del tipo de reutilización que se pretende, de las condiciones específicas de disponibilidad de agua residual y de los usuarios del agua regenerada. Por lo tanto, es necesario que la planificación de los sistemas de reutilización se realice sobre la base de unos objetivos claramente definidos. En general, la planificación se lleva a cabo en tres fases sucesivas, que incluyen una primera etapa a nivel conceptual, una investigación preliminar de viabilidad y la planificación de las instalaciones. En todo el proceso es muy importante mantener la participación activa de la opinión pública, que aportará orientación muy valiosa.

Inicialmente, los proyectos de reutilización solían tener un propósito único, en el que generalmente se trataba de responder, bien a un problema de control de contaminación o a un problema de abastecimiento (<http://es.wikibooks.org>). Hoy día, los planteamientos están cada vez más condicionados por dos factores: los niveles crecientes de calidad exigidos para el vertido y la limitada disponibilidad de recursos de primera utilización para hacer frente a demandas crecientes.

En la primera fase de planificación conceptual se realiza un esquema del proyecto, una estimación aproximada del costo del proyecto y se identifican aquellos elementos que conforman el mercado potencial para el agua regenerada.

Si el planteamiento es viable, se pasa a una fase de investigación preliminar. Esta comienza con la localización de las posibles fuentes de agua residual susceptibles de aprovechamiento y la elaboración de un censo de consumidores potenciales de agua regenerada. Deben también definirse los aspectos legales y administrativos que afecten al proyecto, identificando posibles trabas regulatorias, así como entidades y organismos competentes en las diferentes materias relacionadas con el proceso de reutilización.

ESQUEMA DE PLANIFICACIÓN DE REUTILIZACIÓN

| FASE I | FASE II | FASE III |
|---|--|---|
| Planificación conceptual | Investigación preliminar | Selección de alternativas. Evaluación de proyecto |
| Esquema de proyecto Estimación de costos Identificación de mercados | Localización de fuentes Censo de usuarios potenciales Adaptación Comparación de costos Aspectos legales y administrativos Opinión pública Aspectos ambientales Financiamiento | Definición de alternativas Tratamientos requeridos Escala de proyecto Modulación de demanda Redes de distribución Instalaciones bombeo y almacenamiento Inversiones. Financiamiento |

Las cuestiones fundamentales que han de abordarse en este tema son:

- Fuentes de agua residual que pueden ser adecuadas para reutilizar;
- Mercados potenciales del agua regenerada;
- Problemática de salud pública asociada a la reutilización y modo de afrontarla;
- Posible impacto ambiental del proyecto;
- Costos actuales del agua y su proyección futura en el área del proyecto;
- Legislación existente o propuesta que afecte a la reutilización;
- Organismos estatales, autónomos y locales que han de aprobar el desarrollo de un programa de aprovechamiento de aguas residuales;
- Responsabilidades legales de los proveedores y usuarios del agua regenerada;

- Vías de financiamiento disponibles para el desarrollo de un posible proyecto de reutilización; y,
- Tipo de sistema de reutilización que recibirá mejor apoyo e interés por parte de la opinión pública.

La cuestión más importante suele ser la realización del estudio de mercado, en el que se definan los elementos que lo integran y se identifiquen los principales usuarios potenciales. La determinación de fracciones de demanda que pueden satisfacerse con agua regenerada, el grado de calidad necesario para cada uno de los usos y los efectos que el empleo de agua regenerada pueda tener en las condiciones de operación y consumo de los usuarios, requerirá en la mayoría de los casos el contacto directo con los mismos.

Terminada la investigación preliminar, se procede a la selección de los mercados potenciales. Esta etapa consiste básicamente en la comparación de los costos unitarios del agua potable y del agua regenerada para cada uno de los mercados. En base a información recopilada previamente, podrán esbozarse varios proyectos o alternativas que deben ser estudiadas en detalle.

Habitualmente, el paso siguiente es seleccionar el grupo de alternativas más favorables para ser sometida a evaluación detallada. Es importante que durante la selección se tenga en consideración el mayor número de alternativas posibles. Para ello, no solo han de considerarse los diferentes tipos posibles de reutilización, sino también factores como los que se enumeran a continuación:

- Diferentes niveles de tratamientos, especialmente en los casos en el que para el vertido sea necesario alcanzar el tratamiento avanzado;
- Escala del proyecto, que puede pretender una cobertura amplia de clientes, centrarse sobre un único gran usuario, o cualquier otra combinación; y,
- Empleo de diferentes redes de distribución.

Una posterior evaluación de los mercados seleccionados permitirá ir conformando el programa de reutilización. Tras la selección, los proyectos deberán clasificarse en función de su factibilidad, y deberán determinarse los costos y consumos actuales del agua potable de los usuarios potenciales. En esta fase, tras un estudio más detallado de las líneas de distribución y

necesidades de almacenamiento de cada uno de los proyectos alternativos, pueden afinarse las estimaciones preliminares de costos de distribución a cada usuario. También podrán compararse las alternativas de financiamiento, los costos para los usuarios, y los costos unitarios de agua potable, y agua renovada para cada alternativa.

Así mismo, será posible evaluar con más detalle los aspectos medioambientales, institucionales, y sociales de cada proyecto. En general, las cuestiones que habrá que detallarse incluyen:

- Patrones de las demandas diarias y estacionales de cada usuario potencial;
- Posibilidad de responder a las fluctuaciones de demanda mediante capacidad de bombeo o mediante capacidad de almacenamiento;
- Régimen de propiedad y operadores de las plantas de tratamiento más favorables para cada proyecto;
- Gastos de conexión de los usuarios a los sistemas de conexión;
- Aceptación de la distribución de costos por parte de los usuarios;
- Posibilidad de financiamiento por diferentes organismos y requisitos para la concesión de ayuda económica;
- Instrucción a los usuarios sobre los hábitos de riego en áreas verdes; y,
- Estabilidad de los usuarios, tanto desde el punto de vista de su localización, como de la posible introducción de nuevos procesos que afecten al consumo del agua renovada.

El estudio de las características y rendimiento de las instalaciones depuradoras existentes, permitirá valorar si las fuentes se adecúan a las características de la demanda de agua regenerada, tanto en calidad como en cantidad y frecuencia de disponibilidad. Los factores más importantes que han de entrar en consideración durante esta valoración son:

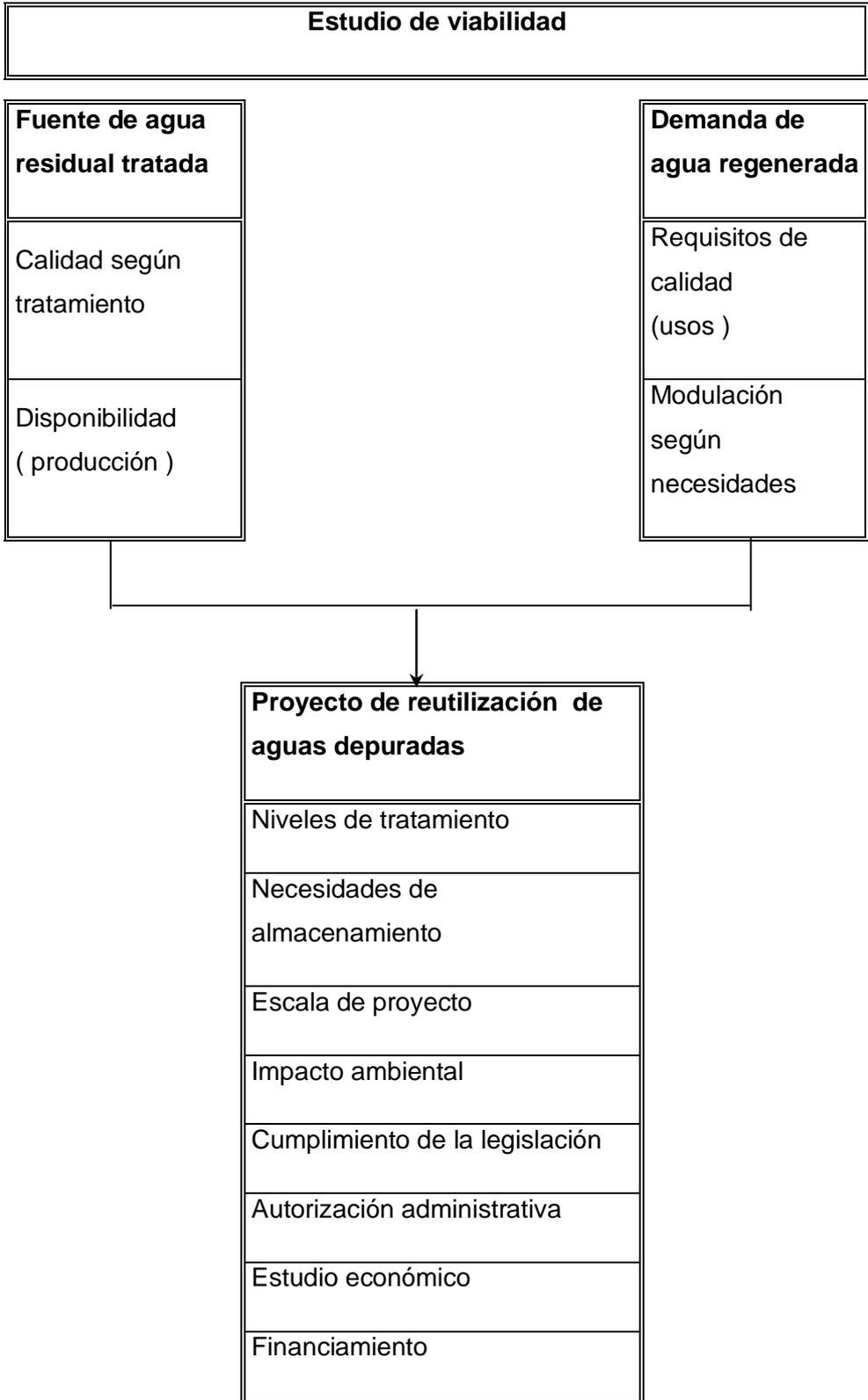
- Nivel de tratamiento y procesos empleados;
- Calidad final de efluente. Márgenes de fluctuación;
- Cantidad de efluente producido, en términos de caudales medios, mínimos y máximos diarios y estacionales;
- Confiabilidad del proceso de tratamiento; y,

➤ Instalaciones complementarias existentes.

Puesto que el cumplimiento de los requisitos de tratamiento para la producción segura y fiable de agua regenerada es una de las claves de la operación de sistemas de reutilización, su diseño precisa un análisis cuidadoso de todos elementos de proceso necesarios para obtener el nivel de tratamiento deseado.

Los administradores del agua regenerada deben adaptarse siempre a las variaciones diarias de la demanda, al igual que ocurre para el agua potable. La producción de agua brutas también sufre variaciones diarias, que son generalmente más causadas cuanto menor es la población del área de servicio. Por ejemplo, durante la noche, los caudales de entrada en las EDAR son muy bajos, sin embargo, la demanda para riego en medio urbano suele ser alta.

Además, se producen también variaciones estacionales, especialmente en zonas turísticas o de temporada. Los aumentos súbitos de población y de los caudales de agua residuales, tampoco tienen por qué coincidir con los períodos de mayor demanda de agua regenerada. La información sobre caudales y variaciones temporales es crítica para el dimensionamiento de las instalaciones de regulación destinadas a adaptar disponibilidad y demanda.



1.1.3 Aplicaciones de la reutilización. Normas y criterios técnicos.

La aplicación de las aguas residuales regeneradas abarca todo el espectro de usos del agua en general. Para su estudio se deben establecer seis grupos:

1. Reutilización en el medio urbano;
2. Usos industriales;
3. Usos agrícolas. Riegos;
4. Aplicación a la conservación y gestión de espacios naturales;
5. Recarga natural de los acuíferos; y,
6. Adaptación a recursos de agua potable.

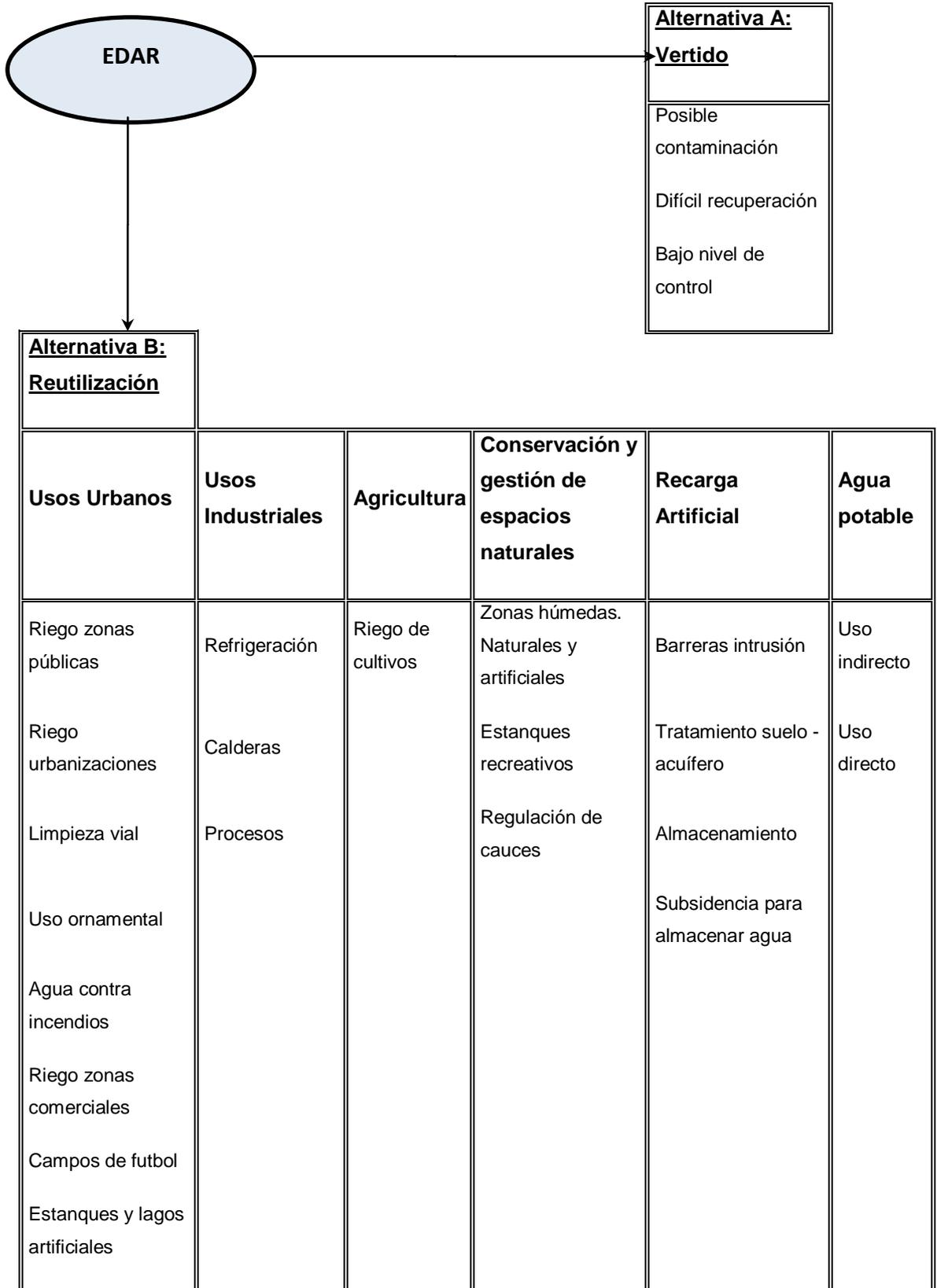
Cada uno de estos grupos de aplicación plantea una problemática específica en un desarrollo práctico, cuyo estudio y solución ayudará a una mejor gestión de estos recursos. En los siguientes apartados se analiza brevemente la problemática particular de cada grupo.

Reutilización en el medio urbano:

Entre las aplicaciones más habituales de las aguas residuales depuradas, en el medio urbano se pueden citar:

- Riego de zonas públicas;
- Riego y limpieza de urbanizaciones o áreas residenciales;
- Riego y limpieza de zonas comerciales, polígonos industriales, y otras;
- Riego de campos de fútbol;
- Usos comerciales: lavado de automóviles, limpieza de ventanas y cristalerías de grandes edificios;
- Usos ornamental y decorativo: fuentes; y,
- Red de agua para uso contra incendios.

Alternativas de gestión de las aguas tratadas



La reutilización de aguas urbanas puede incluir sistemas de servicios específicos para cada gran usuario, tales como grandes parques, campos de fútbol, complejos industriales como alto consumo de agua y áreas residenciales o comerciales. En la planificación de un sistema de reutilización de aguas en el medio urbano se debe fijar si el suministro de agua regenerada ha de ser continuo o discontinuo. En general es aceptable un sistema discontinuo, a menos que el agua regenerada sea la única fuente de suministro de la red de agua con incendios.

1.1.4 Fundamentación Teórica.

La evaluación de la reutilización de las aguas grises en áreas verdes supondrá un elemento clave de las actividades de control y evaluación, así como de coordinación de esta actividad de la investigación de diferente tipo de trabajo dando el necesario soporte de evaluación de calidad. Para ello se pretende llevar a cabo un programa de seguimiento de la reutilización de las aguas grises que abarque todos los aspectos analíticos y técnicos antes considerados.

Se pretende abordar un estudio acerca de la reutilización de las aguas residuales en actividades de riego en áreas verdes con alternativas a mas de responder al paradigma de desarrollo, y a una necesidad social, estas rigurosamente cumplan con componentes esenciales; primero, ser técnicamente viables y segundo, socialmente aceptadas.

El agua en el mundo.

Cerca de 70 % de la superficie terrestre está ocupada por agua, lo que confiere a nuestro planeta, en opinión de muchos, el apelativo de "Planeta Agua". Sin embargo, solo el 0,26% de este 70 % es accesible para el consumo humano. El agua dulce constituye un recurso renovable pero limitado e irregular en la naturaleza; es además indispensable para la vida, por lo que se le atribuye la condición de "bien común". El desconocimiento de su fragilidad, ha conducido, en tiempos pasados, a un deterioro acelerado de su disponibilidad y calidad en

la naturaleza, con repercusiones medioambientales negativas y frecuentemente irreversibles. Esto, unido a su vulnerabilidad frente al impacto del cambio climático, lanza un dramático alerta respecto a la necesidad de su protección y uso racional como una decisión de vida para las próximas generaciones. (<http://upcommons.upc.edu>)

De toda el agua disponible para el consumo humano el 50 % se concentra en seis países (Estados Unidos, Rusia, Canadá, Brasil, China e Indonesia), siendo su distribución geográfica muy desigual. En algunas regiones del mundo la escasez de agua dulce se suma a las amenazas de la presión de actividades humanas y el cambio climático. La mala gestión de las aguas en algunos de esos países, juntamente con las repercusiones de la globalización del comercio sobre la gestión del agua, problemas relacionados al cambio climático y otros, son muchos de los conflictos vinculados a la disminución de los recursos hídricos.

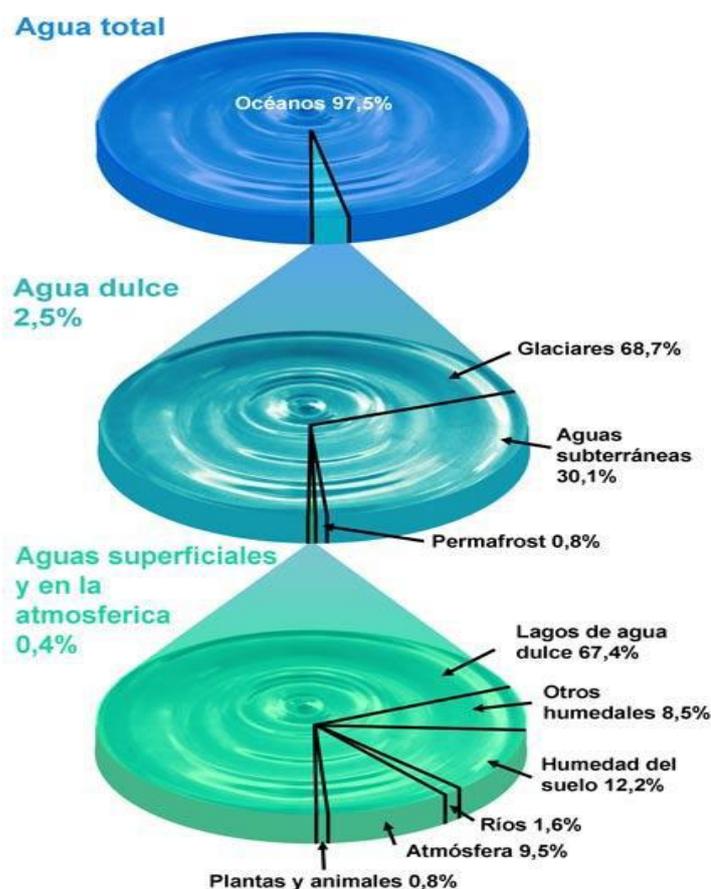


Ilustración 1 – Distribución mundial del agua en el planeta. Fuente: WWAP, 2006

Los recursos hídricos mundiales están bajo presiones crecientes. El aumento de la población, el incremento en la actividad económica y la mejor calidad de vida llevan a una creciente competencia por los recursos limitados de agua dulce. Una combinación de inequidad social, marginalidad económica y carencia de programas de superación de la pobreza, también obligan a las personas que viven en la extrema pobreza a sobreexplotar las tierras y los recursos forestales, que unido a la carencia de medidas de control contra la contaminación degradan aún más los recursos de agua. (upcommons.upc.edu/.../informe-tesina-glaucia-naves-pimentel18-01-.)

El agua dulce para el uso humano proviene directa o indirectamente de las precipitaciones, la cual varía en gran medida a través del tiempo y el espacio. La mayoría de las regiones tropicales y subtropicales mundiales se caracterizan por grandes variaciones anuales y estacionales en las lluvias. Esta múltiple variabilidad incrementa la demanda de desarrollo de infraestructura y la necesidad de manejar la oferta y demanda de agua. El desafío en administrar la variabilidad es claramente mayor en los países más pobres, los que presentan menores recursos humanos y financieros para enfrentar posibles problemáticas.

Las actividades humanas tienen un efecto adverso sobre la calidad de los recursos hídricos y sobre su ciclo, dado que el agua es desviada de su curso natural y sometida a procesos que modifican su composición, sobre todo cuando pensamos en los procesos de urbanización y las actividades de desarrollo socioeconómico (<http://upcommons.upc.edu/pfc/bitstream/2099.1/111108/1/informe-tesina-glaucia-naves-pimentel18-01-11.pdf>). Para enfrentar las problemáticas anteriores y además encontrar vías de adaptación a las condiciones climáticas futuras, es indispensable desarrollar modelos de gestión del ciclo hidrológico urbano de máxima eficiencia que, entre otras actuaciones, alcancen un elevado grado de integración de los recursos hídricos no convencionales generados en el sistema.

Diferencias entre aguas grises y aguas negras.

Las aguas grises son: todas aquellas que han sido usadas para la higiene corporal, casa y utensilios. Básicamente son aguas con jabón, algunos residuos grasos de la cocina y detergentes biodegradables (<http://www.tierramor.org/Articulos/tratagua.htm>). Es importante señalar que las aguas grises pueden transformarse en aguas negras si son retenidas sin oxigenar en un tiempo corto.

Las aguas negras son: todos los fluidos procedentes de vertidos cloacales de instalaciones de saneamiento; son líquidos con materia orgánica, fecal y orina, que circulan por el alcantarillado.

Aprovechamiento de las aguas residuales tratadas.

En el año 1958, el Consejo Económico y Social de las Naciones Unidas propugnó la política de no utilización de recursos de mayor calidad en usos que pueden tolerar calidades más bajas. Esta política equivale en la práctica a una mejor planificación en el uso de los recursos hídricos, teniendo en consideración su calidad, y conduce obligatoriamente al desarrollo del concepto de reutilización. (<http://www.colmed6.org.ar>)

El aprovechamiento de las aguas residuales tratadas que actualmente se vierten a los cauces está recibiendo cada vez más atención como una fuente fiable de nuevos recursos, muy constante en el tiempo e independiente de sequías climáticas. (<http://www.alde.es/encuentros/anteriores/xiiiieea/trabajos/pdf/199.pdf>) La regeneración y posterior reutilización de las aguas supone un importante medio para paliar la escasez, al tiempo que reduce el vertido de sustancias contaminantes al medio ambiente.

La reutilización es una práctica inicialmente rústica que viene desarrollándose desde hace más de 2000 años, bien sea de modo organizado, espontáneo, directo o indirecto.

Actualmente, son cada vez más los países que consideran la reutilización de las aguas residuales un elemento fundamental dentro de sus políticas hídricas. El establecimiento de un programa eficaz de reutilización, es hoy en algunos países un requisito obligatorio para el otorgamiento de concesiones de gestión de aguas residuales. Un ejemplo claramente ilustrativo es el caso de Israel, que posee una amplia tradición en el campo del aprovechamiento de las aguas residuales. Aquí, el agua regenerada constituye un recurso vital. De hecho, los planes de gestión a largo plazo prevén disponer de un volumen anual de 420 millones de m³ para el año 2010, lo que supone un 10% del total de recursos hídricos y un tercio del agua empleada en el sector agrícola. Actualmente, el destino fundamental de las aguas recicladas es el riego agrícola, pero ya surgen nuevas demandas para usos urbanos y medioambientales, con mayores exigencias de calidad.

1.2 Marco Teórico Referencial.

Observación de la reutilización de las aguas residuales.

Las experiencias de prácticas en manejo de aguas residuales para el riego de áreas verdes se han realizado una recopilación de información contenida en publicaciones anteriores sobre la materia. Asimismo se ha completado el trabajo realizando una serie de salidas de campo, en la que se ha podido extraer información de experiencias de éxito llevadas a la práctica, con el objetivo que pueda replicar en el futuro de manera exitosa en aquellas zonas urbanas en las que no disponen en la actualidad de un manejo adecuado de las aguas residuales, especialmente en el aspecto relacionado con los espacios verdes.

Por lo tanto, las prácticas que se describen en este documento son un compendio entre la documentación existente hasta el momento y las experiencias recogidas en el campo, intentando desarrollar una metodología similar a las empleadas en la elaboración de una sistematización de prácticas.

En esta investigación se propone un manejo de las aguas residuales de un edificio de 15 plantas dependiendo del contexto concreto: recursos económicos,

realidad social y cultura, tipo de áreas verdes, características de las aguas residuales, entre otros.

La presente investigación se divide en tres puntos diferenciados, recogiendo en cada uno diversas técnicas y prácticas relacionados con los diferentes tipos de manejo de las aguas residuales y riego en áreas verdes, ordenadas desde el menor tratamiento aportado, en las situaciones que no hay alternativa posible, una realidad en numerosos contextos de la zona rural en los que viven miles de personas, hasta un tratamiento de completo de aguas residuales recursos para el sistema de riego en áreas verdes, pasando por el adecuado manejo de las aguas residuales domiciliarias, con el doble objetivo de reutilizar recursos para el riego de áreas verdes y evitar la contaminación de cauces cuyas aguas pueden ser empleadas para la irrigación.

La división en bloque es la siguiente:

- Pautas a seguir en el riego con aguas residuales;
- Prácticas de manejo de aguas residuales domiciliarias; y,
- Tratamiento de aguas residuales de bajo costo.

La viabilidad y eficacia de las actuaciones referentes al manejo de aguas residuales para el riego de áreas verdes depende de varios factores, que deben ser cuidadosamente considerados antes de poner en marcha cualquier combinación de las prácticas mencionadas. Se ahonda en esta parte, punto dedicado al análisis comparativo entre los diferentes tipos de prácticas.

El riego con aguas residuales es una práctica habitual para un número significativo de agricultores en situación de inseguridad alimentaria o que corren riesgo de incurrir en ella, especialmente en Asia y África, pero con menor riesgo, también en América Latina y el Caribe.

Las prácticas ancestrales de aplicación de aguas residuales a las tierras de cultivo ha mantenido la fertilidad del suelo en muchos países del Este de Asia y el Oeste del Pacífico desde hace más de 4000 años, y todavía es la única opción para la agricultura en las áreas sin servicios de saneamiento.

A nivel mundial, la mayor parte de las aguas residuales empleadas para el riego de cultivos no recibe ningún tipo de tratamiento, y muy frecuentemente no se toma ningún tipo de medida de protección para la salud, con objeto de intentar minimizar los perjudiciales efectos sanitarios. El uso de aguas residuales sin tratar conlleva una gran variedad de problemas para la salud, especialmente infecciones por helmintos y enfermedades diarreicas tanto en niños como adultos. Una combinación de diferentes medidas de protección para la salud puede convertir esta práctica en una mucho más segura.

Si bien el riego con aguas residuales entraña graves riesgos para la salud, en muchas ocasiones es la única manera de obtener el aporte hídrico necesario para la práctica agrícola, convirtiéndose por lo tanto en un elemento clave e indispensable para garantizar la seguridad alimentaria en determinados contextos con escasos o nulos recursos económicos, en los que no existe alternativa, al menos a corto plazo.

La escasez de agua existente en la actualidad podría agravarse en determinados contextos de la Región debido a los efectos del Cambio Climático, circunstancia que le infiere una mayor trascendencia a la utilización de las aguas servidas como un “mal menor”.

Por otra parte, y siempre teniendo en cuenta el perjuicio ocasionado en la salud de agricultores, comunidades vecinas y consumidores, el uso de las aguas servidas puede entrañar unas ventajas añadidas, como es el aprovechamiento de los nutrientes específicos contenidos en las mismas, que pueden mejorar el rendimiento de los cultivos.

Algunos beneficios potenciales de la reutilización de aguas residuales para el riego en áreas verdes son los siguientes:

- Conservación y utilización más racional de los recursos de agua dulce, especialmente en las áreas con escasez hídrica;
- Menor contaminación de aguas superficiales;
- Reducción en las necesidades de fertilizantes artificiales y naturales;

- Conservación del suelo gracias a la acumulación del humus y prevención de la erosión; y,
- Contribución a una mejor nutrición y seguridad alimentaria para muchas familias.

En cualquier caso, no hay que olvidar en ningún momento los riesgos y perjuicios para la salud que puede conllevar la utilización de las aguas residuales.

Según la Organización Mundial de la Salud, existen numerosos riesgos para la salud de consumidores, agricultores y sus familias, y comunidades cercanas, debido al uso de aguas residuales para la irrigación.

Por lo tanto, en los casos en que no exista la posibilidad de realizar un tratamiento de las aguas residuales para riego, sería conveniente tomar una serie de medidas preventivas para garantizar en la medida de lo posible la inocuidad de las áreas donde será utilizada el agua, y por consiguiente minimizar el efecto perjudicial en la salud de la sociedad, entre otras actuaciones posibles.

Asimismo, es igualmente importante el perjudicial efecto que puede tener en la salud del personal de mantenimiento, manipulador de los productos y vecinos de las comunidades cercanas por el mero hecho de entrar en contacto con espacios verdes y productos en cuyo proceso de mantenimiento se hace uso descontrolado del riego con aguas residuales.

Hay que considerar que es muy frecuente que el personal de mantenimiento, y los jardineros no estén conscientes de que están empleando aguas contaminadas, e incluso en el caso de que lo sepan, raramente toman medidas para evitar los riesgos que ello implica.

Cabría destacar que el fomento de la adopción de prácticas para un adecuado riego con aguas residuales con la intención de minimizar los efectos negativos del procedimiento, está íntimamente relacionado con varias de las Estrategias del Marco Estratégico para la FAO 2000-2015 (http://www.fao.org/index_es.htm), como es el caso de la referente al acceso de los grupos vulnerables a alimentos inocuos.

Medición de la reutilización de las aguas residuales en áreas verdes.

La medición de la reutilización directa de aguas residuales depuradas, ha estado desarrollada en aquellos países con elevada capacidad tecnológica, escasez de agua y un nivel económico alto (Kestler, Patricia. "uso, reuso y reciclaje del agua residual en una vivienda. En su medición de la reutilización. Tesis de pre-grado, Guatemala, Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Facultad de ingeniería Civil, 2004. 47pag). Estas circunstancias se han dado principalmente en dos lugares, California (EUA) e Israel. Posteriormente también se desarrollaron en Arizona, Florida y otros estados de los EUA, en Japón y en los países árabes con potencial económico.

Últimamente, en América Latina se está detectando un interés creciente por este recurso. Las reutilizaciones más importantes son las que, por diferentes motivos consisten en la aplicación de agua residual depurada al suelo. La reutilización donde predominan criterios de riego, es decir, aquella en la cual el uso del agua se efectúa en función del agua residual depurada como agua de riego.

Como se puede observar en la siguiente Tabla, el estudio de las aguas residuales nos conlleva a lograr establecer según la medición de la investigación que el agua residual depurada tiene diferentes aplicaciones de reutilización dependiendo del tipo de clasificación. En este caso la finalidad de la reutilización es aumentar el rendimiento aprovechando la materia orgánica y los nutrientes del agua residual.

| Tipos de reutilización | | | Aplicaciones |
|------------------------|--|--|---|
| Usos Urbanos | Sin restricciones (calidad máxima) | <ul style="list-style-type: none"> • Riego zonas verdes • Otros usos | <ul style="list-style-type: none"> • Parques urbanos • Jardines • Patios de escuela • Fuentes ornamentales • Agua para incendio • Campos de deporte |
| | Riego en zonas de acceso restringido (control de uso) | <ul style="list-style-type: none"> • Riego en zonas en la que el acceso de público es poco frecuente y controlado | <ul style="list-style-type: none"> • Cementerios • Cinturones verdes • Áreas residenciales • Zonas verdes en vías de comunicación. |
| | Otros usos sin calidad máxima | <ul style="list-style-type: none"> • Riego para utilizar en limpieza y obra | <ul style="list-style-type: none"> • Limpieza de vehículos • Limpieza de calles • Tanque de inodoro • Construcción |

Experimentación y método de reutilización de las aguas residuales en edificaciones.

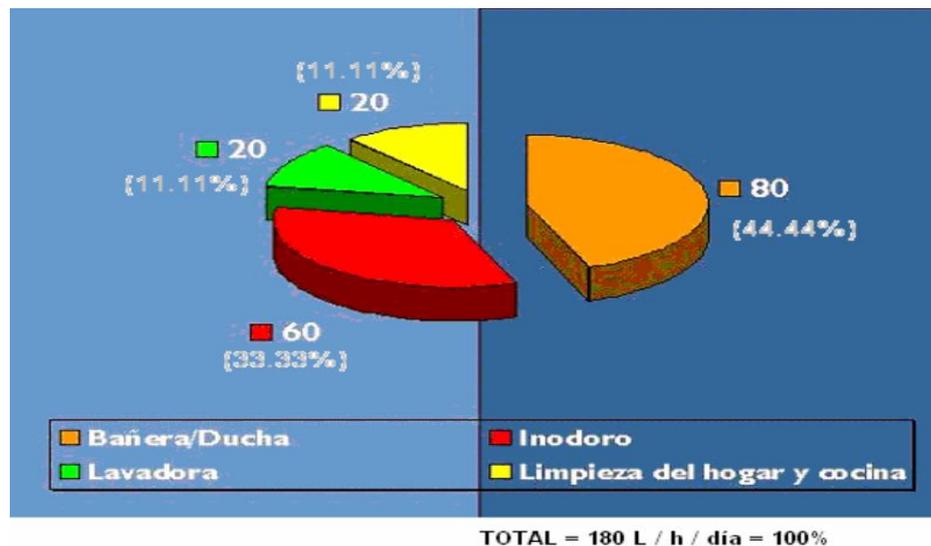
Es un método muy sencillo, pero requiere de previsión al momento de diseñar, rehabilitar o modificar una vivienda. Una persona consume entre 10 m³ y 20 m³ cada año de agua potable en el tanque del inodoro, dependiendo del tipo de esta pieza sanitaria. Hay muchas maneras de reutilizar una parte del agua del abastecimiento, y una de las viables es simplemente reutilizar el agua de la

ducha y lavamanos para emplearla en el tanque del inodoro. El tanque utiliza, comúnmente, agua potable (ver Figura No.3), regularmente consume de 6 a 8 litros (depende del tipo de taza sanitaria utilizada).

Reutilizando el agua de la ducha y lavamanos para su empleo en el tanque se pueden ahorrar aproximadamente quinientos litros a la semana en cada suite de 2 personas, ya que más de un tercio del agua que se utiliza es para el inodoro (Ecoaigua, 1999).

Considerando que la urbanización donde se encuentra ubicada el edificio de suites que estamos investigando es de primera calidad, la rata a aplicarse para el consumo del agua potable, sería de 240 lts/hab/día, y debido a la reutilización de las aguas grises de las duchas y lavamanos, se reduce a una rata de 180 lts/hab/día, que es lo que se ha considerado en la FIGURA No. 3

FIGURA No. 3: Consumo de agua en litros por persona y día en América Latina, zona urbana.



REF: Ecoaigua (1999)

El agua de las duchas, bañeras y lavamanos se puede reutilizar para el tanque del inodoro, donde las aguas grises son almacenadas en un depósito acumulador y por medio de tubería de PVC el agua es conducida para la alimentación del tanque del inodoro. En la reutilización de aguas grises se necesita una mayor seguridad en su manipulación, por lo que se recomienda la depuración físico – químicas de las aguas procedentes de duchas, lavamanos y bañeras, donde por medio de una malla fina sirva como tamiz para no permitir el

ingreso de sólidos y con la aplicación de cloro se desinfecte el agua del depósito ya que se encuentra contaminada. (<http://www.bvsde.paho.org>)

Hay muchas formas de instalar un sistema de reutilización de agua, la viable energéticamente es aquella que permite prescindir de bombas aprovechando la misma presión del agua, para esto el depósito acumulador y el tanque del inodoro han de estar ubicados a diferentes niveles, o bien se puede aprovechar el agua de un piso superior. En el caso en que no se tenga esta diferencia de altura, o sea una vivienda de un solo nivel, es necesario utilizar una bomba la cual permitiría subir el agua del depósito al segundo nivel o distribuirla en todo el nivel inferior. (<http://www.bvsde.paho.org>)

Por lo tanto es imprescindible un depósito de almacenaje intermedio, un filtro sencillo (para pelos y otros posibles restos) y un sistema que permita al tanque tomar agua limpia en caso de necesidad. Esto último se puede conseguir disponiendo una entrada de agua regulada con una llave de paso en el tanque del inodoro o bien mediante una simple llave regulada con flotador en el interior del depósito acumulador.

La recogida o almacenaje de las aguas procedentes de duchas, bañeras y lavadoras para su reutilización en los tanques de los inodoros, consigue un ahorro aproximado entre el 35 y el 45% del consumo normal (es necesario tener en cuenta la estructura de la unidad familiar, es decir, la cantidad de personas que forman la familia).

El agua consumida por duchas, bañeras y lavadoras es canalizada hasta el depósito de aguas grises, situado en el lugar más idóneo de la casa, como se puede ver en la propuesta del diseño del depósito acumulador este lugar sería una bodega o por falta de espacio podría ir enterrado en el jardín. Cuando se acciona el dispositivo de descarga de los tanques de los inodoros y se descarga ésta, la bomba que lleva incorporada el depósito acumulador impulsa las aguas grises para volver a cargar los tanques de los inodoros.

La mejor forma de poder adaptar estos sistemas es en viviendas en construcción ya que ello permite prever las necesidades de preinstalación. En viviendas construidas, es necesario considerar las características específicas de dichas

viviendas para poder aconsejar la instalación de los sistemas de reutilización de aguas grises.

Las posibles incompatibilidades con instalaciones antiguas se basan en la posibilidad de poder instalar la doble canalización para las aguas grises. En este sentido se aconseja la evaluación de la instalación como cualquier otro tipo de instalación de fontanería. En caso de una reforma es necesario plantearse las posibilidades que ofrece nuestra vivienda para instalar los sistemas de reutilización de aguas grises.

Las aguas negras procedentes de inodoros, son conducidas a una fosa séptica, para luego pasar a un sistema de riego subterráneo en el área de jardinería, con tuberías perforadas que se entierran en el suelo a una determinada profundidad creando un riego por goteo constante. En el caso en donde las aguas negras están conectadas al colector municipal, el sistema de riego propuesto no aplicaría y por lo tanto no sería necesaria la construcción de una fosa séptica.

Aprovechamiento de las aguas regeneradas.

La eficiencia relacionada con el ciclo del agua, está sujeta básicamente a dos grandes aspectos al nivel urbano:

- La optimización de la demanda de las aguas domésticas, públicas y comerciales. Eso se daría a partir de la aplicación de medidas de ahorro en hogares con una adecuada cultura de consumo apoyada en tecnologías punta que promueva la reducción de pérdidas evitables.
- Sustitución de parte de la demanda hídrica urbana por aguas no potables procedentes del aprovechamiento de aguas pluviales, residuales, subterráneas y otras posibles fuentes vinculadas al entorno urbano.

Esquema de gestión.

El estudio de los esquemas de gestión urbana de las aguas regeneradas parte del principio del ahorro de aguas potables, sustituyendo suministros donde se admite agua de una calidad inferior y más barata. Siendo así, fueron consideradas tres modelos, con variantes, en dependencia del destino que se asigne a las aguas marginales regeneradas.

- 1) Aprovechamiento en edificaciones aisladas (E1);
- 2) Aprovechamiento centralizado intraurbano (E2);
- 3) Aprovechamiento centralizado extraurbano (E3);

Esquema E1

El primer criterio a considerar sería el grado de satisfacción de la demanda de agua no potable que puede alcanzarse mediante las precipitaciones pluviales captadas en las cubiertas de las edificaciones (<http://upcommons.upc.edu>). Este criterio tendría en cuenta la superficie de cubierta por persona y la pluviosidad del enclave geográfico donde se localiza la edificación o conjunto urbano. La cantidad de lluvia que puede captarse en un edificio o conjunto urbano, está determinada por la fórmula ($p = 0,7 S_m P$). El valor de p , puede ser variable, es decir, mayor, menor o igual a la demanda de agua (d) no potable del caso en estudio. Siendo así que, siempre que $p \geq d$, la demanda de agua no potable sería suplida a gravedad desde un regulador de pluviales bajo cubiertas y siempre que la configuración arquitectónica lo permita. Cuando $p < d$, sería necesaria una complementación c desde otra fuente de suministro que dependerá de la magnitud de la diferencia $c = d - p$, o déficit.

El valor de c es un caudal cuya magnitud varía desde d , (cuando no se aprovecha la lluvia), hasta cero, cuando la lluvia puede suplir totalmente la demanda. La complementación c es, en consecuencia, un caudal que generalmente deberá elevarse hasta el regulador bajo cubierta, consumiendo

energía. De acuerdo con las consideraciones citadas, las edificaciones fueron divididas en tres categorías dependiendo de la complementación requerida.

- Edificaciones con captación pluvial suficiente, cuando la complementación es menor que el 30% de la demanda de agua no potable;
- Edificaciones con captación pluvial insuficiente, cuando la complementación está entre el 31% y el 70% de la demanda de agua no potable;
- Edificaciones con captación pluvial deficiente, cuando la complementación es mayor que el 71% de la demanda de agua no potable.

Esquema E2

Este esquema se distingue poco del anterior en cuanto a los criterios limitantes para el aprovechamiento de las aguas regeneradas en edificaciones aisladas. Las principales diferencias son:

- Regeneración centralizada de las aguas marginales involucrando un conjunto de edificaciones, manzanas o barrios.
- Incorporación de usuarios ajenos a las edificaciones. En este caso la recolección masiva de las aguas marginales disponibles en un barrio, manzana o conjunto de edificios, se realiza en una planta de tratamiento única para su posterior redistribución, incluyendo tanto el consumo doméstico como otros usos, principalmente, el riego urbano, la limpieza del ámbito público y otros suministros que admitan agua de la calidad obtenida.

La recolección de las aguas se realizará mediante una red separativa que las conduce hasta una o varias cisternas, en dependencia de los caudales disponibles, para su tratamiento posterior en una estación de regeneración de aguas residuales.

Dependiendo de la topografía de la ciudad o la existencia de demandas intraurbanas proporcionadas, pueden considerarse dos variantes:

a) Reutilización centralizada localizada:

Todos los edificios del conjunto considerado, estarían conectados a una red separativa de evacuación de aguas pluviales y grises que serían colectas y conducidas hasta una planta de tratamiento. Las redes separativas de suministro corresponderían a un análisis puntual de cada edificación, de acuerdo con algunos criterios:

- Edificaciones con captación pluvial suficiente, donde una red de suministro de agua no potable (pluviales) sería proyectada a gravedad, a partir de un colector de pluviales bajo cubierta, con una solución para desviar los excedentes a la red colectora separativa de las aguas de fácil reutilización durante eventos extraordinarios de lluvia.

- Edificaciones con captación pluvial insuficiente o deficiente, donde se evaluará el consumo de energía necesario para suplir el déficit pluvial de agua no potable.

En los casos en que el suministro de agua no potable no sea recomendable, se proyectarán sólo redes separativas de evacuación, manteniendo el suministro unitario de agua potable para todos los usos.

b) Reutilización centralizada externa:

Esta variante se distingue de la anterior en que las aguas regeneradas se utilizan fuera de su ámbito de generación. En este caso, el análisis de factibilidad tendría que ser hecho respecto a los objetivos suministrados. El modelo se aplica a sistemas urbanos en terrenos con diferencias topográficas importantes, donde es posible colectar las aguas de fácil reutilización de un conjunto, almacenarlas en cisternas, tratarlas y utilizarlas a gravedad en otro conjunto ubicado en una cota inferior como condicionante. También puede aplicarse a otros consumidores urbanos tales como zonas industriales o regadíos.

Esquema E3

Este esquema puede resultar el más económico, con menos consumo de energía y máximo aprovechamiento de las aguas residuales urbanas. En este caso:

- Las aguas son usadas fuera del ámbito donde se regeneran, es decir, no se requieren redes de suministro separativas;
- Los elementos constituyentes del sistema pueden situarse de modo tal que el flujo del agua sea dado por gravedad; y,
- Los requerimientos de calidad y sanitarios pueden reducir los costos de tratamiento adecuándolos al consumo, ya que, en este caso, no se prevé contacto humano directo con el agua regenerada.

Este esquema permite la reutilización de las aguas residuales urbanas sustituyendo el suministro o parte del suministro a usuarios extraurbanos, procedentes de las mismas fuentes o de fuentes distintas. En cualquiera de los casos, se libera agua generalmente poco potable de las fuentes convencionales de suministro que pueda incorporarse al suministro urbano, si existieren déficits, o considerarse como disponibilidad de reserva.

El suministro extraurbano podría dirigirse a varios destinos, que podemos distinguir en dos variantes:

- Suministros de huertos periurbanos; y,
- Suministros vinculados a la concepción urbana.

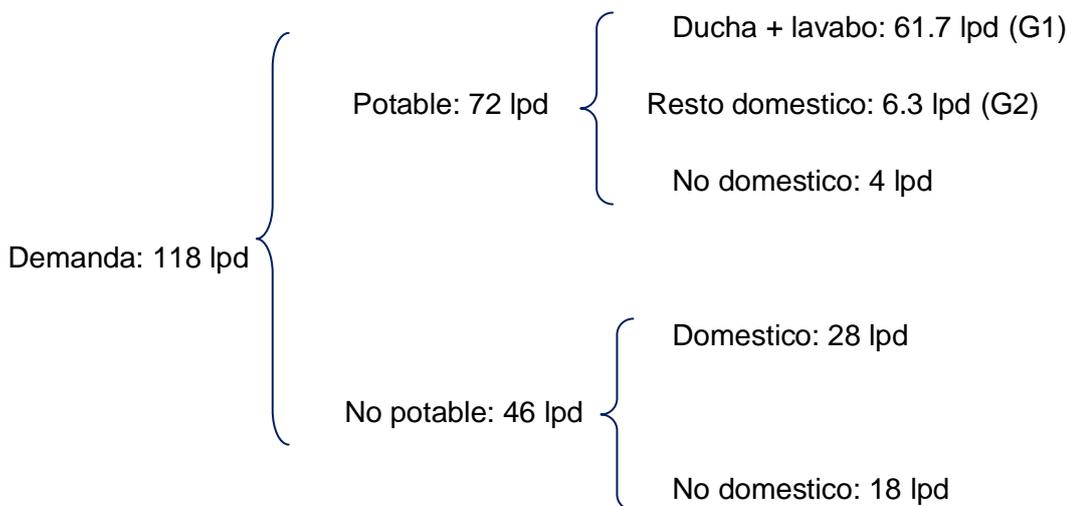
En ese trabajo no se desarrollarán los esquemas de gestión, dado que su objetivo consiste en la identificación, clasificación y evaluación de las variables que intervienen en dichos esquemas.

Potencial de las fuentes no convencionales.

La estimación del potencial de suministro de las fuentes urbanas no convencionales es fundamental para el desarrollo de modelos de gestión sostenible del ciclo hidrológico urbano. En esta investigación se han considerado como fuentes urbanas no convencionales, las aguas residuales, dentro de una sub clasificación que aparece a continuación.

Grises

Del suministro de agua potable, el 90% aproximadamente se convierte en agua residual. Las proporciones de los consumos por destinos internos respecto a la demanda estimada para un sistema urbano, serían las siguientes:



A partir de estas proporciones pueden elaborarse dos modelos de reutilización de grises, que denominamos G1 y G2. En el primero se aprovechan sólo las aguas procedentes de la ducha y el lavamanos, destinando el resto de grises, más contaminadas, al transporte de sólidos en los conductos colectores (Naves, Glauca. Interpretación numérica de las variables de gestión del ciclo hidrológico urbano. Tesis de máster, Cataluña, España, Universidad Politécnica de Cataluña, Agencia de ecología urbana de Barcelona, 2010. 76pag). En el segundo modelo se incluyen todas las aguas grises

domésticas, en cuyo caso, el transporte de sólidos se realizaría sólo a expensas del agua de descarga de la estación de bombeo. La disponibilidad de agua a regenerar, por este concepto, sería:

$$G1 = 90 \% \text{ de } 61,7 = 55,5 \text{ lpd} \quad G2 = 90 \% \text{ de } 61,7 + 6,3 = 61,2 \text{ lpd}$$

$$G1 = 55,5 / 118 \text{ d} \quad G2 = 61,2 / 118 \text{ d}$$

$$G1 = 0,47 \text{ d (demanda)} \quad G2 = 0,52 \text{ d (demanda)}$$

El modelo G1 presenta importantes ventajas sobre el modelo G2, entre otras, una aportación adicional a la de la cisterna de los inodoros para el transporte de sólidos y requerimientos más sencillos para el tratamiento de regeneración.

Negras

Aguas negras urbanas de sistemas unitarios: se denomina de este modo al agua residual captada mediante un sistema unitario de saneamiento de un conjunto urbano, donde se mezclan las aguas residuales domésticas con aquellas procedentes de la limpieza del ámbito público y los pluviales contaminados por el lavado de calles y cubiertas durante su flujo hacia el sistema sanitario de evacuación. Estas aguas eventualmente pueden ser utilizadas para algunos usos, entre otros, el regadío o el enfriamiento en las industrias, después de un tratamiento terciario, generalmente costoso, y donde se liberen sustancias nocivas remanentes del proceso de tratamiento secundario de las EDAR.

Definimos como aguas negras de sistemas separativos, las que proceden de la descarga del inodoro, de la cocina de los hogares o emplazamientos comerciales, de la limpieza del ámbito público, de los hospitales o de otros emisores, excluyendo la escorrentía del ámbito público. Su regeneración no es recomendable.

La estimación de la disponibilidad de aguas negras para su reutilización es compleja, dado que incluye las aguas pluviales de escorrentía urbana, de carácter eventual (Kestler, Patricia. "uso, reuso y reciclaje del agua residual en una vivienda. En su medición de la reutilización. Tesis de pre-grado, Guatemala, Universidad Rafael Landívar,

Facultad de ingeniería Civil, 2004. 47pag). Si restringimos la estimación a la proporción de agua potable convertida en aguas negras, obtendríamos, como en el caso de las grises, dos modelos N1 y N2, representados por las siguientes fórmulas:

$N1: 90 \% (\text{No Pot.} + \text{No Dom.} + \text{Resto Dom.}) / 118 \text{ d}$ $N2 = 90 \% (\text{No Pot.} + \text{No. Dom.}) / 118 \text{ d}$

$N1 = 0,43 \text{ d (demanda)}$

$N2 = 0,38 \text{ d (demanda)}$

Los resultados de la investigación bibliográfica permitieron definir los límites actuales del conocimiento respecto a la reutilización del agua residual depurada para los distintos fines.

Estudios previos

La primera tarea consistirá en localizar todos los recursos potenciales de efluentes para su regeneración y reutilización, y todos los usuarios potenciales. Es también importante identificar los aspectos administrativos y normativos que puedan afectar al programa. Esta fase se debe realizar con amplitud de miras. La investigación de todas las opciones posibles en esta etapa inicial del programa, establecerá una base sólida para el desarrollo del mismo y la consecución de los objetivos propuestos.

Las cuestiones a estudiar en esta fase son:

- ¿Qué recursos locales son aptos para su reutilización?;
- ¿Cuáles son los usuarios potenciales locales para las aguas reutilizadas?;
- ¿Qué aspectos sanitarios están asociados a la reutilización?;
- ¿Cuáles son los impactos ambientales potenciales de la reutilización?;
- ¿Cómo se adecua el sistema de reutilización a los programas de inversiones e interés público?

1.2.1 La reutilización de las aguas grises en la ciencia

Método químico:

La Facultad de Química (FQ) de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) diseñó un método económico para reutilizar las aguas grises que se producen en el hogar, lo que permitirá la mejor utilización del recurso y un ahorro de hasta 75 por ciento del que se consume diariamente en una urbe.

Jesús Gracia Fadrique, titular del Departamento de Fisicoquímica de esa dependencia universitaria, explicó que se trata de un procedimiento en tres etapas: inyección de aire para generar espuma, uso de cal y precipitación con dióxido de carbono proveniente del aire ambiental, método que podría emplearse en conjuntos habitacionales, casas y edificios.

Los investigadores universitarios encontraron que tras someterlas a este proceso, las aguas grises que se producen por el lavado de las manos y el cuerpo, y por el líquido con detergentes en el lavado de ropa– “resultan de buena calidad bacteriológica, ausente de sales, fibras, grasas y sólidos en suspensión, (<http://www.jornada.unam.mx>), por lo que pueden reusarse para lavar automóviles, aseo de los pisos, riego de plantas y en los sanitarios”, señaló el investigador.

La diferencia entre las aguas grises y las negras es que las primeras no contienen materiales orgánicos que podrían resultar dañinos para un ser vivo al consumirlos.

Aspectos teóricos de la reutilización para riego.

En la mayoría de estudios realizados sobre reutilización del agua residual se presta mayor atención a su uso como agua de riego, ya que, en comparación con otros tipos de aplicaciones, requiere en muchos casos un nivel de calidad menos estricto lo cual implica, a su vez, que el nivel de depuración que se debe alcanzar durante el tratamiento no sea tan elevado.

Las ventajas que representa la reutilización para riego de aguas tratadas son que 1) el agua tratada representa una fuente constante y segura de agua aún en los años más secos, 2) es un aporte continuo de nutrientes para las plantas, 3) el contenido de nutrientes del agua residual representa un ahorro en gastos de fertilización, 4) se contribuye a la conservación de los recursos hídricos, y 5) representa una posible reducción del costo económico del agua destinada a riego ya que aguas de otra procedencia pueden resultar a mayor precio.

Los criterios más importantes para establecer la calidad del agua se refieren sobre todo al contenido microbiológico ya que la presencia de ciertas bacterias y virus puede plantear problemas higiénico-sanitarios, sobre todo por transmisión de enfermedades infectocontagiosas.

Como primer paso hay que establecer la calidad de un agua tratada para lo cual se deben tener en cuenta una serie de parámetros físicos, así como de componentes químicos y biológicos. El estudio de estas características permitirá conocer su aptitud o inadecuación por posibles afecciones al suelo, cultivo e incluso al hombre, así como su capacidad o poder fertilizante. Estas características son: materia o sólidos en suspensión, materia orgánica biodegradable, elementos nutritivos, pH, microorganismos patógenos, sustancias orgánicas estables o refractarias al proceso de tratamiento, sustancias inorgánicas disueltas y cloro residual.

1.2.2 La tecnología en la reutilización de aguas grises.

Tecnologías de tratamiento.

En la elección de las tecnologías de regeneración (tratamiento avanzado) para agua residual suelen preferirse aquellas que no emplean de dicha energía. Esto se justifica por el hecho de que el agua residual suele emplearse para riegos u otros usos relativamente poco “nobles”. (<http://tierra.rediris.es>)

Reactores secuenciales discontinuos.

Se trata de un desarrollo de los lodos activados en el cual las funciones de aireación, sedimentación y decantación se llevan a cabo en el mismo reactor. Normalmente se emplea un mínimo de dos tanques de reacción para poder garantizar un tratamiento del agua en continuo. Ocupan muy poca superficie y tienen unos costes muy competitivos, generando un efluente de buena calidad fácilmente tratable para regeneración. (<http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsair/e/repindex/rep84/vleh/fulltext/acrobat/agua.pdf>)

Biodiscos

Los biodiscos son reactores de biomasa fija, y consisten en discos montados sobre un eje rotatorio. Mediante esta rotación, el conjunto de discos situados en paralelo está expuesto alternativamente al aire y al agua a depurar. Los microorganismos fijados descomponen la materia orgánica empleando procesos aerobios.

El proceso es fiable y barato en cuanto a la energía empleada, y especialmente en pequeñas instalaciones bien dimensionadas el efluente es de muy buena calidad por lo que suele bastar una desinfección para la reutilización posterior. (<http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsair/e/repindex/rep84/vleh/fulltext/acrobat/agua.pdf>)

Bioreactores de membrana

Esta tecnología se basa en situar una membrana en el interior de un sistema de aireación (tratamiento por lodos activados). La membrana no permite el paso de los biosólidos que quedan en el reactor y se obtiene un efluente de buena calidad, fácilmente desinfectable. También se emplean membranas externas al reactor. En ambos casos se puede describir una eliminación de los patógenos de mayor tamaño (por ejemplo, *Giardia* y *Cryptosporidium*). (<http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsair/e/repindex/rep84/vleh/fulltext/acrobat/agua.pdf>)

Sistema físico – químico

Se trata básicamente de sistemas en los que mediante un reactivo se procede a la coagulación-floculación, seguida habitualmente de una filtración por arena u otro sistema. Los reactivos empleados suelen ser coagulantes inorgánicos (sales de hierro o aluminio) o bien polímeros orgánicos (polielectrolitos) y a veces se combinan. Tienen una cierta acción desinfectante, ya que las bacterias y virus fijados a los sólidos en suspensión son eliminados con éstos. (<http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsair/e/repindex/rep184/vleh/fulltext/acrobat/agua.pdf>)

Tecnologías de membrana

Las tecnologías de membrana para reutilización se suelen emplear en islas en las que no hay otro recurso o en zonas costeras donde los recursos existentes ya están sobreexplotados. También en algunos casos cuando no se conceden permisos de explotación para determinados usos suntuarios o en campos de golf o en explotaciones agrícolas en las que el cultivo permite la inversión y mantenimiento en estas plantas. En este sentido, se están instalando en muchas áreas con aguas salobres numerosas mini-instalaciones de desalinización, (<http://www.infohoreco.es/html/files/pdf/amb/iq/443/IQENE8.pdf>), creando un problema grave de eliminación de las salmueras y de demanda de electricidad. En el caso de que se empleen estos procesos la reutilización posterior podría considerarse absolutamente obligatoria desde el punto de vista de la sostenibilidad.

Las tecnologías de membrana para regeneración de aguas residuales se emplean únicamente en aquellos casos en que el uso del agua regenerada justifica el precio final, o bien en aquellos casos en que debido al elevado contenido en sales del agua residual, las tecnologías de membrana cumplen diversos cometidos; la regeneración eliminando diversos compuestos y prácticamente todos los microorganismos, y al mismo tiempo la desalinización del efluente. También en aquellos casos en que el agua regenerada se empleará como agua de bebida, la osmosis inversa será la tecnología de elección (campos de refugiados, naves espaciales, abastecimientos de emergencia, ...). También puede justificarse la elección en recarga de acuíferos con agua regenerada. Debemos recordar, no obstante, que para poder aplicar la osmosis inversa de

manera adecuada, se requiere un buen pre tratamiento, que puede ser también una ultrafiltración o similar.

Las tecnologías de membrana que se pueden emplear son la micro filtración, ultrafiltración, nano filtración, ósmosis inversa, electrodiálisis reversible y electrodesionización.

Tecnología de Microfiltración

Elimina los sólidos en suspensión de tamaño superior a 0,1 – 1,0 mm. Es efectiva eliminando los patógenos de gran tamaño como Giardia y Cryptosporidium (<ftp://tesis.bbtck.ull.es/ccppytec/cp99.pdf>). Se suele emplear la ultrafiltración cuando la concentración de STD (sólidos totales disueltos) no es problemática, ya que los poros de la membrana son comparativamente grandes para filtrar partículas muy pequeñas. Más usualmente se emplea como pre tratamiento de sistemas con las membranas más delicadas, como la osmosis inversa o la nanofiltración.

Tecnología de Ultrafiltración

Puede emplearse para eliminar esencialmente todas las partículas coloidales y alguno de los contaminantes disueltos más grandes (0,01 mm). Se utiliza la UF cuando deben eliminarse prácticamente todas las partículas coloidales (incluyendo la mayor parte de microorganismos patógenos) (<http://www.moraltorralbo.com/productos/aguas-grises/>). Estos sistemas, capaces de eliminar bacterias y virus se suelen utilizar como pretratamiento para sistemas de nanofiltración, hiperfiltración u osmosis inversa. Puesto que los coloides se eliminan, el agua tratada debe tener una turbidez prácticamente nula.

Tecnología Nanofiltración

Elimina los contaminantes de tamaño superior al nanómetro (0,001mm). Las membranas de NF se emplean cuando se requiere eliminar prácticamente, aunque no todos, los sólidos disueltos (<http://www.lenntech.es/nanofiltracion-y-osmosis-inversa.htm>). La tecnología se llama también ablandamiento por membrana, ya que se eliminan del agua los iones de la dureza que tienen 2 cargas (calcio y magnesio) mejor que los que solo tienen una (sodio, potasio, cloro).

Tecnología Osmosis inversa

Es una tecnología de membrana en la cual el solvente (agua) es transferido a través de una membrana densa diseñada para retener sales y solutos de bajo peso molecular. La OI elimina prácticamente todas las sales y los solutos de bajo peso molecular (<http://riunet.upv>). Se considera una eliminación prácticamente total de las sales disueltas y total de los sólidos en suspensión. Debido a esto, las membranas de OI son la elección cuando se necesita agua muy pura o de bebida, especialmente si la fuente es agua salobre o agua de mar.

Tecnología de Electrodialisis reversible

La EDR separa las moléculas o iones en un campo eléctrico debido a la diferencia de carga y de velocidad de transporte a través de la membrana. Las membranas tienen lugares cargados y poros bastante estrechos (1-2 nm) (www.magrama.gob.es). En la célula de electrodialisis se sitúa un cierto número de membranas de intercambio catiónico y aniónico entre un ánodo y un cátodo de forma que cuando se aplica la corriente eléctrica los iones con carga positiva migran a través de la membrana de intercambio catiónico y viceversa.

Tecnología de Electrodesionización

La EDI emplea corriente eléctrica continua como fuente de energía para la desalinización. Los iones en solución son atraídos hacia los electrodos con carga eléctrica opuesta. Dividiendo los espacios entre electrodos mediante membranas selectivas para cationes y aniones, lo que crea compartimentos, las sales pueden ser eliminadas de la mitad de los compartimentos y concentradas en los restantes (www.fluidra.com). Una de las principales diferencias entre la EDR y la EDI es el contenido de los compartimentos de desalinización. Los de la EDI se rellenan con resinas de intercambio iónico de lecho mezclado.

1.2.3 La sociedad en la reutilización de aguas grises.

En la reutilización del agua residual, los aspectos sociales son tan importantes como los aspectos técnicos. Por eso es necesario mantener una política de comunicación y de información al público, conjuntamente con el proyecto técnico de reutilización (www.diariodeburgos.es). En este punto pueden definirse varias ideas que deben desarrollarse y aplicarse para aumentar las posibilidades de éxito de un proyecto de reutilización:

- El concepto de agua regenerada como producto, recurso o materia prima, y no como "residuo depurado";
- La aceptación del usuario del agua: el agricultor (u otro usuario), y su educación para que conozca el producto que emplea;
- Una buena estrategia de marketing;
- Una buena política de comunicación;
- Una legislación clara, que establezca el marco de actuación; y,
- Una buena identificación de los puntos débiles de los sistemas de regeneración (fiabilidad).

Cambios necesarios en la sociedad

En la actualidad, el consumo de agua siempre se concibe de manera lineal. Se destacan 2 condiciones necesarias para la creación de un mercado de reutilización:

- Que se cambie esta linealidad y que se creen bucles de reciclajes y reutilización, con el fin de mejorar la gestión de la demanda; y,
- Que haya un cambio de mentalidad política y se promulguen leyes que favorezcan económicamente el ahorro de agua.

Si estas dos condiciones se cumplen, existe un amplio potencial de reutilización de aguas residuales prácticamente en todas las regiones del Ecuador.

Otro punto que se tiene que cambiar es la complejidad administrativa necesaria para legalizar un proyecto de reutilización. En Ecuador, es imprescindible que se fije una norma a nivel estatal.

El hecho de dar un valor económico al agua regenerada es un paso que tienen que emprender los organismos políticos como forma de regular la competencia que existe entre agua potable / agua residual regenerada. Cuando esta acción no se emprende el agua residual no puede tener un valor económico viable, por lo que resulta difícil el desarrollo de los proyectos de reutilización planificados.

Existe claramente un mercado de reutilización de aguas residuales grises en el riego de áreas verdes, pero actualmente las condiciones son desfavorables. Solo una decisión política puede cambiar esta situación y mejorar el cuidado de los recursos hídricos favoreciendo a la sociedad.

1.2.4 Reutilización de aguas grises en el siglo XXI.

Uno de los mayores desafíos del siglo XXI es asegurar la suficiente energía y agua para el bienestar de la humanidad, manteniendo al mismo tiempo la salud ecológica, integridad y capacidad de recuperación de cuencas hidrográficas.

El crecimiento explosivo del consumo del agua ha producido y sigue produciendo una seria degradación de su calidad debido a los vertidos de residuos contaminantes, muy superior a tasa o ritmo de asimilación de los ecosistemas naturales. Unos dos millones de toneladas de desechos son arrojados diariamente en aguas receptoras, según el informe de Naciones Unidas sobre el desarrollo de Recursos Hídricos del Mundo.

Ha llegado el momento de las estrategias de la demanda, ahorro, y buen uso, y de la conservación de los ecosistemas acuáticos, cuya gestión recursos críticos es urgente, antes de que la situación sea irreversible. Una opción es la desalinización, otra es la reutilización del agua y una tercera es la reducción de demanda y la redistribución.

Los tratamientos de agua son procesos que permiten extraer o modificar algunas sustancias que el agua ha adquirido de forma natural o como consecuencia de los usos y previos vertidos. (http://portalsostenibilidad.upc.edu/detall_01.php?id=23&numapartat=1). Los problemas de disponibilidad de agua para los diferentes usos son cada vez mayores, debido a las situaciones de escasez de recursos y del incremento continuo de las demandas, por ello, se plantea la reutilización de aguas residuales grises una vez depuradas

En el siglo XXI habrá un gran problema, el cambio climático. Este provocará sequías y hará falta agua para la agricultura y para el consumo humano.

Para ahorrar agua se podría reutilizar el agua de la ducha y utilizarla para el inodoro y para riego e incluso para bañarse, con lo que se podrá ahorrar hasta un 35 % de agua potable al día. Una persona suele gastar al día una media de 240 litros, con lo que se podría ahorrar unos 50 litros al día. Con esto podremos contribuir a preservar el caudal ecológico de nuestros ríos y el respeto a nuestro medio ambiente.

El sistema consistiría en recuperar el agua utilizada procedente de las bañeras o duchas y acondicionarla para su posterior uso, y utilizarla para alimentar las cisternas de los inodoros, para la limpieza de los exteriores en interiores, para el riego, etc.

Mediante este sistema el agua de la bañera o de la ducha pasa a unos depósitos a través de una bomba accionada por la presión del agua. Esta agua va a parar a unos depósitos, el primero de ellos se destinaría el agua para el riego. Y el segundo depósito se destinaría para la reutilización en la bañera o en la ducha (<http://www.buenastareas.com>). En estos depósitos se filtraría el agua y se desinfectaría hasta dejarla adecuada para el consumo humano, la separación de los depósitos se realiza porque el agua que se va a utilizar para el inodoro o para

riego, no tiene por qué tener el mismo nivel de limpieza que la que se utilice para la ducha. Los depósitos tendrían unos sensores de nivel, de modo que cuando se llenen el agua completamente se produzca una desviación directa del agua al alcantarillado. También llevarían unos sensores los depósitos para el saber el nivel del PH, de cloro, entre otros.

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

2.1 Metodología de la investigación.

Sujetos

En esta investigación se va a proponer el estudio para la reutilización de las aguas residuales domésticas en un edificio. El estudio se realizará únicamente para suites individuales de clase media, donde se define como clase media a familias que el ingreso mensual oscila entre \$ 1500 a \$ 2000.

Por lo tanto se propondrá la separación de las aguas negras y grises; y con ello efectuar el sistema de reutilización de las mismas y la opción para la creación de riego de áreas verdes.

Instrumentos

Para realizar este trabajo de investigación, se utilizaron las Especificaciones Generales de Construcción del Ministerio de Transporte y Obras Públicas. Como en estas especificaciones no se encuentran todos los parámetros de diseño que se puedan necesitar, se utilizaron libros de texto e investigaciones en páginas web que contienen ese tipo de parámetros, de manera que pueda hacerse la recopilación completa con diferentes fuentes de información.

Se analizaron fuentes bibliográficas y se entrevistaron a profesionales de experiencia en el área de estudio.

Procedimiento

Para realizar la presente investigación, y cumplir con los objetivos propuestos en la misma, se llevaron a cabo los siguientes pasos:

1. Investigación bibliográfica para la reutilización de las aguas residuales domésticas en un edificio.

2. Recopilación de información y especificaciones escrita en las siguientes Instituciones:

- a. Instituto Ecuatoriano de obras sanitarias (IEOS).
- b. Ministerio de Agricultura, Ganadería Acuacultura y Pesca (MAGAP).
- c. Programa Ambiental Regional para Centroamérica (PROARCA).
- d. Organización Panamericana de Salud (OPS).

3. Realización de entrevistas personalizadas a:

- a. Ing. Susana Serafín Álvarez (GPAO).
- b. Ing. Diego Román Ávila (MIMG)

El contenido científico de la investigación acerca de la reutilización de las aguas residuales supone la posibilidad de explotar un “nuevo” recurso que puede sustituir a los recursos ya existentes, de tal modo que asignando estas aguas adecuadamente se liberan recursos de primera calidad para el abastecimiento.

El plan general de acciones de la presente investigación, se compone fundamentalmente de las siguientes etapas:

- a) Método empírico.
- b) Método teórico.
- c) Método matemático.

2.2 Población y muestra.

2.2.1 Población

De acuerdo con el último conteo de Población elaborado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censo (INEC) en el 2010, la población de la Provincia del Guayas ascendía a 3.645.483 habitantes, con una aportación al PIB estatal de 25,82% una ocupación del 51% laboral formal, 42% ocupación laboral informal, y un 4,6% desempleo (<http://anda.inec.gob.ec>).

Tabla 2.2.1.-1 Población en el Cantón Guayaquil

| Cantón | Ciudad |
|----------------------|----------------------|
| 3.645.483 Habitantes | 2.350.915 Habitantes |
| Mujeres: 1.829.569 | Mujeres: 1.192.694 |
| Hombres: 1.815.914 | Hombres: 1.158.221 |

Fuente. (<http://www.inec.gob.ec/estadisticas/>)

Tabla 2.2.1.-2 Población en censos anteriores

| Censo | Provincia | Cantón |
|--------------|------------------|---------------|
| 1990 | 2.515.146 | 1.570.396 |
| 2001 | 3.309.034 | 2.039.789 |
| 2010 | 3.645.483 | 2.350.915 |

Fuente. (<http://www.inec.gob.ec/estadisticas/>)

Tabla 2.2.1.-3 Tasa de crecimiento anual de población

| Periodo | Cantón % | Ciudad % |
|----------------|-----------------|-----------------|
| 1982-90 | 2.10 | 2.87 |
| 1990-01 | 2.38 | 2.50 |
| 2001-12 | 2.42 | 2.67 |

Fuente. (<http://www.inec.gob.ec/estadisticas/>)

Tabla 2.2.1.-4 Población por Parroquia Urbana en el Cantón Guayaquil

| Parroquia urbana | Habitantes | Predios | Viviendas |
|-------------------------|-------------------|----------------|------------------|
| Tarqui | 835.486 | 209.366 | 220.226 |
| Total Guayaquil | 2.350.915 | 416.392 | 480.464 |

Fuente. (<http://www.inec.gob.ec/estadisticas/>)

Estudio de población

Se propone el estudio del sistema de reutilización de las aguas residuales de un edificio de 15 plantas que se utilizará para departamentos o suites, la población a estudiar son los habitantes del mencionado edificio el cual cuenta con 100 suites, con un población aproximada de 2 habitantes por suite lo que equivaldría a 200 habitantes totales.

Cada suite tiene un área aproximada de entre 55 a 78 m². Uso hídrico por suite: 1 lavaplatos en su cocina, 1 lavadora, 1 inodoro, 1 lavamanos, y 1 ducha. El consumo promedio diario de agua por persona es aproximadamente de 240 litros que se distribuyen en los siguientes conceptos:

| Total | WC | duchas | lavabos | Cocina/beber | lavadora | lavaplatos | otros |
|--------------|-----------|---------------|----------------|---------------------|-----------------|-------------------|--------------|
| 100% | 38% | 33% | 7% | 2% | 10% | 4% | 6% |
| 240 lts | 91.2 | 79.2 | 16.8 | 4.8 | 24 | 9.6 | 14.4 |

Fuente: (<http://www.hoy.com.ec>)

El estudio de la población del edificio está basado en la cantidad de agua que se utilizará por persona, en lo cual tenemos:

1 persona = 240 lts x 2 personas x cada suite x 100 suites = 48000 lts al día de agua utilizada.

La metodología experimental se ha desarrollado, teniendo como punto de partida que el efluente a ser reutilizado procede de un tratamiento secundario biológico, siendo la finalidad caracterizar dicho efluente con los parámetros de control que serán comentados oportunamente.

2.2.2 Muestra

Es el conjunto de personas tipo, extraídos con algún método o formula de tipo estadísticas.

Debido a que en la ciudad de Guayaquil hay una gran población de habitantes, se extrajo estadísticamente la muestra que representa a la población mediante la siguiente fórmula:

$$Pq \times N$$

$$n = \frac{Pq \times N}{(N-1) E^2/K^2 + Pq}$$

n = tamaño de la muestra a obtener (resultado)

N = población estimada

Pq = varianza de la población (en América Latina)

E = margen de error a considerarse

K = constante de corrección del error

2.2.3 Instrumentos de la investigación.

El instrumento es la herramienta a partir de la cual se obtiene la información requerida para dar respuesta al problema de investigación.

Se llevo a cabo la aplicación del uso de instrumentos modo encuesta para la elaboración del estudio. El instrumento 1 fue aplicado a cada uno de los ciudadanos que conforman la población del proyecto, ubicados en diferentes sectores de la urbe. El instrumento 2 trata de una entrevista a expertos relacionados a la problemática del tema en cuestión.

Encuesta

Es la técnica destinada (instrumento 1) a obtener datos de varias personas cuyas opiniones impersonales interesan al investigador. Es impersonal porque el cuestionario no lleve el nombre ni otra identificación de la persona que lo responde, ya que no interesan esos datos. Es una técnica que se puede aplicar a sectores más amplios del universo, de manera mucho más económica que mediante entrevistas. Anexo 3.

Entrevista

Es la técnica para obtener datos (instrumento 2) que consisten en un diálogo entre dos personas: el entrevistador “investigador” y el entrevistado. Se realiza con el fin de obtener información de parte de este, que es, por lo general, una persona entendida en la materia de la investigación. Anexo 3.

2.2.4 INSTRUMENTO 1

UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

HOJA DE ENCUESTA

TEMA DE TRABAJO DE ESTUDIO: Estudio del Sistema Hidrosanitario de un edificio de 15 plantas y su reutilización de las aguas residuales ubicado en la Parroquia Tarqui, Ciudad de Guayaquil, Provincia de El Guayas.

Objetivo: Conocer si la comunidad tiene los conocimientos de los beneficios y los métodos de la reutilización de las aguas residuales grises, que se pueden emplear en el medio urbano.

Datos generales:

Instrucción: Primaria Secundaria Universitaria

Edad: _____

Sexo: Masculino Femenino

Ubicación de vivienda: Norte Centro Sur

ENCUESTA DIRIGIDA A LA COMUNIDAD DEL MEDIO URBANO

Indicaciones: Se solicita a los informantes (encuestados) marcar con una x en el casillero ubicado a la derecha, la respuesta que considera.

1 ¿La reutilización de las aguas residuales es un beneficio a la comunidad?

Muy de acuerdo__ De acuerdo__ No sabe / no contesta __ En desacuerdo__ Muy en desacuerdo__

2 ¿Si Ud. Pudiera usar agua regenerada de las tinas de ducha y lavamanos, las utilizaría?

Muy de acuerdo__ De acuerdo__ No sabe / no contesta__
En desacuerdo__ Muy en desacuerdo__

3 ¿Piensa Ud. Que las aguas regeneradas mitigarían la futura escasez de agua?

Muy de acuerdo__ De acuerdo__ No sabe / no contesta __ En desacuerdo__ Muy en desacuerdo__

4 ¿Piensa Ud. Que la Ingeniería Civil podría ayudar a plantear soluciones para las futuras redes de agua potable a construir en el Ecuador?

Muy de acuerdo__ De acuerdo__ No sabe / no contesta __ En desacuerdo__ Muy en desacuerdo__

5 ¿Cree que la reutilización de las aguas residuales mejorarían el medio ambiente?

Muy de acuerdo__ De acuerdo__ No sabe / no contesta __ En desacuerdo__ Muy en desacuerdo__

Nombre del encuestador_____ Fecha_____ Tabulado
por_____ Instrumento N° 01

2.2.5 INSTRUMENTO 2

UNIVERSIDAD LAICA VICENTE ROCAFUERTE DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

ENTREVISTA A EXPERTOS

TEMA DE TRABAJO DE ESTUDIO: Estudio del Sistema Hidrosanitario de un edificio de 15 plantas y su reutilización de las aguas residuales ubicado en la Parroquia Tarqui, Ciudad de Guayaquil, Provincia de El Guayas.

Objetivo: Conocer si la comunidad tiene los conocimientos de los beneficios y los métodos de la reutilización de las aguas residuales grises, que se pueden emplear en el medio urbano.

Datos del encuestado (entrevistado)

Nombre _____ Instrucción: _____

Ocupación _____

Años de experiencia _____ Institución actual _____

Otras _____

ENTREVISTA A EXPERTOS

Indicaciones: Se solicita a los informantes (encuestados) que considera respecto a lo planeado:

- 1) ¿Considera un problema ambiental la reutilización de las aguas residuales dentro del medio urbano?

Su criterio personal:

.....
.....
.....
.....
.....

Su recomendación:

.....
.....
.....
.....
.....

Encuestador:

fecha:

2.2.6 Limpieza (depuración) de instrumentos

El proceso de limpieza y depuración al que se deben someterse los instrumentos realizados deben cumplir ciertas normas para la elaboración del análisis y por ende de las recomendaciones y conclusiones del tema de estudio.

Este procedimiento se realizó por medio de los integrantes que conforman la presente investigación. En total fueron encuestados 46 ciudadanos, de los cuales se tomaron en consideración solo 40 debido a que se encontraron hojas de encuestas con errores en algunas de las resoluciones.

Análisis y Resultados

Instrucción Académica

Tabulación

| | | | |
|-----------------------|---------------|----|----|
| Instrucción Académica | Primaria | 2 | 40 |
| | Secundaria | 18 | |
| | Universitaria | 20 | |

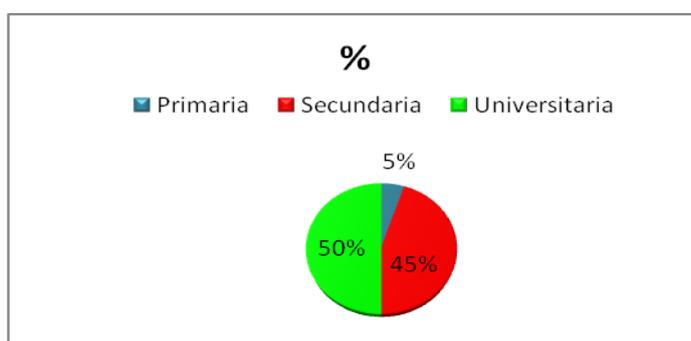
Cuadro

| Nº | Respuesta | n | % | F. A |
|-------|---------------|----|---------|------|
| 3 | Primaria | 2 | 5,00% | 2 |
| 2 | Secundaria | 18 | 45,00% | 20 |
| 1 | Universitaria | 20 | 50,00% | 40 |
| Total | | 40 | 100,00% | |

Fuente: Encuesta - Estudio del Sistema Hidrosanitario de un edificio de 15 plantas y su reutilización de las aguas residuales ubicado en la Parroquia Tarqui, Ciudad de Guayaquil, Provincia de El Guayas.

Elaboración: Byron Maldonado y Nelson Vacacela

Fecha: 29/10/2012



Gráfico

Fuente: Encuesta - Estudio del Sistema Hidrosanitario de un edificio de 15 plantas y su reutilización de las aguas residuales ubicado en la Parroquia Tarqui, Ciudad de Guayaquil, Provincia de El Guayas.

Elaboración: Byron Maldonado y Nelson Vacacela

Fecha: 29/10/2012

Análisis:

Los resultados indican que el mayor porcentaje de personas encuestadas tienen educación universitaria.

Edad

Tabulación

| | | | |
|------|---------|----|----|
| Edad | 15 a 24 | 8 | 40 |
| | 25 a 34 | 22 | |
| | 35 a 59 | 6 | |
| | 60+ | 4 | |

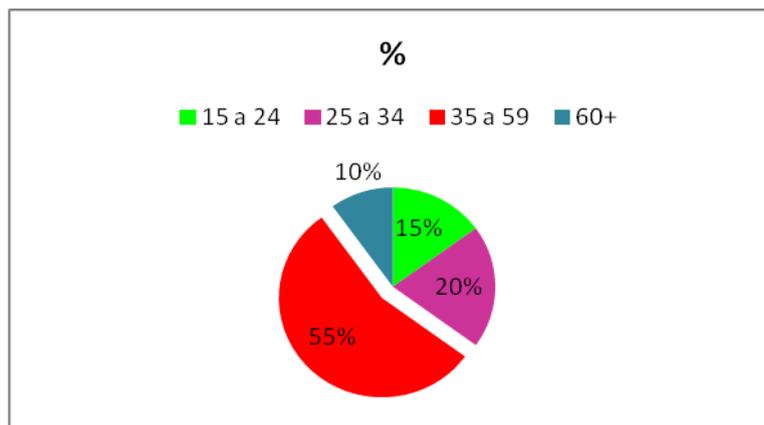
Cuadro

| Nº | Respuesta | n | % | F. A |
|-------|-----------|----|---------|------|
| 4 | 15 a 24 | 6 | 15,00% | 6 |
| 3 | 25 a 34 | 8 | 20,00% | 14 |
| 2 | 35 a 59 | 22 | 55,00% | 36 |
| 1 | 60+ | 4 | 10,00% | 40 |
| Total | | 40 | 100,00% | |

Fuente: Encuesta - Estudio del Sistema Hidrosanitario de un edificio de 15 plantas y su reutilización de las aguas residuales ubicado en la Parroquia Tarqui, Ciudad de Guayaquil, Provincia de El Guayas.

Elaboración: Byron Maldonado y Nelson Vacacela

Fecha: 29/10/2012



Gráfico

Fuente: Encuesta - Estudio del Sistema Hidrosanitario de un edificio de 15 plantas y su reutilización de las aguas residuales ubicado en la Parroquia Tarqui, Ciudad de

Guayaquil, Provincia de El Guayas.

Elaboración: Byron Maldonado y Nelson Vacacela

Fecha: 29/10/2012

Análisis:

Entre los encuestados se encuentran en su mayor parte personas de entre 35 - 59 años.

Sexo

Tabulación

| | | | |
|------|-----------|----|----|
| Sexo | Masculino | 25 | 40 |
| | Femenino | 15 | |

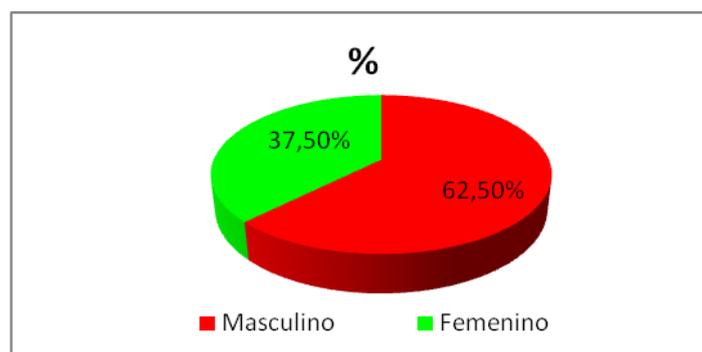
Cuadro

| Nº | Respuesta | n | % | F. A |
|-------|-----------|----|---------|------|
| 2 | Masculino | 25 | 62,50% | 25 |
| 1 | Femenino | 15 | 37,50% | 40 |
| Total | | 40 | 100,00% | |

Fuente: Encuesta - Estudio del Sistema Hidrosanitario de un edificio de 15 plantas y su reutilización de las aguas residuales ubicado en la Parroquia Tarqui, Ciudad de Guayaquil, Provincia de El Guayas.

Elaboración: Byron Maldonado y Nelson Vacacela

Fecha: 29/10/2012



Gráfico

Fuente: Encuesta - Estudio del Sistema Hidrosanitario de un edificio de 15 plantas y su reutilización de las aguas residuales ubicado en la Parroquia Tarqui, Ciudad de Guayaquil, Provincia de El Guayas.

Análisis:

La encuesta fue realizada en su mayoría a personas de sexo masculino.

Ubicación

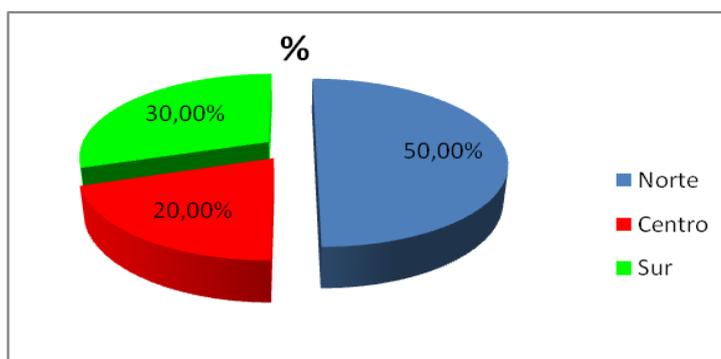
Tabulación

| | | | |
|-----------|--------|----|----|
| Ubicación | Norte | 20 | 40 |
| | Centro | 8 | |
| | Sur | 12 | |

Cuadro

| Nº | Respuesta | n | % | F. A |
|-------|-----------|----|---------|------|
| 3 | Norte | 20 | 50,00% | 20 |
| 2 | Centro | 8 | 20,00% | 28 |
| 1 | Sur | 12 | 30,00% | 40 |
| Total | | 40 | 100,00% | |

Fuente: Encuesta - Estudio del Sistema Hidrosanitario de un edificio de 15 plantas y su reutilización de las aguas residuales ubicado en la Parroquia Tarqui, Ciudad de Guayaquil, Provincia de El Guayas.



Gráfico

Fuente: Encuesta - Estudio del Sistema Hidrosanitario de un edificio de 15 plantas y su reutilización de las aguas residuales ubicado en la Parroquia Tarqui, Ciudad de

Guayaquil, Provincia de El Guayas.

Elaboración: Byron Maldonado y Nelson Vacacela

Fecha: 29/10/2012

Análisis:

La mayor parte de los encuestados serán directamente favorecidos con el proyecto ya que residen en el mismo lugar.

Pregunta Nº 5

¿Cree que la reutilización de las aguas residuales mejoraría el medio ambiente?

Tabulación

| Nº | Respuesta | Subtotal | Total |
|----|----------------------|----------|-------|
| 5 | Muy de acuerdo | 5 | 40 |
| 4 | De acuerdo | 28 | |
| 3 | No sabe/ no contesta | 3 | |
| 2 | En desacuerdo | 2 | |
| 1 | Muy en desacuerdo | 2 | |

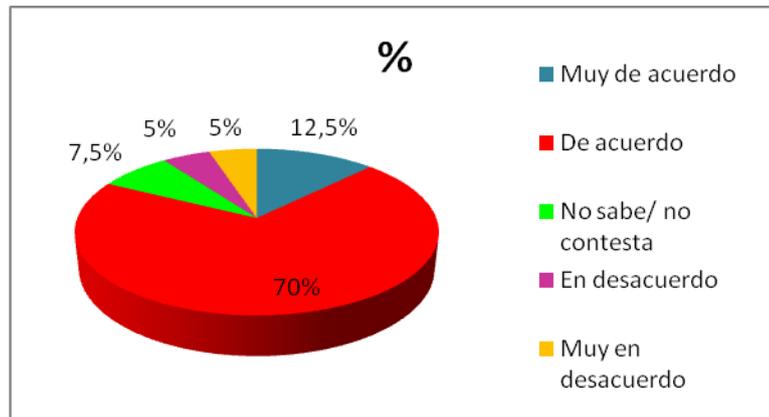
Cuadro

| Nº | Respuesta | n | % | F. A. |
|-------|----------------------|----|---------|-------|
| 5 | Muy de acuerdo | 5 | 12,50% | 5 |
| 4 | De acuerdo | 28 | 70,00% | 33 |
| 3 | No sabe/ no contesta | 3 | 7,50% | 36 |
| 2 | En desacuerdo | 2 | 5,00% | 38 |
| 1 | Muy en desacuerdo | 2 | 5,00% | 40 |
| Total | | 40 | 100,00% | |

Fuente: Encuesta - Estudio del Sistema Hidrosanitario de un edificio de 15 plantas y su reutilización de las aguas residuales ubicado en la Parroquia Tarqui, Ciudad de Guayaquil, Provincia de El Guayas.

Elaboración: Byron Maldonado y Nelson Vacacela

Fecha: 29/10/2012



Gráfico

Fuente: Encuesta - Estudio del Sistema Hidrosanitario de un edificio de 15 plantas y su reutilización de las aguas residuales ubicado en la Parroquia Tarqui, Ciudad de Guayaquil, Provincia de El Guayas

Elaboración: Byron Maldonado y Nelson Vacacela

Fecha: 29/10/2012

Análisis:

El mayor porcentaje de las personas que participaron de la encuesta opinaron positivamente de este proyecto y de su contribución con el medio ambiente.

Pregunta Nº 4

¿Piensa Ud. Que la Ingeniería Civil podría ayudar a plantear soluciones para las futuras redes de agua potable a construir en el Ecuador?

Tabulación

| Nº | Respuesta | Subtotal | Total |
|----|----------------------|----------|-------|
| 5 | Muy de acuerdo | 20 | 40 |
| 4 | De acuerdo | 14 | |
| 3 | No sabe/ no contesta | 6 | |
| 2 | En desacuerdo | 0 | |
| 1 | Muy en desacuerdo | 0 | |

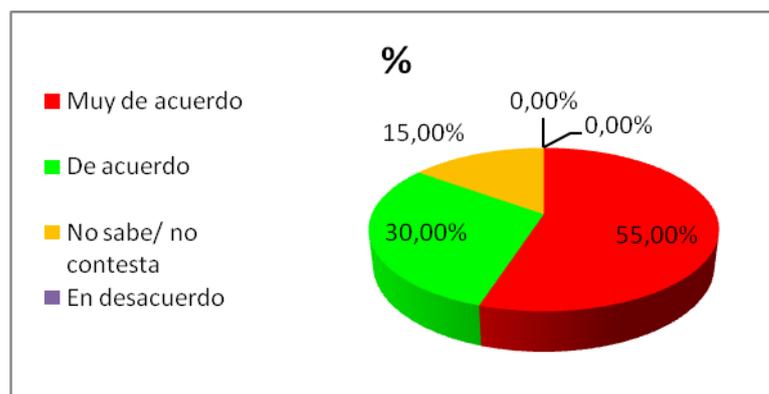
Cuadro

| Nº | Respuesta | n | % | F. A. |
|-------|----------------------|----|---------|-------|
| 5 | Muy de acuerdo | 22 | 55,00% | 22 |
| 4 | De acuerdo | 12 | 30,00% | 34 |
| 3 | No sabe/ no contesta | 6 | 15,00% | 40 |
| 2 | En desacuerdo | 0 | 0,00% | 40 |
| 1 | Muy en desacuerdo | 0 | 0,00% | 40 |
| Total | | 40 | 100,00% | |

Fuente: Encuesta - Estudio del Sistema Hidrosanitario de un edificio de 15 plantas y su reutilización de las aguas residuales ubicado en la Parroquia Tarqui, Ciudad de Guayaquil, Provincia de El Guayas

Elaboración: Byron Maldonado y Nelson Vacacela

Fecha: 29/10/2012



Gráfico

Fuente: Encuesta - Estudio del Sistema Hidrosanitario de un edificio de 15 plantas y su reutilización de las aguas residuales ubicado en la Parroquia Tarqui, Ciudad de Guayaquil, Provincia de El Guayas

Elaboración: Byron Maldonado y Nelson Vacacela

Fecha: 29/10/2012

Análisis:

De acuerdo a estos resultados la mayoría de las personas opinan que la Ingeniería Civil es de mucha utilidad para la construcción de redes de agua potable en el Ecuador.

Pregunta Nº 3

¿Piensa Ud. Que las aguas regeneradas mitigarían la futura escasez de agua?

Tabulación

| Nº | Respuesta | Subtotal | Total |
|----|----------------------|----------|-------|
| 5 | Muy de acuerdo | 24 | 40 |
| 4 | De acuerdo | 10 | |
| 3 | No sabe/ no contesta | 2 | |
| 2 | En desacuerdo | 0 | |
| 1 | Muy de desacuerdo | 4 | |

Cuadro

| Nº | Respuesta | n | % | F. A. |
|-------|----------------------|----|---------|-------|
| 5 | Muy de acuerdo | 24 | 60,00% | 24 |
| 4 | De acuerdo | 10 | 25,00% | 34 |
| 3 | No sabe/ no contesta | 2 | 5,00% | 36 |
| 2 | En desacuerdo | 0 | 0,00% | 36 |
| 1 | Muy de desacuerdo | 4 | 10,00% | 40 |
| Total | | 40 | 100,00% | |

Fuente: Encuesta - Estudio del Sistema Hidrosanitario de un edificio de 15 plantas y su reutilización de las aguas residuales ubicado en la Parroquia Tarqui, Ciudad de Guayaquil, Provincia de El Guayas

Elaboración: Byron Maldonado y Nelson Vacacela

Fecha: 29/10/2012



Gráfico

Fuente: Encuesta - Estudio del Sistema Hidrosanitario de un edificio de 15 plantas y su reutilización de las aguas residuales ubicado en la Parroquia Tarqui, Ciudad de Guayaquil, Provincia de El Guayas

Elaboración: Byron Maldonado y Nelson Vacacela

Fecha: 29/10/2012

Análisis:

La mayoría de los encuestados opinan que los problemas de escasez de agua se solucionarían con la alternativa presentada en este proyecto.

Pregunta Nº 2

¿Si Ud. Pudiera usar agua regenerada de las tinas de ducha y lavamanos, las utilizaría?

Tabulación

| Nº | Respuesta | Subtotal | Total |
|----|----------------------|----------|-------|
| 5 | Muy de acuerdo | 15 | 40 |
| 4 | De acuerdo | 20 | |
| 3 | No sabe/ no contesta | 5 | |
| 2 | En desacuerdo | 0 | |
| 1 | Muy en desacuerdo | 0 | |

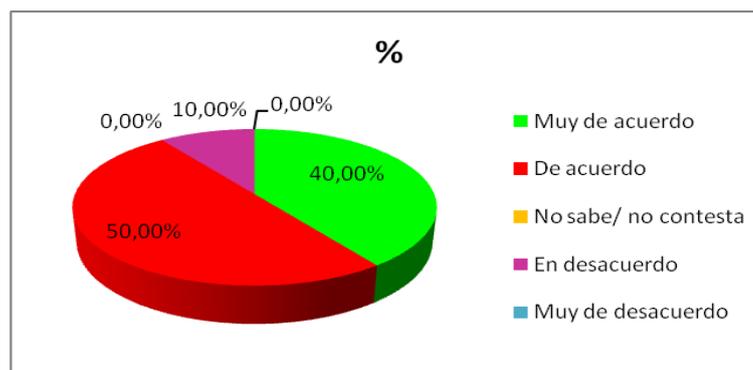
Cuadro

| Nº | Respuesta | n | % | F. A. |
|-------|----------------------|----|---------|-------|
| 5 | Muy de acuerdo | 16 | 40,00% | 16 |
| 4 | De acuerdo | 20 | 50,00% | 36 |
| 3 | No sabe/ no contesta | 0 | 0,00% | 36 |
| 2 | En desacuerdo | 4 | 10,00% | 40 |
| 1 | Muy de desacuerdo | 0 | 0,00% | 40 |
| Total | | 40 | 100,00% | |

Fuente: Encuesta - Estudio del Sistema Hidrosanitario de un edificio de 15 plantas y su reutilización de las aguas residuales ubicado en la Parroquia Tarqui, Ciudad de Guayaquil, Provincia de El Guayas.

Elaboración: Byron Maldonado y Nelson Vacacela

Fecha: 29/10/2012



Gráfico

Fuente: Encuesta - Estudio del Sistema Hidrosanitario de un edificio de 15 plantas y su reutilización de las aguas residuales ubicado en la Parroquia Tarqui, Ciudad de Guayaquil, Provincia de El Guayas.

Elaboración: Byron Maldonado y Nelson Vacacela

Fecha: 29/10/2012

Análisis:

El mayor porcentaje de personas encuestadas opinan que si utilizaría el agua regenerada tanto en las tinas de ducha como en lavamanos.

Pregunta Nº 1

¿La reutilización de las aguas residuales es un beneficio a la comunidad?

Tabulación

| Nº | Respuesta | Subtotal | Total |
|----|----------------------|----------|-------|
| 5 | Muy de acuerdo | 14 | 40 |
| 4 | De acuerdo | 22 | |
| 3 | No sabe/ no contesta | 4 | |
| 2 | En desacuerdo | 0 | |
| 1 | Muy de desacuerdo | 0 | |

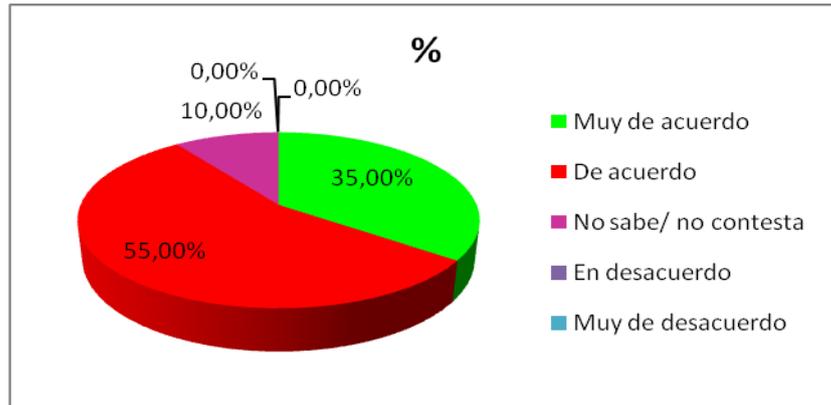
Cuadro

| Nº | Respuesta | n | % | F. A. |
|-------|----------------------|----|---------|-------|
| 5 | Muy de acuerdo | 14 | 35,00% | 14 |
| 4 | De acuerdo | 22 | 55,00% | 36 |
| 3 | No sabe/ no contesta | 4 | 10,00% | 40 |
| 2 | En desacuerdo | 0 | 0,00% | 40 |
| 1 | Muy de desacuerdo | 0 | 0,00% | 40 |
| Total | | 40 | 100,00% | |

Fuente: Encuesta - “Estudio del Sistema Hidrosanitario de un edificio de 15 plantas y su reutilización de las aguas residuales ubicado en la Parroquia Tarqui, Ciudad de Guayaquil, Provincia de El Guayas”

Elaboración: Byron Maldonado y Nelson Vacacela

Fecha: 29/10/2012



Gráfico

Fuente: Encuesta - Estudio del Sistema Hidrosanitario de un edificio de 15 plantas y su reutilización de las aguas residuales ubicado en la Parroquia Tarqui, Ciudad de Guayaquil, Provincia de El Guayas.

Elaboración: Byron Maldonado y Nelson Vacacela

Fecha: 29/10/2012

Análisis:

La mayoría de los encuestados considera que la utilización de las aguas residuales es beneficiosa.

Escala de Likert

| | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | Totales | % F. A. |
|---|-----|-----|----|---|---|---------|---------|
| 5 | 5 | 28 | 3 | 2 | 2 | 40 | 3,80 |
| | 25 | 112 | 9 | 4 | 2 | 152 | |
| 4 | 20 | 14 | 6 | 0 | 0 | 40 | 4,35 |
| | 100 | 56 | 18 | 0 | 0 | 174 | |
| 3 | 24 | 10 | 2 | 0 | 4 | 40 | 4,25 |
| | 120 | 40 | 6 | 0 | 4 | 170 | |
| 2 | 15 | 20 | 5 | 0 | 0 | 40 | 4,25 |
| | 75 | 80 | 15 | 0 | 0 | 170 | |
| 1 | 14 | 22 | 4 | 0 | 0 | 40 | 4,25 |
| | 70 | 88 | 12 | 0 | 0 | 170 | |

| items | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 |
|-------|---|---|---|---|---|
| 1 | | • | | | |
| 2 | | • | | | |
| 3 | | • | | | |
| 4 | | • | | | |
| 5 | | | | | • |

CAPÍTULO 3

PROPUESTA

3.1 Título de la propuesta.

Estudio del Sistema Hidrosanitario de un edificio de 15 plantas y su reutilización de las aguas residuales ubicado en la Parroquia Tarqui, Ciudad de Guayaquil, Provincia de El Guayas.

3.2 Justificación de la propuesta.

El agua dulce disponible a nivel mundial no está moderadamente distribuida en el mundo, ni en todas las estaciones del año, ni de año a año. En ciertos casos el agua no está donde se necesita, ni en cantidad suficiente. En otros casos se tiene demasiada agua en el lugar equivocado y cuando no hace falta.

Ecuador enfrenta problemas de escases relativa que se reflejan en la incapacidad de abastecer la demanda en varias cuencas, especialmente en meses secos. Esta situación se manifiesta en conflictos crecientes entre usuarios por la no disponibilidad del recurso y en la falta de acceso para algunos sectores sociales.

Esta crisis ha sido consecuencia de la visión arraigada en la cultura sobre la presunción de una disponibilidad ilimitada de recursos, sumada a la acelerada deforestación que menoscaba la capacidad de retención y regulación del recurso. Adicionalmente, el agua se ha utilizado como sumidero final de los residuos de las actividades productivas y de los asentamientos humanos, lo que afecta de manera severa el potencial productivo de recursos naturales.

Se traza como objetivo encontrar un sistema de tratamiento de aguas grises que proporcione agua apta en algunos usos en el hogar, con una operación simple y a costos razonables.

3.3 Objetivo general de la propuesta.

Reducir al máximo la huella ecológica producida por la captación y aprovechamiento de los recursos hídricos utilizados en los edificios, así como de los componentes contaminantes y tóxicos incorporados en los procesos de uso, manipulación y vertido del agua expresada en forma de su contribución a los Impactos Medioambientales Globales.

Minimización de la demanda de agua en edificios.- Este objetivo persigue reducir al máximo la demanda de agua de los edificios mediante el máximo abastecimiento a partir de estrategias de captación, acumulación, recuperación, clasificación y reutilización del agua, bajo consumo y gestión eficaz de los mecanismos.

Contribución de impactos medioambientales.- La minimización de los vertidos de agua y de las necesidades de tratamiento y depuración asociadas contribuyen a la reducción de sus impactos medioambientales asociados, que son:

- **Pérdida de vida acuática (eutrofización):** Procesos de pérdida de vida acuática por la pérdida de oxígeno del agua debido a la concentración excesiva de materia orgánica contenida en la misma y provocada en gran medida por vertidos incontrolados (colectores sin depuradoras) de residuos orgánicos procedentes de las redes de evacuación y saneamiento de agua de los núcleos urbanos y con un ritmo de generación superior a la capacidad de asimilación o transformación del ecosistema acuático.

Estrategias de diseño.- Para conseguir reducir al máximo los vertidos de agua, así como, las necesidades de tratamiento y depuración asociadas a los vertidos, se define la siguiente estrategia de diseño:

- **Reutilización de aguas grises:** Incorporación y uso de sistemas de recuperación de aguas grises (bañera, ducha, lavabo) para su recirculación y utilización para otros servicios que su calidad permita tales como inodoro, riego y limpieza.

Descripción.- Los equipos de depuración de aguas grises son estaciones de tratamiento y reutilización de las aguas procedentes de duchas, bañeras y lavabos; estas aguas una vez tratadas, tienen como finalidad básicamente su reutilización para cisternas de inodoros, limpieza y riego de zonas de ocio (parques, jardines, ...).

Las ventajas del sistema anaeróbico son la economía de operación ya que no requiere de químicos o ingreso de energía y además la producción de biogás el cual se puede utilizar para calentar espacios, disecar los lodos para la producción de abono o la producción de electricidad por medio de un generador de gas.

La digestión anaerobia es un proceso bacteriano que se realiza en ausencia del oxígeno. El lodo se fermenta en tanques a una temperatura de aproximadamente 36°C. A mayor temperatura requiere un tiempo de retención más corto (y así tanques más pequeños).
(<http://xicochimalco.com/ecologia/tipos-de-plantas-de-tratamiento-de-agua>).

Costos y aspectos económicos.- Al reutilizar las aguas grises para las cisternas conseguimos un ahorro de unos 50 litros por persona y por día. Si consideramos una media de 4 personas, esto supondría un ahorro de unos 200 l/día, es decir, aproximadamente el 25 % del consumo diario.

Observaciones.- La reutilización del agua disminuye los costos de agua potable y aguas residuales, protege las reservas de agua subterránea y reduce la carga de las aguas residuales. Estos sistemas se pueden incorporar a cualquier edificio, y se estima que se pueden ahorrar hasta 45 litros de agua potable y aguas residuales por persona y por día. En hoteles o instalaciones deportivas, el ahorro puede llegar a 60 litros por persona y por día.

3.4 Objetivos específicos de la propuesta.

- Proponer un tipo de construcción para el sistema de reutilización de aguas residuales grises en un edificio de clase media.
- Analizar un sistema que minimice el gasto de agua potable y que permita la reutilización de aguas residuales grises, de forma controlada y segura.
- Plantear un sistema que se utilice las aguas regeneradas grises para riego de áreas verdes.
- Diseñar un sistema de separación de aguas negras y aguas grises para viabilizar el reusó de las aguas residuales grises.

3.5 Criterios para elaborar la propuesta.

3.5.1 Tomar en cuenta respuesta de interrogantes.- realizaremos un resumen de las respuestas obtenidas de acuerdo a las encuestas realizadas a 35 personas en el capítulo II.

En la pregunta número 5: ¿La reutilización de las aguas residuales es un beneficio a la comunidad?

El mayor porcentaje (70%) de las personas que participaron de la encuesta opinaron positivamente de este proyecto y de su contribución con el medio ambiente.

En la pregunta número 4: ¿Piensa Ud. Que la Ingeniería Civil podría ayudar a plantear soluciones para las futuras redes de agua potable a construir en el Ecuador? De acuerdo a estos resultados (55%) la mayoría de las personas opinan que la Ingeniería Civil es de mucha utilidad para la construcción de redes de agua potable en el Ecuador.

En la pregunta número 3: ¿Piensa Ud. Que las aguas regeneradas mitigarían la futura escases de agua? La mayoría de los encuestados (60%) opinan que los problemas de escases de agua se solucionarían con la alternativa presentada en este proyecto.

En la pregunta número 2: ¿Si Ud. Pudiera usar agua regenerada de las tinas de ducha y lavamanos, las utilizaría? La mitad de personas encuestadas (50%) opinan que si utilizaría el agua regenerada tanto en las tinas de ducha como en lavamanos.

En la pregunta número 1: ¿La reutilización de las aguas residuales es un beneficio a la comunidad?

La mayoría de los encuestados (55%) considera que la utilización de las aguas residuales es beneficiosa.

3.5.2 Énfasis en objetivo general y específico.-

Objetivo general.- Proponer diseño y especificaciones de un sistema de reutilización de aguas grises para reducir el consumo de agua potable en un edificio de suites, bajo condiciones sanitariamente seguras.

Objetivo específico.-

- Información e implementación de la ciudadanía en la gestión del agua.
- Fomento del ahorro y uso eficiente del agua. Investigación de la eficacia de las acciones.
- Fomento de las tecnologías innovadoras en control y gestión de los recursos hídricos.

Determinar beneficiarios.- Los beneficiarios directos serán los 200 habitantes del edificio de 15 pisos, con el ahorro del recurso hídrico fomentará conciencia ambiental por proteger un recurso intrínseco.

¿Cómo se elaborará la propuesta?- El proceso metodológico de la investigación está basado en el estudio del sistema sanitario de aguas servidas de un edificio de 15 pisos para uso de suites, en el cual se propone la redistribución del sistema de aguas servidas, dividiendo las redes en aguas negras (provenientes de inodoros y lavaplatos de cocina) y redes de aguas grises (provenientes de duchas y lavamanos de baños).

Se propone el uso de una planta de tratamiento anaeróbica para el reúso de las aguas grises, debido a las bajas cantidades de contaminación de dichas aguas se plantea su reúso para ser utilizada en áreas verdes y mantenimiento de áreas comunes.

3.5.3 ¿Con que medios se cuentan?

Recursos humanos: se dispone de personal técnico especializado en Ingeniería hidráulica, dibujo, y ambiental, para realizar la investigación.

Recursos técnicos: se contará con la asesoría de 2 Ingenieros especialistas en el área de Ingeniería Hidráulica para darnos los parámetros y límites de diseños de las redes de distribución, y planta de tratamiento anaeróbica.

Recursos económicos: disponemos de recursos económicos para la elaboración del ESTUDIO DEL SISTEMA HIDROSANITARIO DE UN EDIFICIO DE 15 PLANTAS Y SU REUTILIZACIÓN DE LAS AGUAS RESIDUALES UBICADO EN LA PARROQUIA TARQUI, CIUDAD DE GUAYAQUIL, PROVINCIA DE EL GUAYAS.

¿En qué tiempo? El tiempo de investigación y estudio se realizará desde el inicio de los seminarios de graduación 14 de Julio del 2012 hasta la finalización.

¿Cómo se socializara? mediante información descriptiva a los habitantes del edificio, dando explicaciones sobre los métodos técnicos y funcionamiento de la planta de tratamiento de las aguas residuales grises.

El taller comunitario.- Efectuar reuniones mensuales con la comunidad, explicaciones del proceso de reutilización de las aguas grises y el bajo nivel de impacto ambiental que provoca.

3.5.4 Tecnología educativa y tics.- Para el estudio e investigación se ha contado con tecnología que está al alcance de todos los futuros profesionales, programas básicos como AutoCAD, Excel, Word, Internet, etc.

3.5.5 ¿Se necesitará reglamentar su uso? mediante el reglamento de NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL MANEJO Y DISPOSICION FINAL DE DESECHOS SOLIDOS NO PELIGROSOS

(http://www.disaster-info.net/PED-Sudamerica/leyes/leyes/suramerica/ecuador/medamb/NORMA_DE_CALIDAD_AMBIENTAL.pdf)

3.5.6 Organización y control.- El proyecto y manejo del sistema de reutilización de aguas grises se efectuará mediante un cronograma de funcionamiento, un manual técnico de uso, y visitas periódicas de personal técnico aplicado al funcionamiento del sistema. Esta información será usada por la administración del edificio la cual llevará un control periódico de mantenimiento de los sistemas de aguas grises.

3.5.7 Evaluación ex post.- De acuerdo a los análisis, investigación y estudios del sistema de reutilización de aguas grises las evaluaciones del trabajo del sistema no presentará fallas técnicas de acuerdo al diseño que se propone, es importante el mantenimiento continuo del sistema y todo lo que implique para su buen funcionamiento.

3.6 Hipótesis.

La utilización de las aguas residuales grises beneficiará a los habitantes del edificio ubicado en la ciudadela Alborada decima etapa, parroquia Tarqui, cantón Guayaquil, mejorando la calidad de vida de los habitantes.

- Variable independiente: diseño del sistema de reutilización de aguas residuales grises.
- Variable dependiente: mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes del edificio y ahorro de recursos hídricos.

3.7 Listado de contenido y flujo de propuesta.

3.7.1 Ubicación.- El edificio estará ubicado en las calles Benjamín Carrión y la calle Emilio Romero. Lote # 5 de La manzana k12 ubicado en la ciudadela La Alborada vi etapa, parroquia Tarqui, Cantón Guayaquil, Provincia del Guayas.
Anexo 5



3.7.2 Propuesta de los diseños hidrosanitario y sistema hidráulico contra incendio. Anexo 5

3.7.2.1 Generalidades y resumen técnico.

Antecedentes.

Se planifica ejecutar un proyecto para construir un edificio de Suites en un terreno, localizado en las calles Benjamín Carrión y la calle Emilio Romero. Lote # 5 de la manzana k12, ubicado en la ciudadela La Alborada vi etapa, parroquia Tarqui, Cantón Guayaquil, Provincia del Guayas.

Estas memorias técnicas corresponden al diseño hidráulico sanitario (aguas negras) y sistema hidráulico contra incendio, el mismo que comprende:

- Abastecimiento y distribución de agua potable fría y caliente;
- Desagüe y descarga de aguas residuales negras;
- Desagüe de aguas lluvias; y
- Sistema de protección hidráulica de incendios.

Constituyen parte de este proyecto:

- Memorias técnicas;
- Especificaciones técnicas; y
- Planos de anteproyecto sanitario.

El **Sistema de abastecimiento de agua potable del diseño propuesto**, está compuesto por:

- Una guía de conexión 1-1/2", acometida y medidor de agua de d=2"
- Reserva baja de 172 m³, dicha reserva estará dividida en dos módulos que se interconectarán a través de una tubería de d=4". Servirá para 2 días de consumo medio diario.
- Un cuarto de bombas general de 24 m² que está ubicado en el sótano del edificio.

- Equipo de electrobombas de presión constante, compuesto de tres bombas para presurizar toda la red de distribución de agua potable.
- Desde el equipo de electrobombas se derivarán tres líneas de distribución de agua potable, las cuales distribuirán de la siguiente manera:
 - Línea 1; de 4" y 3", alimenta la planta baja y suites desde piso uno hasta el piso seis.
 - Línea 2; de 3", alimenta desde el piso siete hasta el piso once.
 - Línea 3; de 3", alimenta desde el piso doce hasta la azotea.

El **Sistema de desagüe de descarga de aguas servidas negras**, está compuesto por:

- Sifones y accesorios de conexión de las piezas sanitarias;
- Tuberías de evacuación y de ventilación húmeda;
- Cajas de revisión;

El **Sistema de aguas lluvias**, es independiente del sistema de aguas servidas y está compuesto por:

- Escurrimiento libre de cubierta;
- Captación por escurrimiento superficial;
- Sumideros;
- Colectores de recolección;
- Descarga a la red pública;

El **Sistema de protección de incendios** está conformado por:

- Reserva baja fija de 66 m³, esta reserva es independiente del sistema de agua potable doméstica;
- Equipo de bombeo compuesto por una bomba de 500 GPM y una electrobomba jockey;
- Tubería principal de distribución de 6", alimenta a dos columnas de 4" las mismas que distribuyen a la red de gabinetes;
- Gabinetes de incendios con 2 salidas de 2-1/2" y 1-1/2", con sus respectivos implementos;
- Extintor de polvo químico y de CO₂, para área de equipos eléctricos; y,

En relación al **Tipo de material** propuesto para cada uno de los sistemas, se indica a continuación:

- **Para el Abastecimiento de agua**
 - Reserva baja de hormigón armado;
 - Acometida de Tubería de presión roscable ASTM – D – 1785 – 89;
 - Tubería de cobre tipo “L” Norma ASTM B-88 para las conexiones dentro del cuarto de bombas en el equipo de presión constante;
 - Tubería de cobre tipo “L” Norma ASTM B-88 para todas las columnas de distribución de agua potable fría, con accesorios soldables para diámetros menores e igual a 2”, y uniones tipo ranurada para diámetros mayores a 2”;
 - Tubería polipropileno termofusion, Norma DIN 8077-78 para las redes de distribución de cada nivel;
 - Bombas importadas UL/FM; y,
 - Válvulas de bronce.

- **Para Desagües de Aguas Servidas Negras y Lluvias**
 - Tubería de PVC SCH 40 DWV Norma ASTM 1785 para todas las bajantes del edificio;
 - Tubería PVC diámetro nacional INEN 1374 para colectores y redes interiores;
 - Tubería doble pared estructurada Norma INEN 2059 para colectores exteriores desde 160mm hasta 250mm;
 - Rejillas de aluminio tipo colrejilla tipo CC-150x110 para sumidero en las terrazas;
 - Caja de registro de hormigón simple con tapón de inspección de bronce; y,
 - Cajas de registro con tapa de grafito esferoidal HC-700.

- **Para el Sistema de Combate y Protección Contra Incendio**
 - Tuberías y accesorios de acero negro SCH 40 para el cuarto de bombas;
 - Tuberías de distribución acero negro SHC 40 para toda la red presurizada dentro del edificio;

- Accesorios tipo ranurada para acero negro SHC 40;
- Gabinetes de incendio dos salidas $d=2-1/2"$ y $1-1/2"$;
- Conexión siamesa de bronce $4"x2-1/2"x2-1/2"$,
- Bombas importadas NFPA; y,
- Extintores de varias capacidades.

Suministro de agua.

Dimensionado.- El dimensionamiento de la red de agua fría, consiste en el cálculo de los diámetros que constituyen la red, y que aseguren el caudal preciso para cada aparato sanitario, así como la presión necesaria para que el agua llegue a todos los grifos en cualquier condición de uso, simultáneo con otros aparatos de la red y, en el caso, de que la presión de acometida sea insuficiente, dimensionar el equipo de bombeo preciso para asegurar dicho servicio.

El cálculo se realizará con un primer dimensionado seleccionando el tramo más desfavorable de la instalación y obteniéndose unos diámetros previos que posteriormente habrá que comprobar en función de la pérdida de carga que se obtenga con los mismos. Este dimensionado se hará siempre teniendo en cuenta las peculiaridades de cada instalación y los diámetros obtenidos serán los mínimos que hagan compatibles el buen funcionamiento y la economía de la misma. Por tanto es preciso un análisis meticuloso de las condiciones del edificio, para fijar adecuadamente los datos de partida los cuales permitirán obtener los valores prácticos de este dimensionado.

El esquema de la instalación será dividido en diferentes tramos, y el dimensionado de la red se hará a partir del dimensionado de cada tramo, y para ello se partirá del circuito considerado como más desfavorable que será aquel que cuente con la mayor pérdida de presión debida tanto al rozamiento como a su altura geométrica.

(http://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/5866/mod_resource/content/1/Tema_Suministro_de_agua3.pdf).

Proceso de cálculo del dimensionado.- El proceso del dimensionado de los tramos se hará de acuerdo al procedimiento siguiente:

a) se calculará el caudal máximo de cada uno de los tramos haciéndolo igual a la suma de los caudales de los puntos de consumo alimentados por el mismo de acuerdo con caudales mínimos;

b) se establecerán unos coeficientes de simultaneidad de cada tramo de acuerdo con un criterio adecuado;

c) a partir de aquí se determinará el caudal de cálculo en cada tramo como producto del caudal máximo por el coeficiente de simultaneidad correspondiente;

d) posteriormente se realizará la elección de una velocidad de cálculo comprendida dentro de unos intervalos adecuados;

e) se obtendrá el diámetro correspondiente a cada tramo en función del caudal y de la velocidad. Anexo 4

(http://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/5866/mod_resource/content/1/Tema_Suministro_de_agua3.pdf)

Comprobación de la presión.- Una vez calculados los diámetros se debe de comprobar si la presión disponible en el punto de consumo más desfavorable supera a los valores mínimos de presión residual en los aparatos de consumo, y que en todos los puntos de consumo no se supere el valor máximo. Para ello hay que considerar:

a) La determinación de la pérdida de presión del circuito sumando las pérdidas de presión total de cada tramo. Las pérdidas de carga localizadas en los elementos podrán estimarse en un 20% al 30% de la producida sobre la longitud real del tramo o podrán evaluarse a partir de los elementos de la instalación; y,

b) Por último, hay que hacer la comprobación de la suficiencia de la presión disponible: una vez obtenidos los valores de las pérdidas de presión del circuito, se comprueba si son sensiblemente iguales a la presión disponible que queda después de descontar a la presión total, la altura geométrica y la residual del punto de consumo más desfavorable. En el caso de que la presión disponible en el punto de consumo fuera inferior a la presión mínima exigida sería necesaria la instalación de un grupo de presión.

(http://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/5866/mod_resource/content/1/Tema_Suministro_de_agua3.pdf)

Caudales mínimos, simultaneidades.- El dato más importante para un correcto dimensionado de la instalación, es el gasto unitario de agua que debe ser suministrado en la instalación.

La cantidad de agua necesaria por habitante varía en función del nivel de vida, existencia o no de industrias, tipo de vivienda, condiciones climáticas de la localidad, etc. Por ejemplo, en las poblaciones pequeñas con una incidencia industrial escasa, con el hecho de que en las viviendas no se encuentren con tantos cuartos de baño, que los aparatos electrodomésticos sean menos abundantes, y que los servicios municipales de riego e incendios prácticamente no existan, etc., hace que el consumo unitario sea menor que en grandes núcleos. Anexo 4

(http://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/5866/mod_resource/content/1/Tema_Suministro_de_agua3.pdf)

3.7.2.2 Códigos y estándares.

- ASTM: American Society for Testing and Materials.
- APC: American Plumbing Code
- NPC: National Plumbing Code

3.7.2.3 Parámetros y consumos de agua.

CONSUMO MEDIO DIARIO

| Descripción | Cantidad | unidad | Dotación | | Total |
|---|----------|----------|--------------------------------|-------------|----------|
| | | | | | (litros) |
| Personas | 200 | hab./dia | 250 | lit/hab/dia | 50.000 |
| Ofinas | 25 | m2/dia | 4 | lit/m2/dia | 100 |
| Areas de limpieza | 680 | m2/dia | 2 | lit/m2/dia | 1.360 |
| Areas de Piscina | 25 | m2/dia | 2 | lit/m2/dia | 50 |
| | | | total = | | 51.510 |
| | | | factor de reserva = | | 2,0 |
| | | | Volumen de reserva calculado = | | 103.020 |
| Volumen del S.C.I 500 gpm x 35 min = 17500 gal x 3,78 l/seg | | | | | 66.150 |

Caudales instantáneos.

Para el cálculo de las redes se ha utilizado el método de Hunter modificado, en el cual se considera el concepto de unidad de abasto (U.A). Cada UA corresponde a 0,3 l/s y para el caudal probable, se utiliza la curva de simultaneidad, característica del método de Hunter.

Las unidades de abasto para el método de Hunter modificado son:

- Inodoro privado de tanque de limpieza 3
- Inodoro de fluxómetro publico 10
- Lavamanos privado de llave 1
- Ducha privada de llave mezcladora 2
- Fregadero de servicio 3

Acometida

El caudal requerido para la acometida del agua para llenar la cisterna en 12 horas:

Caudal diario 54.000 l/d
 Tiempo de llenado cisterna 12 horas
 Q (l/s) 1,25 l/s

| Diámetro tubería (pulgada) | Coefficiente Fricción | Velocidad | Carga Velocidad | Hf Unitario |
|----------------------------|-----------------------|-----------|-----------------|-------------|
| 1 | 0,0001 | 2,55 | 0,33 | 0,2071 |
| 1,5 | 0,0001 | 1,13 | 0,07 | 0,03 |
| 2 | 140 | 0,64 | 0,02 | 0,0102 |
| 2,5 | 140 | 0,41 | 0,01 | 0,0035 |
| 3 | 140 | 0,28 | 0 | 0,0014 |
| 4 | 140 | 0,16 | 0 | 0,0003 |
| 6 | 140 | 0,07 | 0 | 0 |
| 8 | 140 | 0,04 | 0 | 0 |
| 10 | 140 | 0,03 | 0 | 0 |

CALCULO DE ACOMETIDA

PROYECTO: EDIFICO CITY SUITE

Tramo Tuberia - Medidor 10 mts
 Tramo medidor - Cisterna 2 mts

| DESCRIPCION | DIAMETRO (PULG) | PERDIDAS (m) |
|----------------------------|-----------------|--------------|
| Llave de conexión | 2 | 0,030 |
| Conexión Tubería - Medidor | 1,5 | 0,405 |
| Medidor | 1,5 | 0,840 |
| Tramo medidor cisterna | 2 | 0,260 |
| Accesorios Y Válvulas | | 0,291 |
| Pérdida Total (m) | | 1,826 |

Se solicitara una guía y un medidor de 1-1/2", después del medidor se instalara una tubería d=2".

Reservas

Se plantea una reserva baja de 172m³, la misma que está proyectada en dos módulos interconectados. La cisterna está diseñada para almacenar un

equivalente a 2 veces la demanda media diaria incluido volumen de sistema contra incendio de 66m³.

La cisterna contara con cárcamos para las succiones de bombeo, y se le dará pendiente al fondo de la cisterna del 1% hasta los cárcamos.

Redes de distribución

La distribución del agua será mediante tres electrobombas que componen un sistema de presión constante.

El suministro de agua a todos los puntos de entrega de la red tendrá un rango de presión, que en las condiciones más críticas, será igual a los 10 metros de columna de agua.

El diseño de las redes de distribución se ha realizado calculando las perdidas por fricción en tuberías y perdidas por accesorios. Para tuberías menores de 2" se ha utilizado la formula de Flamant y para tubería de 2" adelante se ha utilizado la fórmula de Williams y Hazen.

Equipos de bombeo

1. Todos los equipos de bombeo funcionarán al voltaje especificado en el diseño eléctrico del proyecto;
2. El sistema de abastecimiento de agua potable del edificio se realizará mediante un equipo de presión constante compuesto por 3 electrobombas accionadas, cuyas características se detallan a continuación:

Caudal Total del equipo = 18 lit/seg (286 GPM)

Altura manométrica total = 78 m.c.a. (110 psi).

Altura de succión de las bombas: 0.00 m

Bomba 1 (bomba líder): manejará el 20% del caudal total, es decir 3,60 lit/seg

Bomba 2 y 3 : manejará el 40% del caudal total c/u, es decir 7,20 lit/seg.

Potencia estimada total del equipo = 60 HP.

Motor trifásico, frecuencia a 60 Hz.

Drenajes de aguas servidas negras

El drenaje de aguas servidas negras está compuesto por:

- Sifones y accesorios de conexión de las piezas sanitarias;
- Tuberías de evacuación y de ventilación húmeda;
- Red de recolección principal; y,
- Cajas de revisión. Anexo 5

Redes de desagües interiores

Este sistema está compuesto por tuberías y accesorios de recolección de los diferentes aparatos sanitarios, ramales horizontales, bajantes de aguas servidas y tuberías de ventilación.

3.7.2.3 Criterios hidráulicos.

Unidad de descarga

Para el cálculo del volumen de descarga por el método de Hunter, se utilizó la siguiente tabla:

| APARATO | DIAMETRO(pulg) | UNIDAD DE DESCARGA |
|---------------------------|-----------------------|---------------------------|
| Bidet | 1.5 | 1 |
| Ducha | 2 | 2 |
| Lavaderos | 1.5 | 2 |
| Inodoro | 4 | 3 |
| Inodoro fluxómetro | 4 | 8 |
| Lavaplatos | 2 | 1 |
| Lavaplatos con triturador | 2 | 3 |
| Fuente de agua potable | 1 | 1 - 2 |
| Lavamanos | 1.5 - 2.5 | 1 - 2 |
| Orinal | 1.5 | 2 |
| Orinal fluxómetro | 3 | 8 |
| Orinal pared | 2 | 2 |
| Baño con fluxómetro | 2 | 6 |

Ramales horizontales

Para los ramales horizontales se siguen los valores máximos indicados a continuación:

| DIAMETRO | UNIDAD |
|-----------------|---------------|
| 3 | 20 |
| 4 | 160 |
| 6 | 620 |

Caudales

Para el número de unidades de Hunter a caudal en redes sanitarias se utiliza calculada para fluxómetros, dado que en condiciones más desfavorables, la entrega de los aparatos se produce en forma instantánea.

TABLA DE GASTOS PARA FLUXÓMETROS

| UNIDADES | Q (L/S) |
|----------|---------|
| 10 | 1.69 |
| 12 | 1.81 |
| 14 | 1.91 |
| 16 | 1.99 |
| 18 | 2.09 |
| 20 | 2.19 |
| 25 | 2.38 |
| 30 | 2.56 |
| 35 | 2.74 |
| 40 | 2.91 |
| 45 | 3.06 |
| 50 | 3.22 |
| 60 | 3.44 |
| 70 | 3.66 |
| 80 | 3.88 |
| 90 | 4.05 |
| 100 | 4.22 |
| 120 | 4.53 |
| 140 | 4.84 |
| 160 | 5.16 |
| 180 | 5.44 |
| 200 | 5.63 |
| 210 | 5.7 |
| 220 | 5.84 |

Colectores horizontales

Para el cálculo de colectores horizontales se utiliza la expresión de Manning y la ecuación de continuidad. **FORMULA DE MANNING** Q= caudal R= radio hidráulico S= pendiente. Anexo 4.

FORMULA DE CONTINUIDAD Q= caudal V= velocidad A= área de la tubería

$$Q = (1/n) R^{2/3} S^{0.5}$$

$$Q = V * A.$$

Criterios adicionales

El sistema de desagües constará con:

- Tapones de inspección para acceso a las tuberías horizontales y verticales para inspección y mantenimiento;
- Drenes de piso para lavado de pisos o donde se produzcan posibles caídas de agua. Se los hacen mediante sifones conectados a la red de desagües; y,
- Tuberías, las pendientes mínimas constructivas serán:
 - 2% para tuberías menores a 4"
 - 1% para tubería iguales o mayores a 4"
 - 0,7% para ramales horizontales y 6" de diámetro como mínimo.

Redes de desagües exteriores al edificio

Criterios de cálculo

Se utiliza la fórmula de Manning.

Se adopta como norma que la tubería funcione al 50% de su diámetro.

Componentes

El sistema de aguas servidas contara con los siguientes componentes:

- Tubería de PVC doble pared estructural
- Cajas de revisión de hormigón armado tipo Interagua

Drenajes de aguas lluvias

Los colectores de aguas lluvias pueden fluir a tubo lleno, ya que no requieren mantener presiones específicas.

La red de aguas lluvias está diseñada para evacuar todo el caudal de la precipitación instantánea, debido a que las áreas de recolección son relativamente pequeñas y no se puede considerar reducciones por tiempo de concentración, infiltración, evaporación a través del terreno ya que se trata de superficies impermeables.

De acuerdo a la experiencia de nuestro medio se ha optado por emplear la siguiente intensidad pluviométrica.

$$150 \text{ mm / hora} = 0.042 \text{ litros/segundo-m}^2, \text{ como promedio de lluvias}$$

3.7.2.5 Sistema de defensa contra incendio.

Descripción del sistema.

En el caso más desfavorable, este sistema podrá abastecer 500 GPM durante 35 minutos.

El presente diseño se ha realizado bajo los siguientes documentos:

Norma NFPA 14 para hidrantes y mangueras.

Anteproyecto de Norma Icontec C.4.

El riesgo adoptado para el presente diseño ha sido enmarcado como **RIESGO LEVE DE INCENDIO.**

Riesgo Leve: Es aquel presente en edificaciones donde se encuentran materiales de baja combustibilidad y no existen facilidades que propicien la propagación del incendio.

El sistema de defensa contra incendio estará constituido de los siguientes elementos:

- Reserva baja fija de 66 m³;
- Equipo de bombeo eléctrico y bomba Jokey bajo norma NFPA;
- Red de distribución;
- Gabinetes; y,
- Conexión siamesa. Anexo 5

Reserva de agua potable sistema contra incendio.

El proyecto contempla contenida en cisterna general un volumen fijo de 66 m³, el cual se considera adecuado para abastecer la red hidráulica contra incendio del edificio.

Este volumen servirá para abastecer a los gabinetes, que serían utilizados por los bomberos o por personal previamente entrenado

Equipo de bombeo

Normas de Referencia.

El sistema debe ser construido de acuerdo a:

NFPA – National Fire Protection Association

UL – Underwriter's Laboratories, Inc.

FM – Factory Mutual

HI - Hydraulic Institute

ANSI – American National Standards Institute

CSA – Canadian Standards Association

ETL – Electrical Testing Laboratories

IEC – International Electrotechnical Commission

ISO – International Standards Organization

NEC – National Electric Code

NEMA – National Electrical Manufacturers Association

El equipo de bombeo con motor eléctrico tendrá las siguientes características:

Caudal 500 gpm

Serie. 2000

Presión de operación 150 Psi.

Cantidad 1 Unidad

Bomba principal de succión por el extremo

Marca ITT A-C Pump

Tamaño 4 x 3 x 9F Motor Eléctrico

UL, FM aprobado

Potencia 100 HP

Velocidad 3555rpm

El equipo deberá incluir:

- Intercambiador de calor;
- Base de acero al carbón, acoplamiento flexible y guarda acoplamiento;
- Calentador de chaqueta para el agua;
- Manómetros de succión y descarga;
- Registrador de presión; y,
- Tableros de control.

| | |
|-----------|----------|
| Marca | FIRETROL |
| Modelo | FT-1100 |
| Enclosure | NEMA 2 |

Bomba Jockey:

| | |
|-----------|-------------------|
| Marca | ITT-AC |
| Capacidad | 15 gpm @ 160 Psi. |
| Potencia | 3 HP |
| Velocidad | 3550rpm |
| Voltaje | 3x60x230 |

Deberá incluir Válvula de alivio ¾"

Tablero eléctrico de control para la bomba Jockey

| | |
|-----------|--------------------|
| Marca | FIRETROL |
| Modelo | FT-500 |
| Tipo | Arrancador Directo |
| Enclosure | NEMA 2 |
| Potencia | 3 HP |
| Voltaje | 230V |

Con temporizador de mínimo tiempo de funcionamiento y luz piloto de operación.

El sistema de bombeo contra incendios deberá ser suministrado por una compañía listada por Underwriter's Laboratories como fabricante de sistema de bombeo y activamente involucrada en el diseño y construcción de bombas contra incendios

El fabricante asumirá "La responsabilidad completa como unidad" del sistema de bombeo contra incendios. La responsabilidad completa como unidad será definida como la responsabilidad por la operación satisfactoria de todos los componentes suministrados por el fabricante del sistema de bombeo.

El fabricante debe estar certificado por la organización International Standards Organization per ISO 9001. El fabricante debe presentar el certificado en conjunto con la oferta.

El fabricante cumplirá con todas las especificaciones relacionadas con el sistema de bombeo para este proyecto y cualquier desviación a estas especificaciones deben ser claramente definidas y aprobadas por escrito.

Alcance de suministros y equipos.

Sujeto al cumplimiento de estas especificaciones el fabricante proveerá e instalará un sistema de bombeo contra incendios, diseñado de acuerdo con los

requerimientos de NFPA panfleto #20, construido y listado por UL448 para unidades de bombeo contra incendios. La bomba para incendios será listada por Underwriter's Laboratories y /o aprobada por Factory Mutual para servicio como bombas contra incendios a las condiciones de operación especificadas. El fabricante asumirá la responsabilidad completa por la operación satisfactoria de la unidad de bombeo y sus componentes de acuerdo a lo indicado en las especificaciones.

Red de distribución.

La red hidráulica atiende a la instalación de mangueras, conforme a las condiciones de funcionamiento previstas.

La red de distribución está comprendida por tuberías de 6", 4", 3", 2-1/2", 2", 1-1/2". Anexo 5.

Las tuberías deben ser drenadas periódicamente para eliminar depósitos debidos a largos periodos de estancamientos del agua en la red.

Gabinetes

Los gabinetes estarán compuestos de una caja que en su interior tendrá llave de hidrante, manguera semirrígida, llave de sujeción, pitón y extintor de propósito múltiple. Cada gabinete tendrá dos salidas, una de 1-1/2" y otra de 2-1/2".

Siamesa

Este sistema de defensa contra incendio podrá ser también abasteciendo directamente por el agua de los carros cisternas del Benemérito Cuerpo Bomberos de Guayaquil por la conexión siamesa, desde las que se abastecerá directamente a los gabinetes.

Especificaciones técnicas.

CONEXIÓN DE GUIA Y MEDIDOR GENERAL

| | |
|---|--|
| <p>ACOMETIDA DESDE EL MEDIDOR HASTA LAS CISTERNAS.</p> | <p>Material : PVC Presión Norma ASTM D-1785-89 Presión de trabajo: 150 psi para agua Tipo de junta: Roscable Accesorios: Polipropileno Norma Iram 13478/1-2</p> |
| <p>CAJA DE MEDIDOR</p> | <p>Caja de Piso: Hormigón simple $f'c=210\text{kg/cm}^2$. Dimensiones 0.60m x 0.4m x .45m de altura libre. Tapa: Metálica _ Tipo sobrero, modelo INTERAGUA.</p> |
| <p>MEDIDOR DE AGUA</p> | <p>Tipo: Velocidad (chorro múltiple) - Clase: C según norma ISO 4064 - Cuerpo: Aleación de cobre-zinc (latón) norma DIN 17660 - Los accesorios y medidor deberán se ser tipo roscados.</p> <p>Presión nominal: 10 kg/cm² (150 psi) mínimo Diámetro: 50mm (2") Trasmisión magnética Blindaje antimagnético Tapa de protección Cuello de acero grafado Tornillo de calibración inviolable Cuerpo del medidor: Aleación de Cobre-zinc (Latón) según norma DIN 17660 Registrador: Metro cúbico (mínimo 9999) y cuatro decimales (decilitros). Número de serie: 12 dígitos.</p> |

| | |
|---------------------------|--|
| VALVULA DE CONTROL | Material : Bronce Tipo : Compuerta de cuña separable o sólida Uniones : Soldada Casquete o bonete: Roscado Presión de trabajo: 125 psi para agua |
|---------------------------|--|

3.7.2.6 Redes de agua potable para el edificio.

Materiales

Tuberías

Para tubos y accesorios de diámetro nominal de ½" a 2"

| | |
|-----------------------|----------------------|
| Material: | Polipropileno |
| * Norma: | DIN 8077-78 |
| * Presión de trabajo: | 40 psi |
| * Presión de rotura: | 290 psi |
| * Tipo de junta: | Termofusión |

Para tuberías y accesorios de diámetro nominal mayor a 2"

| | |
|-----------------------|--------------------------------|
| * Material : | Cobre |
| * Tipo : | L |
| * Norma: | ASTM B-88 |
| * Presión de trabajo: | 150 psi para agua |
| * Tipo de junta: | Ranurada (Vitaulic o Similar). |

Para tuberías y accesorios de conexión del equipo de presión constante. Para diámetro nominal mayor a 2"

| | |
|--------------|-------|
| * Material : | Cobre |
|--------------|-------|

- * Tipo : L
- * Norma: ASTM B-88
- * Presión de trabajo: 150 psi para agua
- * Tipo de junta: Ranurada (Vitaulic o Similar).

Uniones

Las uniones de las tuberías de cobre, tipos L se realizarán: en tuberías de 2-1/2" a 4" con uniones tipo Victaulic.

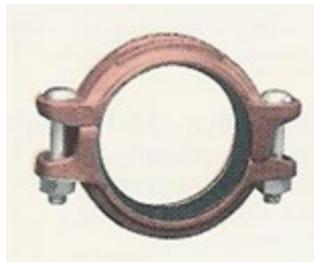


Figura de Uniones Ranuradas de cobre

Válvulas o llaves de paso.

Para diámetro nominal de 1/2" a 2"

- * Material : Bronce
- * Tipo : Compuerta de cuña separable o sólida
- * Uniones : Roscadas
- * Casquete o bonete: Roscado
- * Presión de trabajo: 150 psi para agua
- * Marca Nibco o similar
- * Control de calidad UL/FM.

Para diámetro nominal mayor a 2"

Cuando sean vistas en áreas que no accede el público como entresijos técnicos, ductos, depósitos, tumbados, etc, serán:

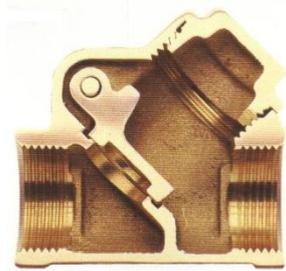


Figura de válvula de contraflujo o check

Para diámetro nominal mayor a 3”

- * Material : Bronce
- * Tipo : de Cortina
- * Uniones : Bridada
- * Presión de trabajo: 150 psi para agua

El Contratista deberá tomar todas las providencias para que las llaves de paso y conexiones de colillas no queden rehundidas con relación a la pared, no admitiéndose esta situación de ninguna manera a efectos que las mismas puedan maniobrarse y realizar un mantenimiento con facilidad.

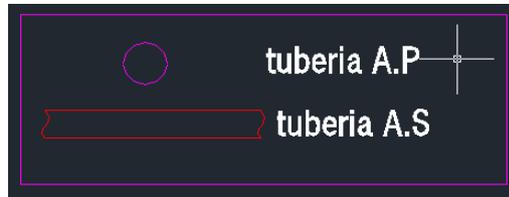
Piezas especiales

Todos los cambios de dirección, derivaciones, etc., se harán con piezas especiales de igual material de las tuberías no admitiéndose otra forma de construcción.

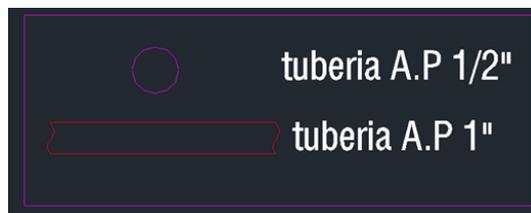
Constructivas

Para la instalación de las tuberías se observarán los siguientes detalles de instalación:

- En caso de que la tubería de agua potable se cruce con las de aguas servidas negras, las primeras se ubicará en un nivel superior con respecto a la segunda u con protección en el cruce.



- Cuando el cruce es entre dos tuberías de agua potable en la parte superior irá la tubería de menor diámetro.



- Se instalará para control, válvulas de cierre en lugares indicadas en los planos, así como en las tuberías de alimentación a cada grupo de aparatos sanitarios.
- Ninguna tubería se empotrará en los pilares en todos los casos se ampliará la mampostería para ocultarla.
- Las tuberías deberán probarse con agua a presión antes de ponerlas en funcionamiento y su presión será de 100 lbs/pulg² durante una hora.
- Cuando los sistemas de agua fría y caliente corran paralelamente, se deberá guardar una separación mínima de 10 cm. Entre ambas tuberías.

Atravesamientos

1. Será de cargo del Subcontratista de Acondicionamiento Sanitario el marcado de todos los pases y atravesamientos en hormigón previo al llenado de las losas u otros elementos estructurales, a estos efectos se deberá coordinar con tiempo suficiente el marcado de los mismos con el Contratista General.

2. En el caso que deba realizarse un atravesamiento a cualquier parte de la estructura ya existente se deberá pedir autorización a la Dirección de Obra, que dará las instrucciones necesarias.

3. Los pases se realizarán mediante la utilización de mechas de copa de diámetro adecuado, no se permitirá el uso de utensilios neumáticos o eléctricos.

Pruebas

Toda la red se probará a 100 PSI. Y se dejará a esa presión durante cuatro horas sin que se presente una baja en la lectura del manómetro del equipo de prueba. Si se presentan escapes deberán repararse apretando la unión o repitiéndola.

Una vez reparados los escapes, debe volverse a dar presión a la red.

El CONTRATISTA proveerá la totalidad del equipo humano y mecánico necesario para efectuar las pruebas sin entorpecer el ritmo de la obra.

Soportes y anclajes

1. El oferente deberá prever el suministro e instalación de todos los elementos necesarios de sujeción, soporte y anclaje de todas las tuberías por lo cual no se aceptará de ninguna manera el reclamo de extraordinarios surgidos por dicho motivo.

2. Los soportes y anclajes de todas las tuberías se harán siguiendo estrictamente las instrucciones dadas por las Normas NFPA13, los soportes deberán ser listados y aprobados por UL-FM.

3. Cuando las tuberías estén ubicadas vistas en azotea, bajo losa o adosadas a la pared las mismas se soportarán con grapas dobles o con ménsulas respectivamente.

4. Los soportes permitirán el libre movimiento ocasionado por contracción o dilatación evitando tensiones en la tubería y serán de hierro con superficies de contacto lisa, plana y con aislación dieléctrica cuando corresponde a efectos de evitar pares galvánicos. En caso de las tuberías de cobre, se usarán soportes del mismo material.

5. El Contratista deberá presentar muestras de los soportes a la Dirección de Obra a efectos de su aprobación.

6. Los soportes se colocarán para evitar el arqueo, pandeo o vibraciones de las tuberías y las distancias entre las mismas se ajustarán a la siguiente tabla, debiendo en cualquier caso consultarse el catálogo del material a usarse.

| <u>DIÁMETRO (mm)</u> | <u>DIST. MÁXIMA (m)</u> |
|----------------------|-------------------------|
| 13 a 25 | 1.20 |
| 32 a 38 | 1.50 |
| 51 a 75 | 1.50 |
| 100 a 150 | 1.80 |
| 200 ó más | 1.80 |

3.7.2.7 Equipo de bombeo de presión constante.

1. Todos los equipos de bombeo funcionarán al voltaje especificado en el diseño eléctrico.

2. El sistema de abastecimiento de agua potable se realizará mediante un equipo de presión constante compuesto por 3 electrobombas accionadas, cuyas características se detallan a continuación:

Caudal Total del equipo = 18 lit/seg

Altura manométrica total = 78 m.c.a.

Altura de succión de las bombas: 0.0 m

Bomba 1 (bomba líder): manejará el 20% del caudal total, es decir 3,60 lit/seg

Bomba 2 y 3 : manejará el 50% del caudal total c/u, es decir 7,20 lit/seg.

Potencia estimada total del equipo = 60 HP.

Motor trifásico, frecuencia a 60 Hz.

Las electrobombas serán modelo ITT Bell & Gossett o similar UL/FM

3. Las bombas serán horizontales, del tipo centrífuga carcasa de hierro fundido e impulsor de bronce, acople directo al motor eléctrico, la estanqueidad en el eje se realiza con sello mecánico. Debe contar con dispositivos para cebado, así como también una tubería de descarga adicional a la impulsión para limpieza de cisterna controlada por válvulas de compuerta.

4. Para la instalación de las bombas será el constructor quien de las normas específicas para la absorción de vibraciones, ubicación de pernos de anclaje, utilización de mangos o neoplos flexibles, y otros. En este caso el constructor preparará la cimentación de los equipos.

5. El equipo de bombeo será de presión constante, el mismo que deberá ser pre ensamblado. Contará con todos los elementos necesarios para el buen funcionamiento, tales como:

- Dos cabezales cobre tipo L-6", posición horizontal, para succión y descarga;
- 3 Válvulas PRV;
- 6 Válvulas de Bola;
- Líneas sensoras de presión; y,
- Panel de Control y arranque de bombas, elementos Siemens o telemecanique.

Incluye:

- 1 PLC programable funciones y alarmas;
- 3 Arrancadores completos con breaker, contactor térmico;
- 1 Sensor transmisor presión 4-20 ma. Rango 0-100 Psi;

- 1 Relé alternación;
- 3 Selectores 3 posiciones Automático-Manual;
- 1 Voltímetro Indicador digital temperatura;
- 1 Amperímetro Indicador digital de Presión;
- 1 Sensor temperatura RTD, rango 10-40 °C;
- 1 Manómetro 0-100 PSI, Glicerina;
- 1 Interruptor nivel bajo cisterna;
- 1 Relé de fase ó caída voltaje;
- 1 Transformador control 460/120 V; y,
- Elementos complementarios.

6. El equipo deberá ser instalado sobre una base de acero de carbono, con el tablero de control y aparatos de automatización cableados. El tablero de control es diseñado para cumplir con una operación confiable, de acuerdo a la demanda requerida por el sistema y está equipado con elementos como supervisor de falla de fase, 3 switch de presión diferencial, transmisores de presión y temperatura, voltímetro y amperímetro, así como las señales de alarma y paro con el objeto de evitar daños mayores en los equipos.

7. Las tuberías de succión e impulsión serán de cobre tipo L, de 4" de diámetro, con uniones victaulic.

Flotadores de protección

Para el sistema de bombeo se han provisto, como consta en los planos de detalles, flotadores que se instalarán en la cisterna subterránea de acumulación, los mismos que deberán apagar en caso de cisterna vacía estos son llamados interruptores de bajo fondo.

Anclajes:

Se deberá suministrar en sus respectivos sitios todos los anclajes y demás accesorios que sea necesario incrustar.

En el caso de bombas que requieren anclajes, se suministrará oportunamente un plano con las medidas y especificaciones de los anclajes.

3.7.2.8 Especificaciones red de aguas servidas negras.

Tuberías interiores del edificio

Las tuberías de evacuación que se utilizarán para el desalojo de aguas servidas serán de PVC y deberá sujetarse a las siguientes especificaciones mínimas:

1. Todos los materiales a emplearse, cumplirán con las siguientes normas:

A - Tuberías de PVC Schedule 40 DWV ASTM 1785

B - Tuberías de PVC, doble pared estructurada INEN 2059

Diámetros 110 a 250 mm.

C - Tuberías de PVC, tipo desagüe INEN 1374

Diámetros 110 a 160 mm. Anexo 5.

ABSORCIÓN DE AGUA Aumento de peso de no más de 0.5%

PRESIÓN DE PRUEBAS 0.4 Kg/cm² mínimo

FLEXIÓN No será mayor que el 5% en el tubo húmedo con relación a la Flexión del tubo seco.

APLASTAMIENTO El diámetro promedio no cambiará en más de 10%

IMPACTO La mínima resistencia al impacto será de 5.5 Kg/m a 0°C.

UNIONES

Soldadura de pegamentos plásticos.

Acoplamientos con otros materiales

Se realizarán con piezas especiales proporcionadas por los fabricantes para el propósito, principalmente para acoples cromados de piezas sanitarias.

Las tuberías mayores e igual 200mm tendrán las siguientes características.

Serán de doble pared, interior lisa y exterior corrugadas, y deberán cumplir con las normas INEN 2059.

Accesorios

Los accesorios de PVC tipo desagüe tendrán las mismas características generales que las indicadas para la tubería. La resistencia al impacto deberá ser menor que para la tubería o igual a 0.70 Kg/cm² a 0° C.

La superficie será lisa que no presente defectos interiores y exteriores.

Serán adquiridas completas con sus accesorios y grifería, debiendo observar las instrucciones del fabricante en cuanto a la ubicación y diámetro de la alimentación como desagüe.

3.7.2.9 Tuberías exteriores.

Materiales

Las tuberías de la red de drenaje de aguas lluvias y servidas de PVC serán de doble pared, interior lisa y exterior corrugada, y deberán cumplir con las normas INEN 2059.

Colocación y ubicación

a.- Manejo.

Las tuberías y accesorios de PVC son fuertes, durables, livianos y de fácil manejo. Se deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones.

No dejar caer los tubos y los accesorios al piso, mucho menos lanzarlos para que se golpeen con los mismos y puedan fracturarse.

No arrastrar los tubos.

b.- Unión con empaques.

La tubería estructural doble pared está diseñada para que un caucho en forma de sombrilla, sea colocado en dos valles contiguos del extremo de la tubería y en correspondencia con la parte lisa de la campana. Los cauchos garantizan el comportamiento hermético de la unión durante la vida del sistema.

c.- Transporte.

- Es la práctica ideal usar vehículos de superficie de carga lisa al transportar tuberías y accesorios;
- Se debe dejar libres las campanas alternando campanas y espigos para evitar deformaciones innecesarias que impidan el normal ensamble del sistema;
- Cuando transportan distintos diámetros en el mismo viaje, los diámetros mayores deben colocarse primero, en la parte baja del montón;
- Se recomienda amarrar los tubos, sin que al hacerlo se produzcan cortaduras en los tubos, colocando una protección de cartón o caucho entre el tubo y los amarres; y

Se recomienda no colocar cargas sobre tuberías en los vehículos de transporte.

d.- Almacenamiento.

- La longitud total de los tubos se deben apoyar sobre una superficie plana y libre de piedra;
- En caso de no poder cumplir lo anterior, se pueden usar listones o bloques de madera con 9 cm de ancho y espaciados máximo 1 metro;
- Las campanas deben quedar libres e intercalada campanas y espigos;
- La altura máxima de apilamiento de los tubos es de 1.2 mts;
- Las tuberías y accesorios deben estar cubiertos cuando vayan a estar expuestos a la luz solar directa. Se recomienda que tenga una ventilación adecuada la tubería cubierta. La tubería está diseñada para que un caucho en forma de sombrilla, sea colocado en dos valles contiguos del extremo de la tubería y en correspondencia con la parte lisa de la campana. Los cauchos garantizan el comportamiento hermético de la unión durante la vida del sistema.

Instalación.

General.- Tanto la excavación en zanja como el relleno deberán cumplir con la norma ASTM D-2321.

Tendido.

Tubería.- La tubería será tendida en seco sobre terreno de densidad uniforme y de acuerdo con las líneas y pendientes indicadas en los planos.

El tendido de la tubería empezará aguas abajo y continuará en contra pendiente. Si los tubos son de extremos lisos, es indiferente y se acoplarán mediante uniones acampanadas para alojar los extremos de los tubos y sus cauchos o elastómeros. Las excavaciones para la campana o unión independiente se harán inmediatamente antes de la colocación de cada tubo.

Uniones o juntas– Tanto los extremos lisos de los tubos (espigos) como las campanas, así como los extremos acampanados de una unión independiente, deberán presentar formas que permitan su acople y aseguren una junta flexible, impermeable y que facilite la colocación del empaque o elastómetro.

Relleno.

El relleno se efectuará lo más rápidamente posible después de instalada la tubería, para proteger a ésta contra las rocas que puedan caer en las zanjas y eliminar la posibilidad de desplazamiento o de flotación en caso de que se produzca una inundación, evitando también la erosión del suelo que sirve de soporte a la tubería.

El suelo circundante a la tubería debe confinar convenientemente la zona de relleno para proporcionar el soporte adecuado a la tubería, de tal manera que el trabajo conjunto de suelo y tubería le permita soportar las cargas de diseño.

El relleno de las zanjas se hará por capas y comprende:

Encamado: Consiste en una capa de 10 centímetros de arena fina que servirá de apoyo a la tubería, y deberá ser apisonado hasta obtener una superficie firme de soporte de la tubería en pendiente y alineamiento.

Acostillado y relleno inicial: Corresponde al relleno desde la cimentación hasta 15 a 30 cms por encima del lomo del tubo. Se lo hará con arena fina limpia.

Relleno final: comprende la capa de material entre el límite superior del relleno inicial y la rasante del terreno. Se podrá utilizar el mismo material de excavación si éste es de calidad aceptable y puede contener piedras no mayores a 10 centímetros. Se las compactara y las capas de compactación no serán mayores a 25 centímetros.

Desalojo.

Toda tierra en exceso deberá quitarse de las calles y depositarse en un sitio adecuado que indique la fiscalización. Tan pronto como el relleno sea terminado, el contratista quitará todos los materiales sobrantes y dejará el piso limpio y en buenas condiciones.

Cajas de inspección.

Serán de las hormigón simple con tapas de grafito esferoidal modelo HC-700.

3.7.2.10 Obras de hormigón.

El diseño del hormigón a utilizarse deberá ser aprobado. La resistencia característica del hormigón a compresión a los 28 días deberá ser: $f'c = 280$ Kg/cm².

El cemento será Portland Tipo I. Los agregados serán bien graduados, la arena será gruesa y la piedra será basáltica, granítica o calcárea y tendrá un tamaño máximo de 20 milímetros. El acero de refuerzo utilizado en las cajas de válvulas tendrá un límite a la fluencia mayor o igual a 4.200 Kg / cm².

Morteros, hormigones y mampostería.

El cemento a usarse para morteros y hormigones será Portland de reconocida calidad elaborada conforme a las especificaciones standard y pruebas para cemento Portland de la asociación Americana para prueba de materiales (ASTM-C- 1500).

La arena a usarse en el hormigón y en mortero de cemento deberá ser silícica, completamente limpia de impurezas, tamizada o lavada si fuera necesario. No contendrá arcilla, detritus orgánicas extrañas. Tamizada no deberá dejar pasar más de 30 de su peso por un tamiz de 50 mallas por pulgada y tubo su volumen deberá pasar a través de un tamiz de 1/4 de pulgada.

Sólo deberá prepararse la cantidad de mortero necesario para el empleo inmediato y usarla antes de lo que el fraguado comience.

La grava o ripio que se use en el hormigón deberá ser piedra triturada de forma cúbica, dura resistente, limpia y libre de materias extraña, de tales tamaños que la más gruesa atraviesa el tamiz de una pulgada y la de menos gruesa será retenida por una malla de 1/4 de pulgada.

El agua a usarse para la elaboración del mortero y el cemento deberá ser libre de aceite, ácidos, álcalis y sustancias orgánicas, sujeta a la aprobación mediante el análisis químico respectivo.

El hormigón será mezclado en máquina apropiadas, sujeta a la aprobación.

El hormigón deberá ser revuelto por lo menos durante un minuto después de que todos los componentes se hayan introducido en el tambor de la mezcladora.

Cuando el hormigón sea trabajado a mano, la arena y el cemento serán mezclados en seco, en una caja para mortero hasta que tenga un color uniforme.

El ripio o piedra picada se extenderá en una plataforma de madera o metal, en una capa de espesor uniforme, se humedecerá luego, y se le agregará el mortero y la mezcla se revolverá con palas, hasta que el conjunto quede perfectamente unido.

Después de que los materiales estén húmedos, se realizará el trabajo rápidamente, hasta que el hormigón esté colocado íntegramente en el lugar destinado, con todas las medidas requeridas para un hormigonado correcto y se mantendrá el hormigón hasta que este haya fraguado completamente.

Toda la mampostería deberá quedar bien construida.

Todo trabajo con relación a los trazados, niveles y rasantes deberá ser preciso, según los datos que se indican en los planos de perfiles.

Durante y después de la ejecución de las obras, se deberá retirar todos los desperdicios y restos de materiales de los sitios de trabajo y se deberá dejar estos en condiciones satisfactorias.

Se proveerán los planos de Ingeniería del proyecto.

3.7.2.11 Lógica de funcionamiento de las electrobombas.

A - El sistema tendrá instaladas 2 (dos) electrobombas pudiendo funcionar ambas a la vez.

B - Sistema de electrobombas sin funcionar:

El nivel del agua residual está a nivel de fondo del pozo de bombeo, esto es apenas por arriba del nivel de la altura de la electrobomba, que se ubica en una fosa por debajo del nivel de fondo del pozo de bombeo.

C - Sistema de electrobombas funcionando:

Cuando el nivel de agua residual está como mínimo 20 cm por arriba del nivel indicado como parada de bomba, se enciende la electrobomba n°1.

Cuando el nivel de agua residual está como mínimo 80 cm por arriba del nivel indicado como parada de bomba, se enciende la electrobomba n°2.

Esta situación se producirá: por mal funcionamiento de la electrobomba n°1, ó incapacidad de la misma para evacuar el caudal necesario, en tal caso una alarma alertará sobre esta anomalía.

La electrobomba continua en funcionamiento hasta que el nivel descienda 30 cm de no ser así, y si el nivel sobrepasara el previsto como máximo admisible, se activará una "alarma por alto nivel" luego de la cual existe un volumen remanente que permite disponer del tiempo necesario para arreglar el desperfecto que produjo el alto nivel de agua residual en el pozo.

Instalación eléctrica.

1. La instalación eléctrica del sistema de elevación de aguas residuales se hará de acuerdo a las siguientes indicaciones:

A - En el pozo de bombeo se colocará un interruptor de flotación por cada electrobomba, con contacto a mercurio, ubicado en el propio flotador (Pera), doble efecto, doble protección ó similar;

B - En el tablero se colocará una alarma acústica que funcionará cuando el nivel del líquido supere el máximo nivel previsto;

2. El contratista seguirá las instrucciones que da el fabricante de las electrobombas para su instalación y usará los materiales más adecuados para el correcto funcionamiento; y,

3. Por ejemplo, si la electrobomba puede funcionar simplemente apoyada, el tramo de cañería interior al pozo de bombeo podrá ser de manguera flexible, pero si la electrobomba debe trabajar amurada el tramo de la cámara interior deberá ser de hierro fundido y otro material de similares rendimientos, características de duración y resistencia al tipo de líquido residual a bombear.

Indicadores

1. A efectos de controlar los niveles de agua se deberá instalar en el pozo de bombeo y a las cotas señaladas en los planos los interruptores de nivel y alarmas indicadas. La señalización de las alarmas deberá ser llevada mediante los cables adecuados, que se enhebrarán en los caños dejados para tal fin, al tablero debiendo suministrarse e instalarse un indicador acústico; y,

2. La señal lumínica y acústica será llevada hacia la consola de control general del Edificio.

3.7.2.12 Especificaciones constructivas.

Excavación de zanjas

La excavación de zanjas para tubería y colectores del Sistema Sanitario, será efectuado de acuerdo con los trazados indicados en los planos, excepto cuando se encuentra inconvenientes imprevistos en cuyo caso aquellos deberán ser

alterados de conformidad con el criterio técnico. Los tramos de tubería comprendidos entre las dos cámaras consecutivas seguirán una línea recta y tendrán una sola gradiente.

La zanja será lo suficientemente ancha para permitir libremente el trabajo de los obreros instaladores de tubería o constructores de colectores y para la ejecución de un buen relleno. Se recomienda que, el ancho de la zanjas sea mayor que el diámetro exterior del tubo más 0,60 y no sea mayor que 0.70 debiéndose acatar en todo caso las dimensiones que aparecen en el plano del proyecto.

Para profundidades entre 0.8 y 2,00 m., las paredes de la zanja serán verticales, sin taludes. Para profundidades entre 2,00 y 4,00 m., las paredes tendrán un talud 1:8 que se extiende hasta el fondo de la zanja, debiéndose colocar los entibados respectivos.

En ningún caso, la excavación efectuada con maquinaria deberá llegar tan cerca de la rasante fijada, para ocasionar inconveniente en el terreno situado debajo de esa rasante, el último material por excavar deberá ser removido con pico y pala antes de ser colocada la tubería o construido los colectores.

En casos especiales y para seguridad de los trabajos de excavación de la zanja, será necesario el apuntalamiento o entibado de las paredes de ésta, para evitar desplomes o accidentes. Los detalles del entibado serán puestos en conocimiento para su aprobación.

Si el fondo de alguna excavación de zanja fuera removido más de lo indicado en los planos de lo requerido en estas especificaciones, será rellenado con grava escogida que será colocada en capas sucesivas de 10 cms. suficientemente apisonadas.

Cuando el material existente o debajo de la rasante es impropio para la fundación, este material será removido hasta la profundidad y ancho necesario y será remplazado por material seleccionado de acuerdo al acápite anterior.

Colocación de tuberías

Después de que el eje y pendiente de la zanja hayan sido fijados de acuerdo con los planos y perfiles, el fondo de esta se acondicionará de modo que cada tubo tenga un apoyo firme y uniforme en toda su longitud. El fondo de las zanjas deberá ser cuidadosamente aplanado de manera de hacer asentar la parte exterior del tubo en una superficie que sea por lo menos 60% del ancho de la tubería. Cada tubo deberá quedar completamente introducido en el borde o campana del tubo precedente y su revés fijado de acuerdo con el alineamiento y la pendiente (de abajo hacia arriba) con la campana hacia arriba. A medida que los tubos sean colocados, será puesta a mano a cada lado del centro de cada sección para mantener en sitio. El relleno del tubo no deberá efectuarse sinó después de tener por lo menos tres tubos empalmados y revocados ya en la zanja.

Al empalmar cada tubo, se colocará previamente mojado la campana, masilla de cemento 1:2 en el interior de la campana y después de encajar convenientemente la espiga del último tubo se alisará internamente la junta de diámetro menor se evitarán rebordes internos de la masilla, limpiando con una vara el interior de la tubería.

Las juntas se llenarán completamente con mortero de hormigón de cemento Portland mezclados en la proporción de una parte cemento por dos de arena cernida y rematada parejamente en el extremo e la campana, de modo de formar un anillo o bisel en todo un perímetro.

Adicionalmente, dado que el nivel freático es superficial se colocará en las juntas anillos de cauchos.

El interior de la tubería deberá estar libre de toda suciedad y de substancias extrañas y su extremo deberá corcharse con un tapón apropiado cuando se suspenda el trabajo de colocación. Cuando se encuentre agua en la zanja, aquella deberá mantenerse por debajo del fondo de los tubos y las juntas, después de lo cual el tubo deberá ser recubierto con el relleno.

Relleno

Los tubos deberán ser cubiertos por el relleno y apisonada en capas sucesivas de veinte centímetros de espesor aproximadamente, hasta la parte superior de la zanja. No habrá piedras en contacto con el tubo y el material para el relleno hasta veinte centímetros por encima de aquel será arcilla fina seleccionada, exenta de piedras y otros materiales duros.

El espacio entre el tubo y el talud de la zanja deberá llenarse con pala, apisonarse suficientemente hasta alcanzar un nivel de veinte centímetros sobre la parte superior del tubo.

El relleno deberá continuarse de la manera antes indicada.

Desalojo de tierras

Toda tierra en exceso deberá quitarse de las aceras y calles, y depositarse en un sitio adecuado. Tan pronto como el relleno sea terminado, el contratista quitará todos los materiales sobrantes y dejará el piso limpio y en buenas condiciones.

Morteros, hormigones, y mampostería

El cemento a usarse para morteros y hormigones será Portland de reconocida calidad elaborada conforme a las especificaciones standard y pruebas para cemento Portland de la asociación Americana para prueba de materiales (ASTM-C- 1500).

La arena a usarse en el hormigón y en mortero de cemento deberá ser silícica, completamente limpia de impurezas, tamizada o lavada si fuera necesario. No contendrá arcilla, detritus orgánicas extrañas. Tamizada no deberá dejar pasar más de 30 de su peso por un tamiz de 50 mallas por pulgada y tubo; su volumen deberá pasar a través de un tamiz de 1/4 de pulgada.

Sólo deberá prepararse la cantidad de mortero necesario para el empleo inmediato y usarla antes de lo que el fraguado comience.

La grava o ripio que se use en el hormigón deberá ser piedra triturada de forma cúbica, dura resistente, limpia y libre de materias extraña, de tales tamaños que la más gruesa atraviesa el tamiz de una pulgada y la de menos gruesa será retenida por una malla de 1/4 de pulgada.

El agua a usarse para la elaboración del mortero y el cemento deberá ser libre de aceite, ácidos, álcalis y sustancias orgánicas, sujeta a la aprobación mediante el análisis químico respectivo.

El hormigón será mezclado en máquina apropiadas, sujeta a la aprobación.

El hormigón deberá ser revuelto por lo menos durante un minuto después de que todos los componentes se hayan introducido en el tambor de la mezcladora.

El ripio o piedra picada se extenderá en una plataforma de madera o metal, en una capa de espesor uniforme, se humedecerá luego, y se le agregará el mortero y la mezcla se revolverá con palas, hasta que el conjunto quede perfectamente unido.

Después de que los materiales estén húmedos, se realizará el trabajo rápidamente, hasta que el hormigón este colocado íntegramente en el lugar destinado, con todas las medidas requeridas para un hormigonado correcto y se mantendrá el hormigón hasta que este haya fraguado completamente.

Toda la mampostería deberá quedar bien construida.

Todo trabajo con relación a los trazados, niveles y rasantes deberá ser preciso, según los datos que se indican en los planos de perfiles.

Durante y después de la ejecución de las obras, se deberá retirar todos los desperdicios y restos de materiales de los sitios de trabajo y se deberá dejar estos en condiciones satisfactorias.

Se proveerán los planos de Ingeniería del proyecto.

Obras de hormigón

El diseño del hormigón a utilizarse deberá ser aprobado. La resistencia característica del hormigón a compresión a los 28 días deberá ser: $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$.

El cemento será Portland Tipo I. Los agregados serán bien graduados, la arena será gruesa y la piedra será basáltica, granítica o calcárea y tendrá un tamaño máximo de 20 milímetros. El acero de refuerzo utilizado en las cajas de válvulas tendrá un límite a la fluencia mayor o igual a 4.200 Kg / cm^2 .

3.7.3 Memoria técnica del sistema de tratamiento propuesto.

3.7.3.1 Caudal de Tratamiento.-

De acuerdo a la información solicitada y basándose en la dotación y los caudales típicos para los componentes en este tipo de proyectos se tiene lo siguiente:

CONSUMO MEDIO DIARIO

| Descripción | Cantidad | unidad | Dotación | | Total |
|------------------|----------|----------|----------|-------------|----------|
| | | | | | (litros) |
| Personas | 200 | hab./dia | 250 | lit/hab/dia | 50.000 |
| Oficinas | 25 | m2 | 4 | lit/m2/d | 100 |
| Consumo Diario = | | | | | 50.100 |

Caudal medio diario 51.000 l/d

El caudal que retorna al Sistema de Tratamiento se considera un 80% del consumo de agua, por lo tanto el caudal sería. $\text{Caudal medio} = 0.8 * (51.000) = 40.800 \text{ l/d}$

El cuadro de consumos y cálculo del caudal medio presentado anteriormente corresponde al proyecto en general. Asimismo, se considerará un coeficiente de mayoración para los caudales pico. Entonces el caudal de diseño sería el siguiente:

- Caudal medio diario = 40.800 l/d
- Caudal máximo diario: 1.5 x 40.800 = 61.200 l/d
- Caudal máximo horario: 2 x 40.800 = 81.600 l/d = 0.94 lts/seg

Considerando que el caudal máximo horario corresponde al consumo de todo el proyecto, y que para el sistema de tratamiento, solo se requiere el caudal por Duchas y Lavamanos.

Se debe calcular cuánto porcentaje representa el caudal de duchas y lavamanos vs el caudal instantáneo total de todas las piezas sanitarias.

El cálculo del caudal instantáneo sería el siguiente:

| | Red de distribución | | | | | | | | | | | | |
|--|---------------------|-----------------|----------|-------------|------------|------------|------------|------------|---------------|------------|-----------|--------------------|--------------------|
| | Inodoros Fluxometro | Inodoros Tanque | Bidé | Urinaros | Lavamanos | Lavaplatos | Fregaderos | Duchas | Tinas de baño | Lavadoras | Secadoras | Liaves de Manguera | Puntos A/A D= 1/2" |
| Gasto mínimo (l/seg) | 1.50 | 0.15 | 0.10 | 0.50 | 0.20 | 0.25 | 0.20 | 0.20 | 0.30 | 0.30 | 0.15 | 0.15 | 0.12 |
| P. BAJA | 3 | | | 3 | 8 | | | 4 | | | | | |
| PISO 1 | | 8 | | | 8 | 8 | | 8 | | 8 | | | |
| PISO 2 | | 8 | | | 8 | 8 | | 8 | | 8 | | | |
| PISO 3 | | 8 | | | 8 | 8 | | 8 | | 8 | | | |
| PISO 4 | | 8 | | | 8 | 8 | | 8 | | 8 | | | |
| PISO 5 | | 8 | | | 8 | 8 | | 8 | | 8 | | | |
| PISO 6 | | 8 | | | 8 | 8 | | 8 | | 8 | | | |
| PISO 7 | | 8 | | | 8 | 8 | | 8 | | 8 | | | |
| PISO 8 | | 8 | | | 8 | 8 | | 8 | | 8 | | | |
| PISO 9 | | 8 | | | 8 | 8 | | 8 | | 8 | | | |
| PISO 10 | | 6 | | | 6 | 6 | | 6 | | 6 | | | |
| PISO 11 | | 7 | | | 7 | 6 | | 6 | | 6 | | | |
| PISO 12 | | 5 | | | 5 | 4 | | 4 | | 4 | | | |
| PISO 13 | | 5 | | | 5 | 4 | | 4 | | 4 | | | |
| PISO 14 | | 5 | | | 5 | 4 | | 4 | | 4 | | | |
| PISO 15 | | 5 | | | 5 | 4 | | 4 | | 4 | | | |
| TOTAL (PIEZAS SANITARIAS) = | 3 | 105 | 0 | 3 | 113 | 100 | 0 | 104 | 0 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| Gasto mínimo Piezas Sencillas (l/seg) | | 15.75 | 0.00 | | 22.60 | 25.00 | 0.00 | 20.80 | 0.00 | 30.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| Gasto mínimo Flux (l/seg) | 4.50 | | | 1.50 | | | | | | | | | |
| Caudal Total Piezas Sencillas(lit/seg) = | | 114.15 | | No. Piezas= | | | 522 | Factor = | | 20% | | | 22.830 |
| Caudal Total Piezas Flux(lit/seg) = | | 6.00 | | No. Piezas= | | | 6 | Factor = | | 50% | | | 3.000 |
| Caudal Total instantáneo (Flux +Sencillas) = 25.830 lts/s = 25.90 lts/seg = 411 GPM | | | | | | | | | | | | | |
| Caudal Instantáneo (Lavamanos + Duchas) = 8.68 lts/seg | | | | | | | | | | | | | |

%Caudal Instantáneo (Duchas y lavamanos) vs Caudal Total = 34%
El caudal Instantáneo de Lavamanos y Duchas Representa el 34% del Caudal Instantáneo Total

Por lo tanto como el caudal de Duchas y Lavamanos representa el 34% del caudal total. Se debe multiplicar el consumo máximo diario por este porcentaje, para determinar el caudal que ingresa al sistema de tratamiento:

$$\text{Consumo Diario} = 40800 \text{ l/d} * 0.34 = 13.872 \text{ l/d}$$

$$\text{Consumo Máximo Diario} = 1.5 \times 13872 = 20808 \text{ l/d}$$

$$\text{Consumo Máximo Horario} = 2 \times 13872 = 27.744 \text{ l/d} = 0.32 \text{ lts/seg}$$

Para la depuración de las aguas residuales se propone un sistema anaeróbico.

3.7.3.2 Descripción del sistema propuesto.

Se ha considerado un Sistema de Tratamiento Anaeróbico compuesto por Tanque Séptico de Doble Cámara, y Filtro Anaerobio, la descarga final se reutilizará para Riego de áreas verdes. Anexo 5.

Digestor Anaerobio: los digestores anaerobios o cámaras sépticas son decantadores de sólidos gruesos y retenedores de materia flotante, en donde la materia orgánica se convierte biológicamente en ausencia de oxígeno disuelto, en metano y CO₂.

Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente: Es una columna rellena de diversos tipos de medios sólidos que se utiliza para el tratamiento de la materia orgánica carbonosa contenida en el agua residual. El agua a tratar fluye en sentido ascendente entrando en contacto con el medio sobre el que se desarrollan y fijan las bacterias anaerobias. El medio filtrante o relleno puede ser de piedra grava o material plástico.

Las características de este Tipo de Sistemas Anaeróbicos son:

Requiere de poca área de terreno en comparación con otros sistemas como lagunas de estabilización.

No presenta malos olores por ser sistemas cerrados

Sistema de Operación y mantenimiento de fácil aplicación.

Frecuencia de mantenimiento espaciado.

El Digestor Anaeróbico funcionará como sedimentador, trampa de grasas y digestor de lodos y materia orgánica, por lo que reducirá la Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Sólidos Suspendidos, Sólidos Sedimentables, Aceites y Grasas, Coliformes Fecales, etc.

El Filtro Anaerobio de Flujo Ascendente funcionará como reductor de la materia orgánica disuelta por acción de las bacterias que se acumulan y desarrollan su película biológica en el filtro de grava, por lo que reducirá la DBO y DQO disuelta y Coliformes Fecales.

De acuerdo a las Normas de la ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, los porcentajes de remoción de los contaminantes más significativos son los siguientes:

| PARÁMETRO | % DE REMOCIÓN DEL SISTEMA. Digestor anaerobio+Filtro Anaerobio |
|---------------------|---|
| DBO | 85 |
| DQO | 79 |
| Sólidos Suspendidos | 86 |
| Materia Flotante | 100 |
| Aceites y Grasas | 100 |
| Coliformes | 90 |

Con estos porcentajes de remoción se cumplirá con las normas establecidas en el Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria (TULAS), Libro VI, Anexo 1, Tabla 12, Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce, los cuales son los siguientes:

Tabla 12. Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

| PARAMETRO | Límite Máximo Permisible. |
|---------------------------|---------------------------|
| DBO, mg/l | 100 |
| DQO, mg/l | 250 |
| Sólidos Suspendidos, mg/l | 100 |
| Materia Flotante | Ausencia |
| Aceites y Grasas, mg/l | 0,3 |
| Coliformes, NMP/100 ml | Remoción > 99,9 % |

3.7.3.3 Cálculo del Tanque Séptico y Filtro Anaerobio

Tanque Séptico.-

Para el cálculo del Tanque Séptico se emplearon los criterios de las Normas Brasileñas:

La Fórmula según las Normas es.

$$Vu = 1.3 * N * (C * T + 100Lf)$$

De donde:

Vu = Volumen útil del Tanque séptico (litros)

N = Número de Contribuyentes (200 personas)

C = Contribución Unitaria de desagüe por persona (69 lts/per/día)

T = Tiempo en día (0.54 día)

Lf = Lodo fresco (1)

Aplicando la Fórmula tenemos que:

V = 35.687 litros; para el diseño se redondea a un Volumen de:

$$V = 36.000 \text{ Litros}$$

FILTRO ANAEROBICO

Para el cálculo de las dimensiones del filtro anaerobio utilizamos la formula:

$$V = 1,6 \times C \times N \times T.$$

De Donde :

V = Volumen del Filtro

C = Contribución Diaria (69 Lts/día/persona)

N = Número de Contribuyentes (200 personas)

T = Tiempo de Retención (0.54día)

Aplicando la Fórmula obtenemos que: $V = 8.908$ Litros

Se adopta un Volumen de Diseño de seguridad del 33.85%

$$V = 11.923 \text{ Litros}$$

Se ha diseñado un Tanque Séptico y Filtro Anaerobio de las dimensiones indicadas en el plano de detalles el cual cumple ampliamente los requerimientos del Proyecto.

Operación y mantenimiento

El sistema de tratamiento compuesto por Digestor Anaeróbico y Filtro Anaeróbico de Flujo Ascendente requiere de un mantenimiento mínimo.

3.7.3.4 Operación del sistema de tratamiento.

El sistema de tratamiento compuesto por digestor anaeróbico y filtro anaeróbico de flujo ascendente opera de la siguiente manera:

Digestor Anaeróbico:

El Digestor Anaeróbico que funciona como sedimentador de sólidos, trampa de grasas y flotantes y digestor de materia orgánica biodegradable, una vez que recibe el agua residual trabaja por diferencia de nivel, y no necesita operación adicional.

Una vez que el agua ingresa a la primera cámara, pasa a través de los 2 o 3 o 4 conductos abiertos que depende del sistema, ubicados cada 0,30 m. de separación y a una altura de 1,20 m. desde el fondo de la cámara, quedando a 0,30 m. desde el nivel de agua.

Por lo tanto los sólidos sedimentarán en esta primera cámara y los flotantes serán retenidos en la parte superior.

Los sólidos que pasen a la segunda cámara seguirán sedimentando, e igualmente los flotantes que pasen a esta segunda cámara, serán retenidos, debido a que en la salida de esta cámara tendrá instalado una TEE con una prolongación de tubería hasta 0,40 m. por debajo del nivel del agua. Este tubo se lo puede alargar hasta 0,9 m. por debajo del nivel de agua en la cámara. La mitad del nivel de agua en el Digestor.

Por lo tanto de la caja de distribución de agua residual hacia el filtro anaeróbico, solo deberá pasar agua residual con los contaminantes disueltos.

Filtro Anaeróbico de Flujo ascendente:

Los filtros anaeróbicos de flujo ascendente, reciben el agua residual desde la caja de distribución de caudales por la parte inferior del filtro, donde se ubican los pilaretes que sostienen las losetas prefabricadas, y éstas a su vez soportan el relleno de grava, que es donde se va a desarrollar la actividad bacteriana.

El agua residual pasa a través de las losetas prefabricadas por agujeros de 1 pulgada de diámetro, distribuidos cada 0,12 m. entre cada uno.

La piedra grava debe ser de 5 a 7 cm. para que no pase a través de los agujeros de circulación de agua residual.

Una vez que empieza la operación del filtro anaeróbico de flujo ascendente en que el agua circula de abajo hacia arriba, empieza la actividad bacteriana.

La bacteria anaerobia, que se desarrolla en ausencia de oxígeno disuelto en el agua residual, se empieza a adherir en la piedra grava y se desarrolla una película biológica, que aumenta según se va alimentando la bacteria anaerobia.

Esta bacteria anaerobia toma el oxígeno de los compuestos químicos orgánicos e inorgánicos presentes en el agua residual, y los consume junto con la materia orgánica biodegradable disuelta en el agua residual, para su crecimiento y reproducción.

El agua residual una vez que pasa por el lecho de grava filtrante asciende hacia una canaleta recolectora de agua ubicada a 0,30 m. por encima de la grava. Esta canaleta conduce el agua tratada hacia la caja de inspección final y desde ésta se descargará hacia el pozo de absorción que es donde se infiltra toda el agua tratada.

3.7.3.5 Mantenimiento del sistema de tratamiento.

Mantenimiento preventivo

Son instrucciones que deben ejecutarse sistemáticamente, con periodicidad definida. Son las siguientes:

- Se deben inspeccionar las partes internas del sistema de tratamiento, para verificar la acumulación de residuos gruesos, taponamientos, filtraciones, y otros, y tomar las medidas correctivas de ingeniería, según sea el caso:

Cajas de inspección de entrada a los filtros anaeróbicos y salida de éstos, cada mes; y,

Digestor anaeróbico y filtro, cada 6 meses.

- Mantenimiento periódico de los componentes del sistema de tratamiento, con limpieza y desobstrucción de las unidades del sistema:

Cajas de inspección de distribución y entrada a al filtro anaeróbico, cada mes; y,

Digestor anaeróbico, de 1 a 2 años, dependiendo del volumen de acumulación de sedimentos.

Filtro anaeróbico de flujo ascendente, de 6 meses a 1 año, dependiendo del nivel de obstrucción del relleno de grava.

- Cuando se abran las cajas y tapas de inspección del sistema de tratamiento, dejar abierto durante 15 minutos para dejar escapar al ambiente los gases acumulados en el interior del sistema, antes de acercarse a realizar una inspección visual o una labor de mantenimiento.

Mantenimiento del sistema.

Digestor Anaeróbico:

En el digestor anaeróbico se van a acumular los desechos sólidos en el fondo de la primera cámara, y menos cantidad en el fondo de la segunda cámara.

Asimismo se acumularán los flotantes y aceites y grasas en el nivel de agua superior de la primera cámara y otra parte de éstos en el nivel de agua superior de la segunda cámara.

Las grasas y aceites con el tiempo se endurecen y se pueden extraer de manera mecánica por la parte superior de las 2 cámaras, abriendo las tapas de inspección, y retirando las grasas y aceites y flotantes con palas, rastrillos, mallas, etc. Una vez retiradas las grasas y aceites deben depositarse en un tanque metálico o plástico, mezclarse con arena y cal en partes iguales, depositarlas en fundas de alta densidad o sacos impermeables y evacuarlas en los carros recolectores de basura de la ciudad.

Los lodos sedimentados generalmente se digieren solos, por lo que los períodos de limpieza de estos digestores anaeróbicos son muy prolongados, de varios o muchos años.

El primer año debe realizarse una inspección cada 6 meses, y dependiendo de la altura de acumulación de lodo encontrado se puede calcular como va creciendo la acumulación de lodos y establecer un período de inspección más prolongado.

Para determinar la velocidad de acumulación de los lodos en el fondo de las 2 cámaras del digestor anaeróbico, se debe inspeccionar la primera cámara abriendo o desplazando la tapa de inspección que se encuentran a la entrada, en el centro y al final. Igualmente la segunda cámara se debe inspeccionar en las 2 tapas existentes al inicio y final de ésta. Se medirá la altura de los lodos en las 2 cámaras en cada una de las tapas mencionadas para inspección, y se establecerán los niveles de lodo acumulado.

Para medir la altura de los lodos en las diferentes secciones de las 2 cámaras del digestor anaeróbico, se deben tener 5 varillas de acero de cualquier diámetro a las que previamente se ha forrado con una tela blanca, considerando la profundidad del agua de 1,8 m., la varilla de acero debe ser de 3 a 4 metros de longitud y estar forrada con tela blanca hasta una altura de 2 metros por lo menos. Se ingresa suavemente la varilla forrada por la tapa abierta, se desliza sin causar turbulencia ni agitación del agua hasta que tope el fondo del digestor, se deja unos minutos, luego se saca lentamente. El lodo acumulado en el fondo del digestor se impregna en la tela blanca de la varilla, y se podrá medir la altura del lodo. Una varilla se utilizará para cada tapa de inspección abierta.

Con estas mediciones podemos establecer como se está acumulando el lodo en el fondo del digestor anaeróbico, reprogramar las inspecciones y mediciones, e incluso determinar los períodos de limpieza. Cuando la altura promedio del lodo en todo el digestor llegue a $\frac{1}{3}$ del nivel del agua, debe extraerse el lodo acumulado en el fondo del digestor, para lo cual se debe contratar los servicios de un carro succionador llamados hidrocleaners de lodos o aguas servidas. Como el nivel del agua en el digestor es de 2,10 metros, para extraer los lodos

del digestor, éstos deben tener una altura promedio a lo largo de cada una de las cámaras de 0,6 metros.

Los lodos extraídos por el hidrocleaners, deben ser evacuados en plantas de tratamiento de aguas servidas de la ciudad.

No se debe usar ningún tipo de desinfectante para limpieza del Digestor Anaeróbico.

Filtro Anaeróbico de Flujo Ascendente:

El agua residual que proviene del digestor anaeróbico es conducida, a través de una caja de distribución hacia la caja de inspección profunda que se encuentran a la entrada de cada filtro anaeróbico.

El agua residual ingresa por la parte inferior de cada filtro anaeróbico, se distribuye entre los pilaretes (0,20 x 0,20 m.) que tienen una separación de 0,50 m. y sube a través de los orificios de 1 pulgada de diámetro y 0,12 m. de separación de las losetas prefabricadas, y se distribuye por el lecho de piedra grava. Luego el agua pasa el filtro de grava y se evacua a través de la canaleta recolectora de la parte superior del filtro anaeróbico, a 0,30 m. de la piedra grava.

Cuando la película biológica (bacterias) se encuentra en exceso, el filtro de grava se empieza a taponar, por lo que se hace necesario un retrolavado del filtro de piedra grava.

Cuando se realiza la inspección preventiva cada 4 meses en la caja de inspección final de cada filtro anaeróbico, el agua debe salir sin sedimentos. Cuando en este efluente final se observa una película blanquecina, con apariencia a lama blanca, es porque la película biológica se encuentra en exceso y parte de ésta se está desprendiendo, y es arrastrada junto con el agua residual tratada.

Cuando esto sucede, debe realizarse un retrolavado, tapando la entrada de agua al filtro anaeróbico, ingresando una manguera de 2 pulgadas de diámetro a

través de la tubería de ingreso de agua al filtro que es de 6 pulgadas, conectar la manguera de 2 pulgadas a una bomba de succión y extraer el agua del filtro anaeróbico. Una vez seco el filtro se debe adicionar agua por la parte superior del filtro y seguir bombeando el agua por la parte inferior con la bomba de succión, hasta remover parte de la película biológica en exceso. Nunca se debe retirar el total de la película biológica acumulada entre la piedra grava.

Una vez realizado el retro lavado, conectar nuevamente el filtro al sistema de tratamiento y dejar en operación.

Por ser estos retrolavados generalmente una vez al año, el agua residual generada del retrolavado se puede descargar al curso de agua dulce donde descarga el sistema de tratamiento en operación.

No se debe usar ningún tipo de desinfectante para limpieza del Filtro Anaeróbico de Flujo Ascendente.

Conclusiones.

1. El sistema de reutilización de aguas residuales domésticas le permite al usuario ahorrarse (6.5 L/día edificio) del agua que consume en el hogar y al mismo tiempo contribuye con la preservación del medio ambiente y con el uso racional del agua.
2. Los indicadores de calidad evaluados en el agua tratada que ha de reutilizarse en los diferentes usos muestran que el olor, el color, los detergentes, la materia orgánica, la dureza y los sólidos se removieron a valores que la hacen apta para el uso en sistema de riego de áreas verdes, y limpieza.
3. El sistema genera ahorros que pagan la inversión inicial y el mantenimiento periódico. Se recupera la inversión en un tiempo que depende del estrato socioeconómico y de la intensidad de uso del servicio de agua.
4. Este sistema es más viable para un edificio o un conjunto residencial que para una sola residencia, aunque sigue siendo ambientalmente bienvenido.

Recomendaciones.

1. El constante mantenimiento de la planta de tratamiento anaeróbica asegurara un buen funcionamiento y un óptimo aprovechamiento del agua regenerada, es importante explicar el funcionamiento del sistema a los habitantes del edificio para garantizar una confiabilidad en el uso del agua regenerada en los diferentes aspectos a utilizarla.
2. Deberá realizarse una memoria técnica de utilización, mantenimiento, y aspectos técnicos de la planta de tratamiento para ser utilizada por la administración del edificio. Se requerirá de visitas periódicas de al menos 2 veces al año de un Ingeniero experto en sistemas de tratamiento de aguas depuradas para revisar y garantizar el funcionamiento del sistema de reutilización de aguas residuales.
3. El agua tratada se podrá reutilizar de manera confiable en el riego de áreas verdes y limpieza, se deberá implementar señaléticas que indiquen que el agua es regenerada para evitar la ingesta de personas que no conozcan del sistema implantado en el proyecto.

Bibliografía.-

1. Granados Robayo, J. (2011). Hidráulica de edificaciones, Colombia: Unibiblos.
2. Isla de Juana, R. (2005). Proyectos de plantas de tratamiento de aguas, España: Biblioteca técnico científica.
3. Kestler, Patricia. (2004), "uso, reúso y reciclaje del agua residual en una vivienda. En su medición de la reutilización. Investigación de pre-grado, Universidad Rafael Landivar, Guatemala, Guatemala.
4. Marin Galvin, R. (2013). Proceso fisicoquímicos de depuración de aguas, España: Sevilla
5. Mejía Garcés, Francisco. (2004), Reutilización de aguas domesticas. Investigación de maestría, Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín, Colombia.
6. Pereira de Brito, Luis. (2007), Investigación sobre reutilización de aguas residuales para fines urbanos (recreativos y limpieza varias), con vista a justificar una propuesta de normativa. Investigación de Doctorado, E.T.S.I, Sevilla, España.
7. Reyero Cobo, J. (2010). Regeneración, reúso y reutilizaciones de aguas residuales, España: Castillejo
8. Romero Rojas, Jairo. (2009), Tratamiento de aguas residuales. Teoría y principio de diseño. Investigación de pre grado, Universidad Santiago de Cali, Cali, Colombia.
9. Seguí Amortegui, Luis. (2004), Sistema de regeneración y reutilización de aguas residuales. Metodología para el análisis técnico-económico y casos. Investigación de Doctorado, Universidad Politécnica de Catalunya, Barcelona, España.

10. Trapoje, A. (2011). Depuración de aguas residuales urbanas, España: Universidad de Alicante.

Buenas Tareas Inc. (2013). *Tipos de reúsos de aguas residuales*. Recuperado el 16 de Enero del 2013, de <http://www.buenastareas.com>

BVSDE Desarrollo sostenible Inc. (2009). *Reúso del agua*. Recuperada el 12 de Enero del 2013, de <http://www.bvsde.paho.org>

BVSDE Inc. (2012). *Agua potable para comunidades rurales, reúso y tratamiento avanzados de aguas residuales domesticas*. Recuperado el 16 de Enero del 2013, de <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsair/e/repindex/rep84/vleh/fulltext/acrobat/agua.pdf>

Colegio de médicos Argentina. (2012). *Aprovechamiento de aguas residuales tratadas*. Recuperada el 13 de Enero del 2013, de <http://www.colmed6.org.ar>

Florsheim, I. (2012). *Informe citado de auditoría*. Recuperado el 11 de Enero del 2013, de <http://www.interagua.com.ec/>

FLUIDRA Inc. (2013). *Tecnología de electrodesioniacion*. Recuperado el 17 de Enero del 2013, de www.magrama.gob.es

Hernández, F (2005). *Estudio de viabilidad para proyectos de reutilización de aguas residuales*. Recuperado el 15 de Enero del 2013, de <http://www.alde.es/encuentros/anteriores/xiiiieea/trabajos/pdf/199.pdf>

Igme, J. (2010). *Reutilización de aguas residuales*. Recuperado el 10 de Enero del 2013, de http://aguas.igme.es/igme/publica/libro33/pdf/lib33/cap_2_a.pdf

LENNTECH Inc. (2013). *Nanofiltración y osmosis inversa*. Recuperado el 16 de Enero del 2013, de <http://www.lenntech.es/nanofiltracion-y-osmosis-inversa.htm>

INFOHORECO Inc. (2013). *Tecnologías de membranas*. Recuperado el 17 de Enero del 2013, de <http://www.infohoreco.es/html/files/pdf/amb/iq/443/IQENE8.pdf>

MAGRAMA Inc. (2013). *Tecnología de electrodiálisis reversible*. Recuperado el 16 de Enero del 2013, de www.magrama.gob.es

Marcilli, A. (2005). *Tratamiento de aguas residuales*. Recuperado el 11 de Enero del 2013, de <http://www.tierramor.org/Articulos/tratagua.htm>

Mujeriego, R. (2004, Diciembre 9). *La reutilización planifica del agua*. Recuperado el 5 de Enero del 2013, de <http://www.canagua.com/es/pdf/reutilizacion.pdf>

Mujeriego, R. (2013). *Ensayo de reutilización de aguas residuales*. Recuperado el 15 de Enero del 2013, de <http://es.wikibooks.org>

Naves, G. (2011). *El agua en el mundo*. Recuperado el 12 de Enero del 2013, de upcommons.upc.edu/.../informe-tesina-glacia-naves-pimentel18-01-

NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL PARA EL MANEJO Y DISPOSICION FINAL DE DESECHOS SOLIDOS NO PELIGROSOS Inc. (1997). *Norma de calidad ambiental Ecuador*. Recuperado el 17 de Enero del 2013, de http://www.disaster-info.net/PED-Sudamerica/leyes/leyes/suramerica/ecuador/medamb/NORMA_DE_CALIDAD_AMBIENTAL.pdf

Organización de las Naciones Unidas para la agricultura Inc. (2000-2005). *Prácticas para un adecuado riego con aguas residuales*. Recuperado el 14 de Enero del 2013, de http://www.fao.org/index_es.htm

Pereira de Brito, L. (1997). *Investigación sobre reutilización de aguas residuales para fines urbanos, con vista a justificar una propuesta de normativa*. Recuperado el 10 de Enero del 2013, de <http://oa.upm.es/1288/>

Prieto, T. (2012). *El agua en el mundo*. Recuperado el 14 de Enero del 2013, de <http://upcommons.upc.edu>

TIERRA Inc. (2013). *Tecnologías de tratamiento de aguas residuales*. Recuperado el 16 de Enero del 2013, de <http://tierra.rediris.es>

Torrallbo, M. (2012). *Tecnología de ultrafiltración*. Recuperado el 16 de Enero del 2013, de <http://www.moraltorrallbo.com/productos/aguas-grises/>

UNIVERSIDAD POLITECNICA DE CARTAGENA Inc. (2012). Dimensionado Hidrosanitario. Recuperado el 17 de Enero del 2013, de http://ocw.bib.upct.es/pluginfile.php/5866/mod_resource/content/1/Tema_Suministro_de_agua3.pdf

XICOCHIMALCO Inc. (2013). *Tipos de plantas de tratamiento de agua*. Recuperado el 16 de Enero del 2013, de <http://xicochimalco.com/ecologia/tipos-de-plantas-de-tratamiento-de-agua>

Zamora, D. (2012). *Reactores biológicos de membranas*. Recuperado el 16 de Enero del 2013, de http://portalsostenibilidad.upc.edu/detall_01.php?id=23&numapartat=1