



ESPE

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
INNOVACIÓN PARA LA EXCELENCIA

DEPARTAMENTO DE SEGURIDAD Y DEFENSA

TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
LICENCIADO EN CIENCIAS AERONÁUTICAS MILITARES

AUTORES: CADETE ZORRILLA GONZALEZ, RICARDO
EFRAIN

TEMA: DIAGNOSTICO DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS
GRISES DE LA INFRAESTRUCTURA HABITACIONAL Y
ACADÉMICA DE LOS CADETES ESMA 2010-2012 Y
PROPUESTA PARA LA REUTILIZACIÓN Y CREACIÓN DE
ÁREAS VERDES.

DIRECTOR: CAPT. ORTIZ, ALVARO
CODIRECTOR: MSC. GUALE, GLENDA

SALINAS, OCTUBRE 2013

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
ADMINISTRACIÓN AERONÁUTICA MILITAR

CERTIFICADO

CAPT. ALVARO ORTIZ (DIRECTOR)
MSC. GLENDE GUALE (CODIRECTOR)

CERTIFICAN

Que el trabajo titulado “**DIAGNOSTICO DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS GRISES DE LA INFRAESTRUCTURA HABITACIONAL Y ACADÉMICA DE LOS CADETES ESMA 2010-2012 Y PROPUESTA PARA LA REUTILIZACIÓN Y CREACIÓN DE ÁREAS VERDES**” realizado por los Señores CADETE ZORRILLA GONZALEZ RICARDO EFRAIN, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple normas estatutarias establecidas por la ESPE, en el Reglamento de Estudiantes de la Escuela Politécnica del Ejército.

Debido a que constituye un trabajo de excelente contenido científico que coadyuvará a la aplicación de conocimientos y al desarrollo profesional de nuestros cadetes, Si se recomienda su publicación.

El mencionado Proyecto de Tesis consta de DOS documentos empastados y DOS discos compactos los cuales contienen los archivos en formato portátil de Acrobat (PDF). Autorizan al Señor CADETE ZORRILLA GONZALEZ RICARDO EFRAIN a que lo entregue al ING. FERNANDO COBA TEANGA en su calidad de Director de Carrera.

Salinas, Octubre del 2013

ALVARO ORTIZ
CAPT. ESP. AVC.
DIRECTOR

GLENDA GUALE
MASTER
CODIRECTOR

UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS
ADMINISTRACIÓN AERONÁUTICA MILITAR

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

KDTE. ZORRILLA GONZALEZ RICARDO EFRAIN

DECLARAMOS QUE:

El proyecto de grado denominado **“DIAGNOSTICO DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS GRISES DE LA INFRAESTRUCTURA HABITACIONAL Y ACADÉMICA DE LOS CADETES ESMA 2010-2012 Y PROPUESTA PARA LA REUTILIZACIÓN Y CREACIÓN DE ÁREAS VERDES”**, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan el pie de las páginas correspondiente, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

Consecuentemente este trabajo es de nuestra autoría.

En virtud de esta declaración, nos responsabilizamos del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Salinas, Octubre del 2013

ZORRILLA G. RICARDO E.
KDTE. PLTO. AVC.

UNIVERSIDAD DE LA FUERZAS ARMADAS
ADMINISTRACIÓN AERONÁUTICA MILITAR

AUTORIZACIÓN

YO, KDTE. ZORRILLA GONZALEZ RICARDO EFRAIN,

Autorizamos a la Universidad de las Fuerzas Armadas la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo **“DIAGNOSTICO DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS GRISES DE LA INFRAESTRUCTURA HABITACIONAL Y ACADÉMICA DE LOS CADETES ESMA 2010-2012 Y PROPUESTA PARA LA REUTILIZACIÓN Y CREACIÓN DE ÁREAS VERDES”**, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría.

Salinas, Octubre del 2013

ZORRILLA G. RICARDO E.
KDTE. PLTO. AVC.
C.I.

DEDICATORIA

Todo proceso social tiene como eje al ser humano, cuyas facultades físicas, intelectuales y espirituales le permiten interactuar en todos los espacios de su vida.

Afortunadamente para mí, he podido desarrollar a través del tiempo mis sentimientos, habilidades y capacidades que definitivamente fueron moldeadas por una persona maravillosa que me gestó en su entrañas, y que desde allí inyectó lentamente a mi ser todas esas ganas de vivir, de crecer, de aprender, y de amar y servir a mis semejantes.

Por ello en honor a todas las hermosas enseñanzas que me heredó este ser tan especial, dedico con todo mi amor el presente trabajo investigativo a mí querida madre: Ing. Annabell González Solano

Ricardo Efraín

AGRADECIMIENTO

Uno de los sentimientos más maravillosos y valiosos que no puede ser dejado atrás por el ser humano es la gratitud que nos merecen aquellas personas que en el trayecto de nuestra vida han sido y son un apoyo, un auxilio, una mano generosa, un criterio oportuno, una idea motivadora, un pensamiento reflexivo, una luz a nuestra mente.

Por ello y para ellos: Tutor de Tesis: CAPT. ESP. AVC ORTIZ ÁLVARO, presento mis sinceros sentimientos de consideración y agradecimiento por su guía, colaboración y prestancia siempre puesta de manifiesto en mis vivencias de aprendizaje académico.

Ricardo Efraín

COMPROMISO

Yo, RICARDO EFRAÍN ZORRILLA GONZÁLEZ con C.I. No. 131207636-5 ante ustedes declaro que esta tesis es fruto de mi trabajo y no contiene material previamente publicado o escrito por otros a excepción del material donde se ha hecho reconocimiento debido del texto.

ZORRILLA RICARDO

KDTE. PLTO. AVC.

ÍNDICE

Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	5
Compromiso.....	6
Resumen.....	11
Introducción.....	14
II. Problematización.....	16
a. Presentación del tema.....	16
b. Planteamiento del problema.....	17
c. Justificación.....	19
d. Objetivos.....	20
III. Marco teórico.....	21
a. Antecedentes del tema.....	21
b. Enfoque teórico.....	23
c. Idea a defender.....	23
IV. Metodología.....	24
a. Tipo de estudio.....	24
b. Procedimientos.....	25
c. Procesamiento y análisis.....	26
CAPÍTULO I.....	1
1. Antecedentes.....	1
1.1. fundamentos teóricos.....	3
a) Aguas Grises.....	3
b) Reciclaje.....	4
c) Diseño de un Sistema de Reciclaje.....	5
d) Tratamiento.....	6
e) Etapas del Tratamiento.....	8
f) Sistemas de Tratamiento Biológico.....	9
g) Sistemas de Tratamiento con Desinfección Ultravioleta.....	29

CAPITULO II.....	36
2.1 Situación Actual	36
2.1.1. Situación de las Villas de Cadetes	41
2.1.2. Análisis de la obtención de aguas grises para su tratamiento	45
2.2. Diagnostico	46
2.2.1. Metodología de Investigación.....	47
2.3. Análisis e Interpretación de Resultados	55
 CAPITULO III	 68
3. Propuesta.....	68
3.1. Tema	68
3.2. Unidad de Administración Financiera.....	68
3.3. Localización Geográfica.....	68
3.4. Análisis de la Situación Actual (diagnóstico).....	68
3.5. Antecedentes.....	69
3.6. Justificación.....	70
3.7. Beneficiarios	71
3.8. Proyectos Relacionados y/o complementarios	71
3.9. Objetivos	71
3.9.1. Objetivo general.....	71
3.9.2. Objetivos específicos.....	71
3.10. Metas.....	72
3.11. Actividades.....	72
3.12. Estimación de costos de la instalación.....	84
3.13. Cronograma valorado de actividades para la reutilización de las aguas grises.....	88
3.14. Duración del proyecto y vida útil.....	88
3.15. Indicadores de resultados alcanzados	89
3.16. Impacto ambiental	91
3.17. Autogestión y sostenibilidad.....	92
4. Conclusiones y recomendaciones.....	84
5. Bibliografía.....	84
6. Anexos	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de una planta de reciclaje	6
Figura 2 Diagrama de tratamiento de aguas grises	7
Figura 3 Un sistema subterráneo típico de humedales construidos.....	10
Figura 4 Sistemas de drenajes enramados	12
Figura 5 Circulo de plátanos	13
Figura 6 Humedales.....	15
Figura 7 Humedales externos	16
Figura 8 Sistema de riegos ahorradores de agua	18
Figura 9 Sistema de riego con cintas.....	19
Figura 10 Formas de recolectar el agua	24
Figura 11 Funcionamiento del sistema de desinfección	30
Figura 12 Efecto de los rayos UV con el agua	30
Figura 13 Tubos de rayos UV	31
Figura 14 Componentes del sistema de desinfección Formas de recolectar el agua	34
Figura 15 Situación geográfica de Salinas.....	36
Figura 16 Situación geográfica de Salinas.....	37
Figura 17 Sector central de la ESMA.....	38
Figura 18 Villas de cadetes.....	40
Figura 19 Sistema único de tuberías para la recolección de las aguas grises y negras.....	41
Figura 20 Maquina de radiación U.V.....	65
Figura 21 Trampa de grasa Detalle de trampa de grasa	68
Figura 22 Detalle de fosa séptica de grasa Detalle de trampa de grasa..	69
Figura 23 Tanques de cisterna de 6.8 m3 Detalle de trampa de grasa	71
Figura 24 Ubicación de la propuesta Detalle de trampa de grasa	80
Figura 25 Componentes y sistema de distribución de agua Detalle de fosa séptica de grasa Detalle de trampa de grasa	80
Figura 26 Distribución de zonas de áreas verdes Detalle de trampa de grasa.....	84

ÍNDICE DE GRAFICOS

Grafico 1 Porcentaje de encuesta #1	55
Grafico 2 Porcentaje de encuesta #2.....	57
Grafico 3 Porcentaje de encuesta #3.....	58
Grafico 4 Porcentaje de encuesta #4.....	59

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Consumo de agua últimos 7 meses	54
Tabla 2 Porcentaje de pregunta #1	55

Tabla 3 Porcentaje de pregunta #2.....	56
Tabla 4 Porcentaje de pregunta #3.....	58
Tabla 5 Porcentaje de pregunta #4.....	59
Tabla 6 Consumo promedio de agua.....	66
Tabla 7 Cotización de costos de la propuesta	77
Tabla 8 Porcentaje de agua reutilizada.....	81
Tabla 9 Estimación de la diferencia de descarga cloacal	81
Tabla 10 Estimación de los costos de mantenimiento y electricidad	82
Tabla 11 Estimación del gasto de agua por baño	82
Tabla 12 Estimación del gasto de agua por baño	83

ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS

Fotografía 1. Lavamanos de la villa #2	42
Fotografía 2. Inodoros de la villa #2.....	42
Fotografía 3. Lavados de la villa #3	43
Fotografía 4. Inodoros de la villa #3.....	43
Fotografía 5. Duchas de la villa #3.....	44
Fotografía 6. Baños del corredor de las aulas	44
Fotografía 7. Baños de la sección evaluación	45
Fotografía 8. Baños de la sección evaluación	45

RESUMEN EJECUTIVO

Este trabajo de investigación, tiene como propósito presentar una propuesta de reutilización de las aguas grises que han sido utilizadas por los cadetes de la Escuela Superior Militar de Aviación, para disminuir los gastos económicos y mejor la administración y el desperdicio del líquido vital la mismas que servirán para el riego de la implementación de zonas verdes para la recreación de cadetes y del personal de la Institución militar, lo que es considerado como una contribución al mejoramiento habitacional laboral para alcanzar la excelencia académica mejorando el estilo de vida de sus ocupantes .

Es lógico entender que el sistema de la reutilización de aguas grises no es apto para el consumo humano, pero por medio de una serie de procesos de filtración y digestión microbiana se la puede utilizar para proporcionar agua para el lavado o inodoros; y, algunas de las aguas grises pueden aplicarse directamente desde el fregadero para el jardín o campo de contenedor, recibiendo antes un tratamiento adicional de raíces de planta. Como se ha podido constatar que a lo largo de proyectos que ha desarrollado la ESMA, se ha podido determinar que hasta el día de hoy no se ha realizado un estudio sobre el tratamiento de las aguas grises, quizá porque no se consideró útil su función desconociendo las ventajas que aportan al sistema de mantenimiento de la Escuela.

Se conoce que las aguas dulces que viene de lagos y ríos son de gran ayuda pero cada vez quedan menos por la contaminación provocada por el hombre, y porque la zona donde se ubica la ESMA es eminentemente seca y la única agua que existe y abunda en mayor cantidad es la del mar, pero el proceso de desalinización y purificación es muy costosa; en tal razón, esta investigación se fundamenta en la preservación del medio ambiente, debido a que en los últimos años, el nivel de globalización se ha incrementado desencadenado la escases de agua, amenazando así la supervivencia de los seres humanos.

En consecuencia la implementación del sistema de reutilización de aguas grises es fundamental ya que es un factor amigable con el medio ambiente y es una estrategia útil para desarrollar el ahorro de agua dentro de la ESMA, para lo cual se debe ejecutar en el menor tiempo posible, un sistema de tratamiento de aguas grises y aprovecharlo al máximo, porque está a nuestro alcance al saber que el 65% del agua que entra a la

Escuela se convierte en agua residual. Finalmente, en una visión prospectiva serán analizados los resultados, los beneficios y las consecuencias de la implementación del sistema de tratamiento de las aguas grises que se producen en la ESMA.

ABSTRACT

This research work, aims to present a proposal of the greywater that have been used by cadets of the school higher military aviation, to decrease expenditures economic and better administration and the vital liquid waste the same that will be used for the irrigation of the implementation of green areas for recreation of cadets and staff of the military institution which is considered as a contribution to the employment home improvement to achieve academic excellence by improving the way of life of its occupants.

It is logical to understand that the reuse of greywater system is not suitable for human consumption, but through a series of processes of filtration and microbial digestion can use it to provide water for washing or toilets; and, some of greywater can be applied directly from the sink to the garden or field of container, before receiving an additional treatment of plant roots.

As it has been established that over projects developed by ESMA, is has determined that until today not been a study on the treatment of grey water, perhaps because it was not considered useful function without knowing the advantages that contribute to the maintenance of the school system.

Fresh waters coming from lakes and rivers are of great help but increasingly are less known by the pollution caused by the man, and because the area where is located the ESMA is predominantly dry and the only water that exists and is abundant in greater quantity is that of the sea, but the desalination and purification process is very expensive; in this reason, this research is based on the preservation of the environment, due to the fact that in recent years, the level of globalization has increased triggered the scarcity of water, thereby threatening the survival of human beings.

Accordingly implementation of greywater system is essential since it is friendly with the environment and is a useful strategy for developing saving water in the ESMA, which should run in the shortest possible time, a greywater treatment system and make it the most, because it is within our reach to know that 65 of the water entering the school becomes in residual water.

Finally, in a prospective vision will be analyzed the results, benefits and consequences of the implementation of the system of treatment of grey water produced in the ESMA.

TÍTULO DEL ESTUDIO

“DIAGNOSTICO DEL TRATAMIENTO DE LAS AGUAS GRISES DE LA INFRAESTRUCTURA HABITACIONAL Y ACADÉMICA DE LOS CADETES ESMA 2010-2012 Y PROPUESTA PARA LA REUTILIZACIÓN Y CREACIÓN DE ÁREAS VERDES”.

INTRODUCCIÓN

Al nivel mundial cada persona gasta en promedio de 100 a 120 litros de agua potable por día; la mitad de esta agua es utilizada para la limpieza corporal y el lavado de ropa. Las previsiones de la ONU señalan que dos tercios del mundo, es decir 5.300 millones de personas, serán vulnerables a la escasez de agua hacia el año 2025. El agua es un recurso natural estratégico, y como tal, debe ser conservado y protegido; algunos países como Gran Bretaña y Canadá, que cuentan con recursos hídricos abundantes y permanentes durante todo el año, están aplicando tecnologías de reciclaje del agua a gran escala. Sin embargo, una diferencia notable entre ellos es el gran auge que la reutilización de aguas grises tratadas ha alcanzado durante las últimas décadas. En lugar de utilizar agua potable de consumo público, actualmente se están reutilizando aguas grises tratadas, con una calidad sanitaria y estética similar a la del agua del abastecimiento.

En la actualidad se utiliza seis veces más de agua potable que en el siglo pasado. Un grifo que gotea desperdicia 48 litros de agua por día, un depósito de inodoro al que no le funciona el flotador pierde 4.500 litros en 24 horas, una acción tan cotidiana como ducharse que consume 80 litros de agua y un baño de inmersión 150 litros. "Ya estamos sufriendo los efectos, pero todavía no se ha admitido que es un problema", aseguró el científico estadounidense, Chris Field de la Asociación Americana para el Avance Científico.

A nivel nacional la población total ecuatoriana es de aproximadamente 14 millones de habitantes. La cobertura de agua potable no llega a todos los ecuatorianos, existen barrios marginales en donde se asientan más del 70% de la población que viven en la pobreza y un 40% en pobreza extrema e indigencia, en algunos casos se recoge el agua de lluvia, pero no se la trata o se la trata inadecuadamente. En Ecuador se ha desatado todo un debate entre quienes proponen las tecnologías verticales de tratamiento que son más caras y más eficientes, pero que resultan inapropiadas para países con escasos recursos propios como el nuestro, cuya política económica es el no endeudarse. (Por: Ing. Santiago B. Salazar Córdova, Ms. C.)

En la actualidad existen empresas dedicadas al tratamiento de aguas grises como AWT, (Andean Water Treatment), que es la primera y más antigua empresa de tratamiento de aguas para acondicionamiento industrial e institucional del Ecuador. Desde 1972, han proporcionado un servicio personal, eficiente, rápido y de óptima calidad ya que han desarrollado productos y equipos que sirven para incrementar el éxito de las industrias ecuatorianas y para mejorar el medio ambiente, cuya misión es proporcionar productos de la más alta tecnología, que cumplan con los estándares de calidad más estrictos, acompañándolos con un servicio personalizado, eficiente y constante para la protección de los recursos naturales. A nivel local, la Provincia de Santa Elena – Cantón Salinas cuenta con 90.031 habitantes, cantón en el que está ubicada La Escuela

Superior Militar de Aviación “Cosme Rennella B.”, con un promedio diario de 200 cadetes consumidores de este recurso natural, y la cantidad de aguas grises que se genera en el establecimiento y que se desperdicia es considerable, por lo que se debe tener en cuenta la alternativa que se está desarrollando en estos últimos años que es el tratamiento adecuado y el reciclaje de dicho recurso, cuyos resultados serán favorables para el beneficio y mantenimiento del medio ambiente con el propósito de conservar el entorno, con un ahorro significativo en los costos que por efecto de consumo realiza la ESMA.

I. PROBLEMATIZACIÓN

a. PRESENTACIÓN DEL TEMA

La Escuela Superior Militar de Aviación “Cosme Rennella B” está situada en la Provincia de Santa Elena en el Cantón Salinas que por su clima, terreno y escasas de agua carece de áreas verdes, para lo cual se plantea el proyecto de diseño de tratamiento y reciclaje de las aguas grises que son provenientes de lavabos, duchas de todas las áreas administrativas y de vivienda de los diferentes instalaciones de la ESMA

El promedio anual de precipitación en Salinas es de 150 mm, siendo una de las ciudades más áridas, tiene dos tipos de temporadas la lluviosa y la seca, estas aguas pueden ser de mucha utilidad en el campo del radio ecológico.

Reutilizando las aguas grises o las de lluvia, ahorraremos miles de litros de agua potable al año, puesto que utilizamos el agua reciclada para todos aquellos usos en los que no es indispensable el agua potable. Es decir, todos, menos cocinar, beber y ducharnos.

Muchos se interesan únicamente por un sólo tipo de reciclaje, puesto que el volumen de agua que se generaría al llevar a la práctica el tratamiento de los tres tipos de agua residual, gris y lluvia superaría la demanda de agua en los usos que se le da a este recurso. El tratamiento de estas aguas **no genera agua potable**, cuya consecución sería más compleja; por eso se aprovecha mayormente para la limpieza de suelos, lavado de autos entre otros y en nuestro caso se lo emplearía para regar las áreas verdes que se pretende fomentar y los jardines ya existentes.

b. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

I. La Escuela Superior Militar de Aviación Cosme Renella B, como el eje principal de la formación superior de los futuros oficiales que una vez egresados y promovidos al grado de oficiales activos de la Fuerza Aérea y que más tarde tendrán que velar por los más caros intereses institucionales dentro de su programa académico tiene contemplado el estudio y presentación de un trabajo de investigación orientado a la solución de un problema a nivel organizacional.

II. Durante el desarrollo del tema se deberá realizar un análisis cuantitativo basados en datos estadísticos, y cualitativos en que se exponga claramente una explicación del beneficio y el porqué de la utilización de las aguas grises dando a conocer entre otros sus principales causas y consecuencias.

Principales causas:

- Insuficiente investigación y desarrollo tecnológico sobre este tema para aplicación en la ESMA.
- Acción parcial y desarticulada de las organizaciones militares dentro del sector.
- Escasos recursos económicos destinados para una operación y mantenimiento de Plantas de Tratamiento de Aguas Grises PTAR (aprovechamiento, tratamiento de aguas grises).
- La no aplicación del tratamiento de las aguas grises.

Principales consecuencias:

- Incumplimiento de los objetivos de calidad de las PTAR (aprovechamiento, tratamiento de aguas grises).
- Bajo o casi nada de volumen de aguas grises tratadas.

c. JUSTIFICACIÓN

Este trabajo de investigación se justifica, porque con él, se pretende busca la solución a la falta de agua en el lugar, aprovechando o reciclando las aguas grises que se producen en forma cotidiana en ya sea por el aseo corporal de los cadetes y todo el personal que allí residen y que la Escuela Superior Militar de Aviación Cosme Renella B, como el eje principal de la formación superior de los futuros oficiales debe gozar de espacios verdes que sirvan de recreación y de purificador del ambiente en una zona netamente tropical; pero que con la reutilización de las aguas grises o las de lluvia, se ahorrarán miles de litros de agua potable al año, puesto que al utilizar el agua reciclada para todos aquellos usos en los que no es indispensable el agua potable, beneficiará directamente a todos.

Como los conflictos también son parte de una realidad en toda institución, el grupo humano, está apto no sólo para organizar, sino para resolver problemas, anticiparse a ellos y abrir un abanico de respuestas positivas a los mismos, es decir aprender a identificar conflictos, debiendo actuar con madurez, flexibilidad, decisión y en el momento oportuno, sin el mínimo rasgo de vacilación, donde la institución debe ser la gran ganadora, por supuesto, con la conducción preferentemente de quien conoce perfectamente su organización y miembros, de ahí su acertada actuación.

Conforme a lo expresado el presente trabajo investigativo se reviste de gran importancia, porque se pretende determinar si una propuesta tiene verdadera injerencia en la gestión institucional que centra su labor en el

desarrollo de actividades de mejoramiento, organización, coordinación y control en donde la toma de decisiones tanto en lo administrativo, académico, relaciones externas, asignación de recursos, resolución de problemas y que caracterizan a la eficiencia y eficacia de los Centros Educativos, en beneficio de la comunidad.

d. OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

Reutilizar las aguas de ducha y lavadero, generadas en el área de cadetes e incorporarlas al sistema de riego, mediante un sistema básico de filtración.

Objetivos Específicos:

- Determinar los costos de la instalación en comparación con el complejo de villas de los cadetes y su área académica
- Estimar la cantidad de agua reutilizada
- Analizar los costos de mantenimiento del sistema de aguas grises.

II. MARCO TEÓRICO

a. ANTECEDENTES DEL TEMA

Actualmente la sociedad se ha visto envuelta en un marco de evolución y preservación en la cual los avances científicos han permitido que se desarrollen de manera acelerada los recursos a utilizar para la conservación, reutilización aprovechando mucho más los recursos vitales para el hombre como lo es el agua.

Se puede entender como nueva tecnología a todos los recursos y medios que se desarrollan de acuerdo a los avances de la reutilización y reciclaje en el mundo, lo cual permite un avance en la utilización y conservación de los recursos vitales de la tierra, teniendo como medio principal la tecnología para aprovechar lo que antes se conocía como desechos sin capacidad a poderlo reutilizar (reciclaje).

Para que se pueda dar un equilibrio entre la tecnología existente y la vida en preservación del medio ambiente, alcanzando un mejor estilo de vida preservando de mejor manera la vida de las futuras generaciones sabiendo utilizar de mejores maneras el recurso vital de la vida que es el agua.

Sus efectos se ven materializados en las actividades que hoy en día se ven en todo el mundo reutilizando lo que antes se creía desecho y aprovechándola en otras áreas optimizando recursos y ayudando a salvar nuestro propio planeta.

Se denominan tratamiento de aguas grises al tratamiento de las aguas que posee un hogar como las de las duchas, lavados de utensilios, lavado de ropa así como el también el baño de las personas ya que estas aguas no contienen bacterias.

El tratamiento de las aguas grises no conlleva al tratamiento de las aguas negras que son las que contienen bacterias las cuales son las que desechamos por medio del retrete o excusado.

Existen dos formas de reciclar estas aguas, una de ellas es el reciclaje sin purificación que se utiliza en los viveros de árboles jardines e inodoro donde el agua potable no es necesaria; la segunda técnica es la del reciclaje del agua con purificación que se trata de la filtración y tratamiento en convertirlas en aguas limpias pero no potables, este último sistema tiene numerosas formas para purificación como pueden ser procesos suaves sistemas mecánicos y sistemas biológicos.

b. ENFOQUE TEÓRICO

La Tecnologías del reciclaje de las aguas grises han permitido llevar la globalidad del mundo a un mejor estilo de preservación de la vida, facilitando de muchas maneras y mejorando los lugares donde los recursos vitales son escasos y primordiales para el desarrollo humano, mediante sistemas mecánicos y biológicos para el reciclaje de las aguas grises. (Duttle M. , 2010)

Sistemas mecánicos filtración de arena, sistemas de filtro de lava y los sistemas basados en UV radiación ultravioleta.

Los sistemas biológicos (sistemas de planta como tratamientos mediante estanques, humedales artificiales, bio-muros) y bio-reactores o sistemas compactos como sistemas de lodos activados, biorotors, aeróbica y anaeróbico biofiltros, filtros sumergidos aireados. (Duttle M. , 2010)

c. IDEA A DEFENDER

Existencia de un programa para el reciclaje de las aguas grises y capacitación mediante charlas al personal residente de la ESMA, referente al uso y aprovechamiento de las aguas grises que permitirá mejorar el estilo de vida que favorecerá el desarrollo de nuevas áreas verdes y el mantenimiento de las ya existentes en la ESMA.

III. METODOLOGÍA

a. TIPO DE ESTUDIO

Para desarrollar este trabajo, se aplicó una investigación de campo plasmando un estudio en la Escuela Superior Militar de Aviación “Cosme Rennella B.”, lugar donde se producen los hechos, y donde se contó con un grupo de oficiales docentes y cadetes.

INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Se utilizó la investigación de campo puesto que en el presente trabajo se acudió al lugar donde se realizó observaciones, deductivas con el objeto de recolectar información necesaria.

MÉTODOS

- **Bibliográfica**, porque se basó en la recopilación de información bibliográfica y electrónica.
- **Nivel o tipo de investigación**
- **Exploratorio**, consistió en el acercamiento del escenario donde se ubicó la problemática para auscultarlo.
- **Descriptivo**, porque se describe un problema, es decir comprende la descripción del proceso de la forma como se adquiere el agua potable;

así, como se la utiliza en el aseo y mantenimiento para los cadetes de la Escuela Superior Militar de Aviación “Cosme Rennella B.”

- **Analítico**, porque se basa en la relación a criterios emitidos por las causas y los efectos, realizando el análisis de los resultados, que permitirán establecer comparaciones de datos estadísticos.
- **Sintético**, porque el trabajo de investigación permitió hacer conclusiones.
- **Propositivo**, porque permitió elaborar una propuesta alternativa de solución a la problemática existente.

b. PROCEDIMIENTOS

El plan investigativo que se empleó fue mediante entrevistas dirigidas a las personas involucradas en el proceso de distribución del agua, para lograr determinar la factibilidad y rentabilidad del proyecto propuesto.

El instrumento que se determinó para el desarrollo del proyecto fue la adecuación del sistema biológico mediante la filtración del agua.

Los equipos a emplearse en el procedimiento del tratado de aguas son:

- Sistema de control inteligente que adapta los procesos de tratamiento al caudal de agua existente.

- Equipos de filtración, tratamiento y almacenamiento.

Los instrumentos citados se ejecutaron mediante el funcionamiento de reciclaje de agua con procesos de filtración y tratamiento.

c. PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS

Este proyecto se llevó a cabo mediante el sistema biológico que contribuye al mejoramiento de las áreas verdes y la conservación del medio ambiente. Los sistemas biológicos que se emplearon, fueron factibles y acordes a las necesidades de la ESMA. Estos sistemas resultaron óptimos y de bajo presupuesto, fáciles en su mantenimiento y en la manera de emplearse.

CAPÍTULO I

1. ANTECEDENTES

Toda el agua que llega a la Escuela entra por una tubería y se la desecha por otra, el agua fresca se convierte en agua residual, las aguas grises son mas fáciles de reciclar que las aguas negras ya que no llevan residuos insalubres y poseen un nivel mas bajo de contaminación. El mecanismo que constituye el funcionamiento a una planta de aguas grises es de recolección por medio de un sistema de tuberías, tratamiento y distribución del agua que a sido tratado e higienizada que puede ser almacenada y utilizada inmediatamente.

El agua resultante de los sistemas de tratamiento de aguas grises no es apta para el consumo humano, pero mediante los tratamientos de filtración y e higienización se la puede emplear para utilizarla en el lavado o inodoros. El agua grises también se puede aplicar directamente el fregadero a los jardines o a un sistema de tratamiento por raíces de plantas que recibe su nombre de humedales.

Teniendo en consideración que estas aguas grises pueden poseer nutrientes, patógenos, es muy importante su tratamiento antes de su almacenamiento ya que podría ser un foco infeccioso si no son tratadas con anterioridad.

En la Escuela Superior Militar de Aviación no existe un estudio adecuado referente al tratamiento de aguas grises para el mejoramiento y mantenimiento de la parte física de la Escuela que contribuye con el ahorro de agua mediante el reciclaje de la misma. A lo largo de proyectos que ha desarrollado la ESMA, se ha podido determinar que no se ha propuesto este tratamiento de las aguas grises, quizá porque han considerado inútil su función desconociendo las ventajas que aportan al sistema de mantenimiento de las áreas de la ESMA. En consecuencia, las aguas grises no son más que las aguas que salen de los lavabos, duchas, lavado de ropa, entre otras cosas, a diferencia de las aguas negras son aquellas que van en el retrete, las cuales contienen desechos que nos son útiles y no aportan ningún beneficio; por lo tanto las aguas grises son un mecanismo para implementar el desarrollo del campo ecológico mediante su reutilización como regadío para la conservación de las zonas verdes de la escuela.

Esta investigación se fundamenta en la preservación del medio ambiente, en los últimos años el nivel de globalización se ha incrementado desencadenado la escases de agua, amenazando así la supervivencia de los seres humanos; las aguas dulces que viene de lagos y ríos son de gran ayuda pero cada vez quedan menos por la contaminación provocada por el hombre, la única agua que existe en mayor cantidad es la del mar pero el proceso de desalinización y purificación es muy costosa.

La falta de conciencia sobre la magnitud del problema, la inercia de los dirigentes y las actitudes y conductas inapropiadas de los seres humanos explican el deterioro progresivo de la situación, y la razón de el por qué no se adoptan las medidas que se necesitan, es por eso que se ha elegido este proyecto sobre el tratamiento de aguas grises para contribuir en la conservación del medio ambiente, por medio de este sistema de reciclaje de dichas aguas se incrementará el deseo de lucha por preservar el entorno en el que habitamos.

1.1 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

A) AGUAS GRISES

Constituyen las aguas grises domésticas sin tratamiento, que no han sido contaminadas por cualquier descarga de inodoro, no se han visto afectadas por enfermedades infecciosas, ni por desechos corporales insalubres, no presentan una amenaza de contaminación a través de procesos inadecuados de transformación, fabricación o explotación de desechos. Incluyen: aguas residuales de bañeras, duchas, lavabos y lavadoras, pero no incluye las aguas residuales de fregaderos de la cocina o del lavavajillas.

B) RECICLAJE

El recurso vital que es el agua potable es cada vez mas escaso por lo cual debemos resguardarlo, tanto a niveles institucionales y particulares. De los 1,4 millones de km³ de líquido vital que existe en el planeta, sólo el 2,5% es dulce, y la mayor ración se localiza en casquetes polares, glaciales o nieves perpetuas. Y de toda ella, sólo el 0,4% es potable. En síntesis, de toda el agua del Planeta, con sus polos, mares, océanos, ríos, lagos, acuíferos subterráneos, etc., sólo el 0,007% es potable. Y nosotros despilfarramos litros de ella al tirar de la cadena del baño o al fregotear el suelo con ella.

Por lo tanto, el reciclaje es un sistema que permite utilizar esta agua para usos en los que no es imprescindible el agua potable, tales como inodoros, riego, lavadoras, limpieza de suelos o vehículos.

Por todo esto, la reutilización del agua nos permite utilizar el agua tratada no potable en estos fines donde no es prescindible el agua potabilizada como en los inodoros, lavadoras, limpieza de suelos y vehículos y para el riego de jardines o agrícolas. El agua resultante después de ser tratada en una agua limpia y completamente higiénica, que sin embargo no recibe la calificación de agua potable pero que se puede utilizar en muiltiples actividades diarias en hogares, hospitales, restaurantes, polideportivos entre algunos otros mas, ahorrando miles y miles de metros cúbicos de agua potable al año.

Los más destacados usos de estas aguas tratadas son para el riego y la utilización en las cisternas de inodoro aunque su infinidad es múltiple para cualquiera que sea el uso donde no se necesite agua potable.

C) DISEÑO DE UN SISTEMA DE RECICLAJE

Una planta de reciclaje de aguas grises está concedida por los siguientes módulos:

- Sistema de tuberías separador
- Pozo colector
- Tratamiento del agua
- Tubería de derrame
- Pozo de recolección del agua tratada
- Inyección de agua potable emergente
- Sistema de tubería para el consumo
- Sistema de control.

La extensión de la planta se orienta a los parámetros de aguas para el uso en balnearios. Los requisitos para una planta no son igual a las del agua potable pero debe desempeñar ciertos parámetros de higiene, del funcionamiento, que no debe causar un impacto ambiental y tampoco generar altos costos de construcción u operación.

Existen dos tipos de plantas tratadoras las individuales y las comunes, con más de un usuario. Los criterios para elegir sistema acorde

entre uno de los dos son: el número de los usuarios y su aceptación, los espacios posibles para el tratamiento y el uso del agua tratada.

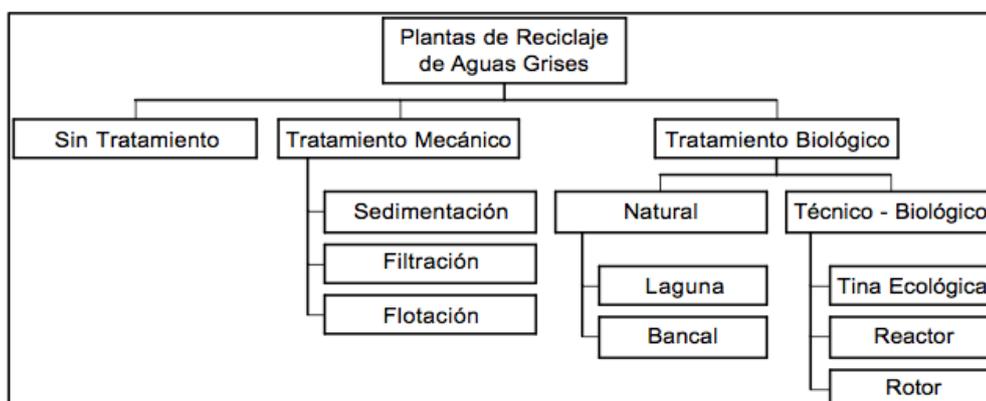
D) TRATAMIENTO

Tipos de Tratamiento

La determinación de cual sistema de tratamiento es el más idóneo entre los dos tipos que existe esta sujeto a varios factores determinantes como: el sitio de instalación, el espacio favorable, las necesidades de los beneficiarios, los recursos financieros disponibles, el uso del agua tratada.

El tratamiento de aguas grises posee procesos físicos químicos y biológicos, que tratan y remueven contaminantes físicos, químicos y biológicos introducidos por el uso cotidiano del agua. El objetivo del tratamiento es producir agua limpia o reutilizable al ambiente, y un residuo sólido o lodo que con un tratamiento adecuado sirve como fertilizante orgánico para la agricultura o jardinería.

Figura 1 Diagrama de una planta de reciclaje



Fuente: Greywater.net 2011
Elaborado por: Investigador

Estos procesos de tratamiento son típicamente referidos a un:

Tratamiento primario: Es para reducir aceites, grasas, arenas y sólidos gruesos; es decir el proceso de asentamiento de los sólidos. Este paso está enteramente hecho con maquinaria, por esa razón es conocido también como tratamiento mecánico.

Tratamiento secundario: Es designado para degradar el contenido biológico de las aguas grises que se derivan desperdicios generados por el hombre, es decir el tratamiento biológico de sólidos flotantes y sedimentados.

Tratamiento terciario: Etapa final que permite aumentar la calidad del efluente al estándar requerido antes de que éste sea descargado al ambiente receptor (mar, río, lago, campo, etc.); es decir son pasos adicionales al tratamiento (micro-filtración o desinfección).

Figura 2 Diagrama de tratamiento de aguas grises



Fuente: Greywaternet 2011
Elaborado por: Investigador

E) ETAPAS DEL TRATAMIENTO

Etapa 1: Filtrado y primer tratamiento biológico

Este proceso inicia con la agitación del agua gris mediante aire que ingresa por tuberías que pone en movimiento la materia orgánica que es mantenida en suspenso en contacto permanente con el oxígeno del aire. Las bacterias que se encuentran de forma natural en el agua, descomponen esta materia y la vuelven sedimento.

Etapa 2: Segundo tratamiento biológico y clarificación

El proceso continúa y el sedimento se va hacia el fondo del equipo que esta cae por su propio peso, el sedimento es dividido en dos partes, una se mantiene en el sistema para mantener la población de bacterias y la otra es desechada.

Etapa 3: Desinfección y servicio

Es aplicada con un sistema de desinfección mediante un sistema de rayos UV que se encarga de eliminar las bacterias y así higienizar el agua.

F) SISTEMAS DE TRATAMIENTO BIOLÓGICO

Tratamiento de las Aguas Grises por Biofiltración

El sistema se basa en la construcción artificial de un humedal para el tratamiento de las aguas grises por biofiltración, este humedal artificial elimina los organismos contaminantes que contiene el agua para que después de ser filtradas pasen al medio ambiente sin que produzcan alguna contaminación.

La adición de patógenos, de las bacterias, y de toxinas no-biodegradables al agua de superficie puede ser evitada con este tratamiento biológico, y así promover un ecosistema más sano y condiciones más sanitarias. El sistema puede ser construido para una sola casa o un grupo de casas, típicamente con un costo bajo.

La constitución de las aguas grises son todas la aguas del fregadero, duchas, lavaplatos, lavamanos y toda el agua que no contenga descargas inodoras ni desechos orgánicos insalubres altos en patógenos infectocontagiosos para el ser humano, para poder aprovechar de una mejor forma debemos utilizar agentes amigables con el medio ambiente .

Figura 3 Un sistema subterráneo típico de humedales construidos



Fuente: (Marcelo, 2008)
Elaborado por: Investigador

ANÁLISIS DEL SISTEMA

El reutilizar el agua es un fenómeno que ocurre en el planeta tierra desde sus inicios y antes de que el hombre viviera en él. El agua es reutilizada por medio de la vaporización que pasa a ser vapor donde se condensa en las nubes y se vuelve lluvia volviendo a la tierra para ser devuelta al medio ambiente.

Se considera un aproximado que el agua tiene de un promedio de 5 a 6 usos antes de evaporarse en, la tierra, los ríos, lagos y el océano donde se cierra el ciclo hidrológico. En decisiva, la recuperación del agua no es más que una manifestación del proceso cíclico continuo que experimentan los recursos naturales del planeta. Estos sistemas de humedales son amigables con el ecosistema y contribuyen a mantener el ciclo de recuperación del agua para el planeta.

Sistemas de drenajes enramados

Estos sistemas de agua gris se pueden utilizar directamente en el paisaje para el riego de árboles frutales cerca de la casa ya que no posee patógenos infecciosos. El agua gris es utilizada dentro de un periodo de 24 horas, no representa ningún problema al nivel de la higiene. La materia orgánica y los restos de los alimentos que encontramos en el agua de la cocina hasta aportan nutrientes para plantas y cultivos.

Existen diversas maneras de para el riego directo de plantas de ornato y de árboles frutales. Se emplea hoyos, canales rellenos de materiales orgánicos para pre-filtrar el agua antes de que sean absorbidos por las plantas.

Las aguas grises son provenientes de los hogares las cuales distribuyen con un sistema de registros y tubos/ mangueras conectadas de igual forma como las ramas de un árbol, las cales contribuyen al riego de los arboles desde el punto de origen que son las casa ayudados por las pendientes del terreno para mantener una afluyente constante y q no exista un estancamiento. Esta manera de reutilizar el agua gris es una de las formas mas sencillas y económicas que se estas utilizando hoy en día en los lugares mas áridos y secos para el riego de los arboles frutales es una forma rápida y poco barata para utilizar el agua que antes se desechaba. En grafico se ve como los tubos de PVC son instalados de forma ramificada y este fue aplicado en el estado de Guanajuato, para que el sistema fluya con regularidad tiene que poseer un pendiente del al menos 0.5% de inclinación para que el agua llegue hasta las planta y así sean

aprovechados. Estos sistemas trabajan con las pendientes y elevaciones de un terreno, no siendo aptos para terrenos planos.

Figura 4 Sistemas de drenajes enramados



Fuente: (TIERRAMOR)
Elaborado por: Investigador

Para lograr el buen funcionamiento de los sistemas debemos mantener en constante mantenimiento de los canales que son un círculo de 30cm alrededor de la planta que es conformado por materia orgánica, abajo de la línea de goteo de la corona del árbol. Las zanjas por lo general se llenan con paja, hojas o cualquier materia orgánica, las zanjas se tienen que dar mantenimiento y a medida que crece el árbol rehacerlas. Diferentes variantes para el riego directo de varios árboles frutales:

Variación: Circulo de plátanos

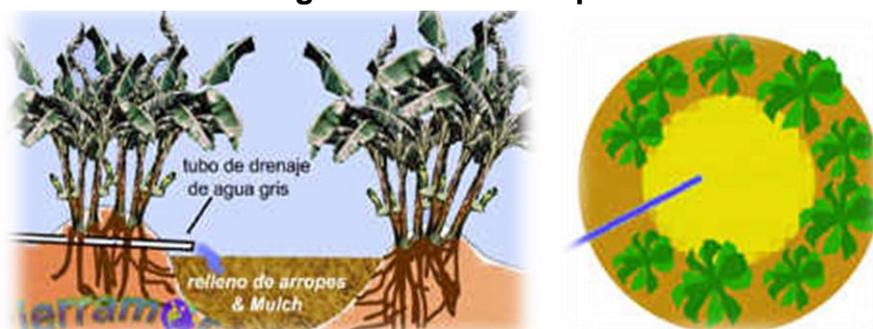
Se puede descargar las aguas grises adentro de un circulo de plátano:

Se cava un hoyo de aprox. 1 m de profundidad, y 1.80 m de diámetro. La tierra se acomoda en la horilla; Este hoyo se rellena con grandes cantidades de materia orgánica (ramas, poda de pasto, rastrojo.)

Se coloca el tubo de drenaje de las aguas grises adentro del hoyo, de manera tal, que el agua cae unos 10 cm en el aire antes de desaparecer en los arropes

Se siembran plantitas de plátano o papayo en los montículos del borde. Estos recibirán suficiente humedad y nutrientes, cuando se pudra la materia orgánica depositada en el hoyo. También se pueden sembrar otras plantas, por ejemplo carrizo, bambú, pasto taiwanés, menta. (TIERRAMOR)

Figura 5 Círculo de plátanos



Fuente: (TIERRAMOR)
Elaborado por: Investigador

BIODIGESTORES

Los biodigestores funcionan de tal manera que los desechos se quedan en el humedal bajo condiciones anaerobias entre 25 y 40 días. El agua resultante pasa por el humedal siendo filtrada con plantas como chuspata, platanillo o papiro, los que disminuyen su contenido en nutrientes.

Existen muchas diversificaciones de éste diseño: algunos modelos de los ya mencionados se pueden llegar a producir gas metano para el uso domestico, esto se logra agregando los estiércoles y excrementos de los animales de granja como la vaca o el puerco y de algunos animales domésticos. Existen grandes sistemas para grandes granjas de vacas y cerdos que trabajan con estos sistemas y procesan el líquido resultante como abono nutriente.

Tipos de diseño del sistema biodigestor:

- Digestor de flujo continuo: este mecanismo recibe la afluente de agua de modo constante mediante una bomba de agua.
- Digestores de flujo semi-continuo: estos reciben la carga una vez por día cada día.
- Digestores estacionarios: estos son los que reciben su carga completa una sola vez y transcurrido el tiempo de retención se vacían completamente.

Distintos tipos de digestores, según la afluente de agua que tiene en el interior:

1. Salida horizontal: habitualmente tienen una forma de salchicha estas se cargan por un extremo y la carga diaria va desplazándose por el sistema mediante una pendiente y así obtener la filtración.

Para lograr producir biofertilizante y tratamiento de excrementos animales, el sistema más usual por los granjeros es el de flujo semi-continuo horizontal, de los que recalcan dos tipos, los de plástico y los que se hacen con hormigón y hierro.

2. Salida ascendente: la carga se deposita en el fondo del recipiente y fluye hacia la parte superior del contenedor.

Para poder producir biogás se utilizan los de flujo ascendente ya que en la campaña de captación flota en la parte superior del líquido y los tubulares podrían efectuar como campana integrada o como un recipiente adicional de captación.

El biogás debe de ser limpiado del contenido ácido antes de utilizarse. Esto se lo obtiene con filtros de fibra metálica o medios alcalinos.

El biofertilizante se emplea usado en una relación de 10-1 con el riego o en de forma foliar agregando algún fijador.

Condiciones para un manejo eficiente del agua para hortalizas y cultivos

Para un manejo eficiente de agua en la agricultura se deben combinar una variedad de estrategias:

1. Mejorar la capacidad de retención de agua del suelo.
2. Utilizar sistemas de riego ahorradores de agua.
3. Implementar estructuras como sombras artificiales e invernaderos
1. **Mejorar la capacidad de retención de agua en el suelo**

Figura 6 Humedales



**Fuente: (TIERRAMOR)
Elaborado por: Investigador**

De una parte lo que se trata es de incorporar un sistema de control de erosión en el medio ambiente y evitar las pérdidas superficiales de agua en el entorno. Para obtener estos resultados se debe optar por usar zanjas de

infiltración a nivel o tener cultivos en la terraza, los surcos en la tierra se deben hacer contra pendiente para mantener lento el flujo de agua.

Figura 7 Humedales externos



**Fuente: (TIERRAMOR)
Elaborado por: Investigador**

Una de las formas para mejorar la retención de agua en la tierra es agregando gran cantidad de materia orgánica a través del tiempo, para provocar la formación de humus, que cuando se descomponga la materia orgánica funcionara como una esponja y retenera el agua.

Para obtener la formación de humus tenemos que sembrar cultivos que produzcan gran materia orgánica como haba, chícharo, avena o maíz, con el objetivo de regresar lo producido al suelo, después de la cosecha. Es complicado entender ya que mucha de la materia q producen ciertas plantas pasan a ser alimento para los animales de granja pero se a comprobado que existe una mayor producción agrícola si se devuelve el 50% a la tierra.

Quemar los terrenos no es lo mas recomendado aunque se siga practicando aun en ciertos lugares esto solo afecta a la atmosfera.

En las hortalizas y jardines, las superficies que las rodean a estas deben ser cubiertas con una capa de paja seca, hojas o este tipo de materia orgánica para mantener la humedad en su interior.

2. Utilizar sistemas de riego ahorradores de agua

En las zonas áridas y desérticas en riego por inundación o por sistemas de esparcimiento no son los más recomendados ya que por la evaporación de un 70% del agua no lo recibirán las plantas despreciando así dinero y agua.

Una vasija o piñata de barro cocido sin esmalte

Para este método se debe enterrar una vasija sin esmalte y llenarla de agua, el agua de filtrara a través de la vasija humedeciendo la tierra a su alrededor.

Este sistema es una buena alternativa para plantas pequeñas o arboles recién plantados o en pequeños sembríos caseros, en los lugares donde en terreno es arcilloso no es recomendable ya que no tiene el mismo funcionamiento.

Figura 8 Sistema de riegos ahorradores de agua



**Fuente: (TIERRAMOR)
Elaborado por: Investigador**

Para los cultivos y huertos es recomendable instalar sistemas de riego por goteo ya que este lleva el agua de una forma lenta pero constante manteniendo con agua las plantas y húmeda la tierra.

Sistema de riego con cintas

Probablemente esta solución se la más recomendable para un riego por goteo al nivel de una propiedad pequeña o para la hortaliza familiar. es económico sencillo y eficiente:

Se utiliza mangueras con agujeros que pasan por las parte superior de las camas de los cultivos plantados en la tierra, a una distancia de entre 20 a 40 cm entre cada planta. Estas mangueras forman una ramificación con mangueras PVC que llevan el agua desde el tanque cisterna colector.

Es conveniente utilizar en las temporadas de calor y de mucho sol colocar las mangueras sobre la cama del sembrío pero bajo una capa de mulch que son hojas o paja seca que mantiene por más tiempo la vida útil

de mal mangueras, es importante mantener el terreno a nivel para un mejor riego.

Figura 9 Sistema de riego con cintas



Fuente: (TIERRAMOR)
Elaborado por: Investigador

Aprovechamiento de aguas grises

Los sistemas que poseen los hogares son por lo general comunes o únicos que son de un solo sistemas que mezcla las aguas grises con las aguas negras que terminan contaminándolas y no hacen posible aprovechar el reciclar estas aguas para ayudar el medio ambiente.

Es una importante iniciativa la que se tiene al aprovechar las aguas grises de los hogares para emplear en otros usos y no desperdiciar la gua.

Las aguas grises representan un promedio del 50% al 80% de las aguas residuales residenciales, estas aguas se las pueden aprovechar para las descargas de inodoros, para regar los jardines y limpieza de suelos entre otros.

Para reutilizar las aguas grises puede ir desde una forma muy sencilla que es recolectar el agua que sale de la ducha mientras se calienta y hasta sistemas sofisticados de recolección automáticas, tratamientos y reusó de las mismas para aprovecharlas en más usos cotidianos.

Al utilizar la reutilización de aguas grises el resultado son considerables en el consumo de las aguas potables ayudando así a mejorar el medio ambiente

Uso de aguas grises en el hogar

Toda el agua que es producida por un hogar excepto la de los inodoros y las que contienen desechos insalubres o excrementos como el agua que se utiliza para lavar pañales, se conoce como agua gris que es la que contiene el agua del lavado, duchas, lavadoras y cocina.

Estas aguas domesticas son el 50% al 80% del agua que produce un hogar y estas pueden ser utilizadas en las actividades donde no sea necesario el agua potable ahorrando en grandes cantidades el liquido vital.

Las aguas que en si contenido poseen descarga inodoros o desechos insalubres orgánicos son conocidos como aguas negras.

Si es aprovechada la reutilización de estas aguas la demanda de agua potable como que se desecha producida por el hogar disminuirá notablemente.

En los últimos años la demanda de agua potable ha ido aumentando por lo cual los proyectos de grandes infraestructuras para llevar el agua a

los conjuntos residenciales son costosos, de esta manera es primordial utilizar de una mejor manera el agua que entra y sale de la vivienda.

Ventajas de la utilización de aguas grises

Menor consumo de agua potable. Las aguas grises tratada pueden llegar a remplazar el agua potable en muchos usos donde no sea indispensable usar agua potable, esto conlleva a economizar tanto para los hogares como para los municipios ahorrando dinero en infraestructura y en la distribución y mantenimiento de los sistemas de distribución de agua potable.

Menor cantidad de explotación de los pozos de agua naturales, ayudando a proteger y cuidar el medio ambiente.

Menor cantidad de aguas residuales que son tratadas en los pozos de tratamiento de aguas residuales de los municipios ahorrando altos costos de tratamiento.

Ahorro de energía y químicos en el tratamiento. Aprovechando las aguas grises en los hogares, disminuye el bombeo de agua potable bajando los gastos de obtención y de tratamiento tanto al entrar como al salir del hogar, disminuyendo los químicos para tratarlas para su distribución.

Aprovechamiento en el jardín y áreas verdes. Se aplica en todo las partes del mundo aunque las viviendas estén en lugares áridos y secos se puede mantener los jardines verdes.

Precauciones

Consideraciones para la salud:

- **Contacto:** Para trabajar con agua grises se debe utilizar guantes y los elementos de los sistemas como las tuberías, equipos de riego deben estar correctamente etiquetados para que no ocurra equivocaciones.
- **Microrganismos en el aire.** Estos sistemas no son aplicados para aspersores ya que algunas partículas pueden quedarse en el aire y ser aspiradas por los seres humanos y causar molestias o enfermedades.
- **Microrganismos dañinos en las plantas.** Cuando realizamos la aplicación directa sin tratar las aguas grises, no se debe aplicar sobre las hojas o sobre frutas que son consumidas directamente ya que pueden contener residuos dañinos perjudiciales para la salud, es por esto que solo se debe aplicar directamente al suelo donde se encuentra donde no existirá ningún daño.
- **Contaminación de las aguas superficiales.** Las aguas grises si entran en contacto directo con otras aguas limpias como la de los ríos o lagos producirán contaminación directa, por lo tanto se debe colocar primero a la tierra para que sea filtrada naturalmente y no cause contaminación.
- **Contaminación química en las aguas grises.** Las aguas que solo se someten a una filtración natural como evacuarlas a la tierra no eliminan químicos tóxicos que se pueden encontrar en ciertos hogares que es mejor dejarlos ir con las aguas negras, las aguas grises no se deben beber ni estar en contacto con mascotas y niños para evitar alguna intoxicación.

- **Almacenamiento.** Estas aguas no deben ser almacenadas por mas de 24 horas si no son tratadas e higienizadas ya que las bacterias que contienen se proliferaran siendo un foco infeccioso para la salud si poder reutilizarse.

Otras consideraciones:

- Las aguas que contienen detergentes como las lavadoras solo deben usarse para las cisternas de inodoros mas no para regar los jardines ni sembríos ya que destruiría sus hojas y destruiría la planta.

Tecnologías

Existen muchos métodos para utilizar las aguas grises si bien hay sistemas que son muy simples también existen los sistemas automáticos que separan las aguas grises de las negras automatizando todo el proceso para su tratamiento, almacenamiento y distribución.

En algunos países donde el agua no es escasa no son muy comunes estos sistemas pero donde el agua escasea son estándares es uso diario.

El sistemas mas adecuado con la tecnología necesaria depende de algunos factores como son, el uso en que se va a emplear, el clima, el suelo de la zona donde se va a realizar, los factores económicos, lo cual nos da que se pueden emplear toda clase de sistemas desde el mas económico como recolectar el agua de la bañera manualmente hasta el mas sofisticado donde todo es automatizado.

Distribución manual

La forma más fácil y económica de reutilizar el agua es de forma manual y sencilla. Solo es necesaria la voluntad para recolectar la mayor cantidad de agua y unas cuantas cubetas. Tenemos que tomar en cuenta lavarnos las manos cuando se trabaja con aguas grises o mejor utilizar aguantes.

Algunas ideas para reusar y distribuir manualmente son:

Figura 10 Formas de recolectar el agua



**Fuente: (TIERRAMOR)
Elaborado por: Investigador**

- Una forma fácil es recolectar el agua de la ducha mientras se espera que caliente el agua o las del lavamanos para utilizar en regar los jardines o para evacuar el inodoro.
- Al lavar las frutas y verduras tenemos que hacerlo en un recipiente para que el agua resultante riegue el jardín.
- El agua resultante de las lavadoras se las puede recolectar en cubetas para las descargas del inodoro.

- Cuando distribuimos y recolectamos el agua gris debemos darle prioridad a las de la ducha después a las del lavaplatos cuando lavamos las verduras y frutas y después a las de la lavadora por lo general las del enjuague que tienen menos detergente.
- Es indispensable dar un mejor uso y prioridad a las aguas recolectadas ya que es mejor utilizar el agua de la lavadora en la descarga del inodoro que en el jardín.

Distribución con un sistema de separación de aguas grises

En los países que son estándares reutilizar las aguas grises se venden ya mecanismos automatizados para la separación de las aguas grises de las aguas negras y así aprovecharlas.

Es su totalidad los sistemas automatizados necesitan de componentes que separen las aguas grises de las negras por medio de tuberías distintas, filtros, cámaras y sistemas de desinfección que conllevan a ser laboriosos y costosos.

Recolección del agua de la lavadora

Usualmente se puede utilizar el agua de la lavadora y re dirigirla a una recolección manual o a un almacenamiento temporal para posterior ser usada, el agua es de una calidad que se puede emplear en diversas actividades en el hogar para el uso cotidiano.

Para optimizar la calidad de agua que sale de la lavadora debemos considerar utilizar detergentes biodegradables que no afecten el

ecosistema o bajos en fosforo y cuidar que cuando se valla aplicar en los jardines el agua no es caliente.

Áreas verdes

En mejor lugar para utilizar las aguas grises son en los jardines aplicada directamente en la tierra y no a la planta, cuando la recolección es manual no es necesario un tratamiento previo

Al aplicarse a la tierra directamente este actúa como un filtro natural limpiando el agua gris y dejando los recursos necesarios para que sean absorbidos por las plantas entre estas algunas recomendaciones importantes que se deben tener en cuenta:

- Nunca se debe considerar regar áreas grandes de jardines con aguas grises sin tratarse ni regar las frutas comestibles ya que puede quedar con partículas perjudiciales para la salud.
- Las plantas que prefieren condiciones ácidas en el suelo no las toleran.
- Cuando usamos aguas grises sin tratar debemos aplicarlas directamente al suelo sin que toque a la planta, hojas, frutas o vegetales.
- Es recomendable aplicarla a la base de los arboles frutales y no sobre ellos.
- No es recomendable el sistema de riego por goteo ya que estas aguas contienen solidos suspendidos los cuales pueden taponar el

sistema impidiendo su distribución, es factible regarla a mano evitando el contacto con estas.

- Una forma de aprovechar el agua gris en su totalidad es buscar productos que sean amigables con el medio ambiente siendo biodegradables algunos pueden contener toxinas que son absorbidas por las plantas. Muchos productos de uso casero no son recomendables ni amigables con el medio ambiente y es mejor dejarlos ir con las aguas negras.
- Si se detectan que el jardín presentan mal olor o se ve un deterioro en estos es recomendable suspender el uso de las aguas grises.
- Las aguas grises contiene el mismo nutriente que los fertilizantes por este caso se recomienda aminorar el uso de fertilizantes.
- En las zonas de sequia y en tiempos de este clima es recomendable regar con aguas grises y solo lo necesario para las plantas.

Cómo instalo un sistema de aguas grises

Para una recolección manual solo es necesario un par de cubetas claramente este método es el más económico y sencillo, se emplea utilizando la recolección del agua de las duchas y las lavadoras y la platos en el riego de los jardines y en todos los usos donde no sea prescindible agua potable.

Comúnmente no se utiliza los sistemas de separación de aguas residuales en el hogar ya que son sistemas nuevos, pero si se desea

implementar uno es recomendable tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

- Se debe contar con el espacio suficiente para instalar los tanques y el sistema de tratamiento, y de rediseñar un sistema de tuberías ya que no se puede utilizar el mismo sistema de agua potable para su distribución ni de aguas negras para su recolección.
- El tamaño de los tanques y del sistema debe ser el adecuado y medido para las exigencias del hogar.
- Es considerable tener una marcación distinta entre las tuberías de aguas grises, agua potable y aguas negras.
- En algunos casos la recolección de estas aguas será en niveles bajos del hogar por esto se necesitara un sistema de bombeo para su distribución y utilización como lo es para el baño.
- Se debe poseer un sistema de desinfección e higienización de estas aguas para su almacenamiento y para evitar la proliferación de bacterias.

Limitaciones

- Los sistemas que requieren el uso de bombas son grandes consumidores de energía y necesitan un mantenimiento constante y cambios de filtros para su adecuado funcionamiento.
- Una gran limitación de las aguas grises son no poder estar almacenadas por mas de 24 horas ya que después de este tiempo la proliferación bacteriana será igual que la de las aguas negras, es

por esta razón que los tanque de almacenamiento no son tan grandes: el estándar internacional es de 200 litros como máximo para áreas residenciales. Los tanques están diseñados para ser evacuados en un periodo de menos de 24 horas ya sean para que los absorba la tierra o para que sean distribuidos en el sistema inyección para su utilización inmediata.

- Implementar estos sistemas en el hogar es costoso y tedioso y demanda de un mantenimiento periódico el cual no se notara un ahorro económico pero si un ahorro de agua y una mejora al medio ambiente.
- Si se realiza una distribución manual será un esfuerzo físico considerable.

G) SISTEMAS DE TRATAMIENTO CON DESINFECCIÓN ULTRAVIOLETA

Los sistemas de desinfección son básicamente fáciles en sus componentes solo es necesario una capara de lámparas, tubos de rayos ultra violetas envuelto en cuarzo, un armario de electricidad que de la potencia al sistema y válvulas eléctricas suspendidas.

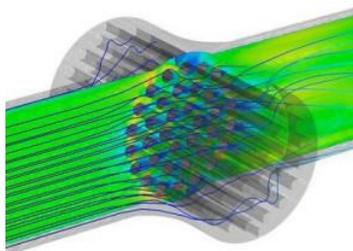
Figura 11 Funcionamiento del sistema de desinfección



Fuente: (teqma, 2013)
Elaborado por: Investigador

El problema se basa en si, en la adecuada selección del sistema UV para alcanzar los estándares de desinfección deseados, se tiene que tomar en cuenta los niveles de radiación que se necesitaran.

Figura 12 Efecto de los rayos UV con el agua



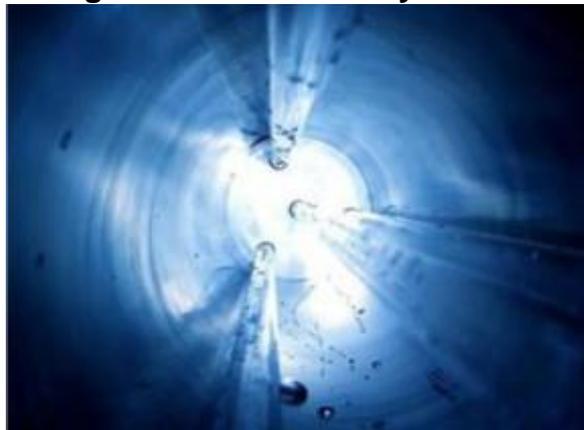
Fuente: (teqma, 2013)
Elaborado por: Investigador

Algunos sistemas depende de lámparas de baja presión LP esto depende del tipo de flujo que esta tenga que desinfectar y de la cantidad de lámpara a utilizarse, algunos otros sistemas funcionan mejor con sistemas de lámparas de media presión ya que estas depende de menor numero de lámparas para un mayor flujo, la capacidad la definirá el tipo de uso para la cantidad a desinfectar.

En la actualidad por lo general lo que optan en realizar es sistemas híbridos con lámparas de bajo y mediana presión para así mejorar la intensidad de radiación UV teniendo una mejor desinfección para el usuario.

FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

Figura 13 Tubos de rayos UV



**Fuente: (teqma, 2013)
Elaborado por: Investigador**

Pre filtración

Es la primera etapa de filtración donde ya no pasan las partículas grandes que pueden taponar al sistema impidiendo su funcionamiento las cuales posteriormente son lanzadas al desahogue.

Limpieza biológica

Una vez que el agua es filtrada en agua es expuesta a un tratamiento biológico que comprende de dos etapas que empieza con el ingreso y la aportación de oxígeno que contiene la atmosfera.

Los microorganismos que se encuentra en la materia suspendida en la parte superior se encarga de eliminar de degradar toda la materia degradable que contiene el agua en ese momento para poder eliminar la mayoría de sus impurezas combinando la primera y segunda etapa, tras haber transcurrido un promedio de tres horas el agua es pasada a la segunda etapa donde ocurre la biodegradación de la materia como antes fue descrita ayudada por las bacterias y el oxígeno.

El proceso de las dos fases antes descrito produce un sedimento que va hacia el fondo donde ayudado por el sistema de tuberías es desechado del sistema enviado al drenaje público.

Eliminación de gérmenes e higienización mediante rayos ultravioleta

Antes de llegar el agua a ser deposita al contenedor de agua clara pasa por una tercera etapa que es la desinfección por medio de unas lámparas ultra violetas son desinfectadas matando el 99.9% de los patógenos. Una vez hecho esto, una vez que se realiza la higienización del agua esta queda libre totalmente de olores y de alguna bacteria para su almacenamiento a largo plazo.

La elevada calidad del agua producida cumple tanto los requisitos higiénicos de la directiva de la UE sobre aguas de baño (76/160/CEE) como también de la hoja técnica H 201 de la FBR (asociación profesional alemana para el uso de aguas tratadas y de lluvia). (teqma, 2013)

Suministro de agua

Esta compuesto de sistemas que controlan el nivel del agua para mantener el sistema de tuberías siempre con una afluente de agua por lo cual cuando el nivel del tanque es bajo se activa el ingreso de agua potable a la vivienda, pero cuando los niveles de agua que ingresan al contenedor son altos se activas las válvulas de evacuación enviando el excedente al alcantarillado evitando así un rebosamiento del agua y su contenedor.

COMPONENTES DEL SISTEMA

1. Una unidad de control y filtrado con auto lavado a contracorriente que funciona eléctricamente.
2. Una cámara previa donde ocurre la limpieza inicial y cámara principal donde ocurre la segunda fase del sistema de limpieza mecánica del sedimento producido por la materia orgánica degradada y desechada por tubería.
3. Mecanismos de bombas de absorción del sedimento para depositar el producto bio-degradado mecánicamente y enviado a las alcantarillas, reteniendo una parte en el sistema para mantener la población bacteriana necesaria.
4. Sistemas de suministros automáticos de aguas si son requeridos.
5. Conjunto de tubos y lámpara ultravioletas para la eliminación de gérmenes e higienización del agua para su almacenamiento a largo plazo.
6. Contenedor de agua clara e higienizada para el consumo o para su almacenamiento a largo plazo.

7. Conjunto de sistemas eléctricos con auto comprobación y ahorro de energía que alimenta al sistema de reciclaje.

Figura 14 Componentes del sistema de desinfección



**Fuente: (teqma, 2013)
Elaborado por: Investigador**

ANÁLISIS DE SISTEMA UV.

Este sistema con la implementación de los rayos UV son mas saludables ya que el agua será almacenada para combinarlo con el medio ambiente del hombre ya que posterior de su almacenamiento determinado, estas aguas pasaran a regar los jardines de la ESMA. Por tal motivo implementar un sistema de reutilización de aguas grises es fundamental ya que es un factor amigable con el medio ambiente y es una estrategia útil para desarrollar el ahorro de agua dentro de la ESMA, que por su mal uso y consumo excesivo se ha convertido en un recurso muy escaso, para lo cual se debe implementar este sistema de tratamiento de aguas grises y

aprovecharlo al máximo, porque está a nuestro alcance al saber que el 65% del agua que entra a la Escuela se convierte en agua residual.

CAPITULO II

2.1 SITUACIÓN ACTUAL

Las instalaciones correspondientes a la ESMA en el espacio de áreas verdes y de esparcimiento natural están descuidadas y muy deficientes porque no tienen un buen mantenimiento y en muchos casos no existen más que un par de jardines, por lo que de acuerdo al ecosistema que posee el Cantón Salinas, registra dos tipos de clima, en el Este del territorio y en el extremo Suroeste existe un clima semi-seco templado, mientras que en el resto del territorio, formado fundamentalmente por toda la zona central, el clima es Seco templado.

Figura 15 Situación geográfica de Salinas



Fuente: Google
Elaborado por: Investigador

La temperatura media anual en todo el territorio va de 16 a 18 °C; mientras que la precipitación promedio anual sigue exactamente el mismo patrón que la distribución de climas, teniendo el Este y el extremo Suroeste un promedio de 400 a 500 mm, y el resto del territorio de 300 a 400 mm.

Por lo tanto, Salinas por su clima posee pocos niveles de agua que puedan ser aprovechados por las áreas verdes; debido a esto surge la gran necesidad de implementar un sistema de reciclaje del agua en el interior de las instalaciones de la Escuela Superior Militar de Aviación "Cosme Rennella B.", cuya finalidad radica en la contribución y mantenimiento hacia el medio ambiente.

La "ESMA" está ubicado en la puntilla de Salinas, cuya red de agua potable interna ha cumplido su vida útil, generando una restricción de su uso hacia las zonas verdes, debido a que se la utiliza primordialmente para el consumo humano tanto para el aseo personal como el de limpieza.

Figura 16 Situación geográfica de Salinas



Fuente: Google
Elaborado por: Investigador

Por la escasez de este recurso vital la Escuela carece de sistemas exclusivos de riego que son aptos para proporcionar y crear un ecosistema agradable para los que habitan en esta Base ya que si posee áreas libres con capacidad para ubicar el sistema de almacenamiento y tratamiento necesario para los componentes del sistema de reciclaje y tratamiento de aguas grises y que su ubicación no causará incomodidad ni inconformidad a los residentes, trabajadores o personal visitante y mucho menos afectara al desarrollo de las actividades cotidianas de la Unidad.

Figura 17 Sector central de la ESMA



Fuente: Google
Elaborado por: Investigador

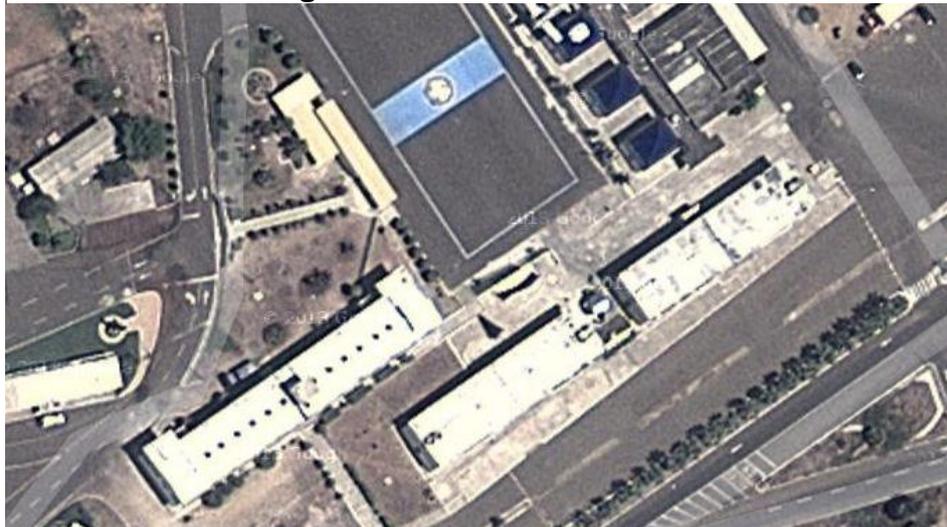
Todo el sistema estructural habitacional y administrativo de la ESMA no posee sistemas de separación de aguas grises y negras que carecen también de un sistema de recolección para evitar que sean depositadas en

las cloacas evitando de esta manera su reciclaje y tratamiento desaprovechando los sistemas actuales que existen para su reutilización, ya que estas villas fueron construidas en los años 70 y no poseen los sistemas adecuados de tuberías para la recolección de las aguas grises y peor aún no existe en la base un sistema de recolección y tratamiento.

Los usuarios que consumen a diario agua potable en la ESMA, se detallan a continuación:

- 197 cadetes
- 77 oficiales
- 358 aerotécnicos
- 118 servidores públicos
- 20 conscriptos
- Total 770 son los usuarios.

Por lo que la cantidad de agua generada es bastante considerable y se la podría aprovechar por medio de sistemas de recolección y tratamiento, que en principio o como plan piloto, solo se tomará la villa de los cadetes, de esta forma se contribuirá al mantenimiento del medioambiente y se evitará la extinción de las zonas verdes de la institución y ayudará a la creación de nuevas áreas verdes fomentando una reforestación que comenzará en las áreas asignadas a los cadetes.

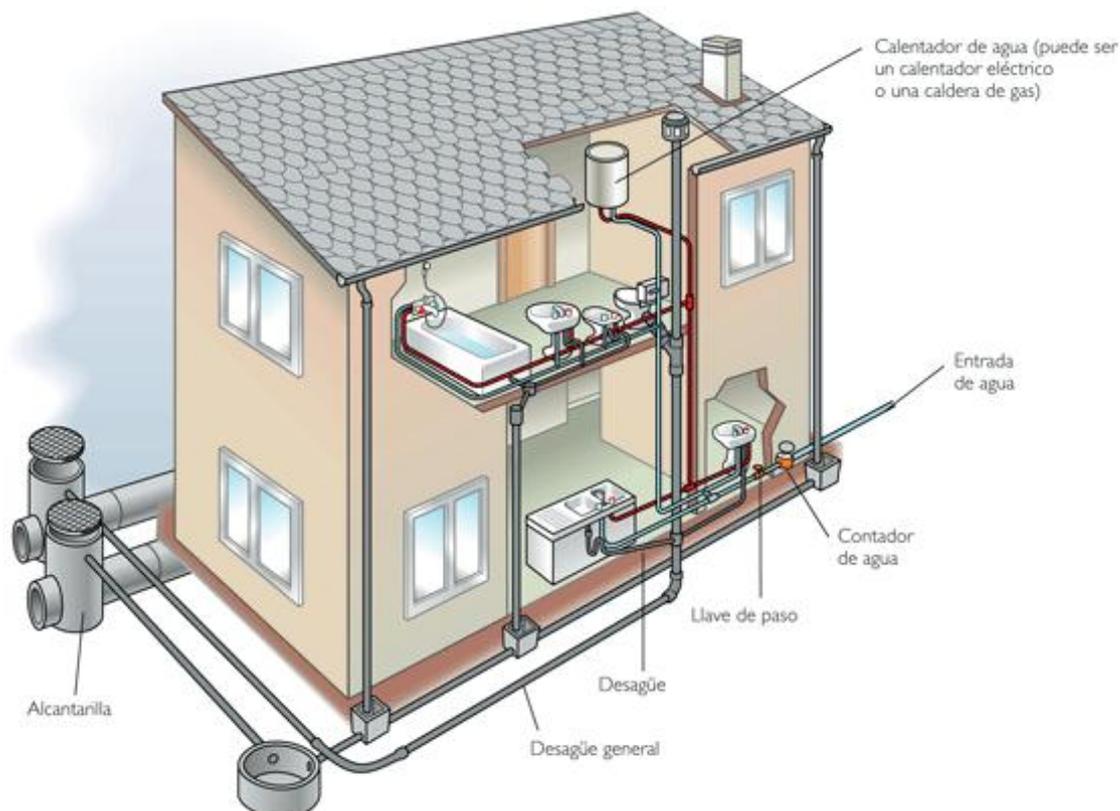
Figura 18 Villas de cadetes

Fuente: Google
Elaborado por: Investigador

Las instalaciones habitaciones de la ESMA constan con un sistema de redes único es decir un sistema en el que el agua de la ducha, del lavamanos y del inodoro se unen en un todo donde pasan a una solo tubería que posterior pasa por un sistema que une al resto de los baños lo cuales pasan a otro sistema mayor donde al final llegan al sistema de alcantarillado municipal donde estas son desechadas.

En el siguiente grafico se describe como es un sistema único de desagüe que es el que posee la villa 1 y villa 2 pero muy similarmente la villa 3 ya que ésta, en sus extremos tiene un área donde se encuentran los baños.

Figura 19 Sistema único de tuberías para la recolección de las aguas grises y negras



Fuente: (teqma, 2013)
Elaborado por: Investigador

2.1.1. SITUACIÓN DE LAS VILLAS DE CADETES

a. Villa #1 y Villa #2

Estas villas poseen más de dos décadas y tienen un sistema de tuberías único que desemboca al sistema de alcantarillado municipal; estas villas constan de 4 alas distribuidas cada una con 8 piezas (habitaciones) de las cuales tienes 4 baños cada uno con dos lavamanos, una ducha y un inodoro.

Fotografía 2. Lavamanos de la villa #2



Elaborado por: Investigador

Fotografía 1. Inodoros de la villa #2



Elaborado por: Investigador

b. Villa #3

Esta villa es más nueva que las otras dos y fue diseñada para el reclutamiento de los cadetes para un sistema de adaptación a la vida militar y fomentar un trabajo como un conjunto en equipo, es por esto que esta villa es diferente en su estructura de distribución habitacional además

posee una sección de baños en sus extremos y habitaciones separadas para los antiguos de ala.

La villa #3 posee un total de 10 piezas 8 para los cadetes de primer y segundo año y 2 para los antiguos de ala, esto se distribuye por cada ala, que para la villa #3 son al igual que las otras villas, 4 alas, dando un total de 10 lavabos 9 duchas y 9 inodoros y dos baños independientes para los antiguos de ala por cada ala de la villa.

Fotografía 3. Lavabos de la villa #3



Elaborado por: Investigador

Fotografía 4. Inodoros de la villa #3



Elaborado por: Investigador

Fotografía 5. Duchas de la villa #3



Elaborado por: Investigador

c. Área académica de la ESMA

El área académica es comprendida por los baños que se encuentran en el corredor (hall) y los baños que se encuentran a un costado de la sección evaluación.

Fotografía 6. Baños del corredor de las aulas



Elaborado por: Investigador

Fotografía 7. Baños de la sección evaluación



Elaborado por: Investigador

Fotografía 8. Baños de la sección evaluación



Elaborado por: Investigador

2.1.2. ANÁLISIS DE LA OBTENCIÓN DE AGUAS GRISES PARA SU TRATAMIENTO

El tratamiento de las aguas grises se las debe distribuir de acuerdo al lugar de salida o eliminación; tanto de los lavamanos de cada una de las piezas de los cadetes así como, de las duchas debiendo ser separadas de las aguas negras.

Una nueva canalización ayuda a clasificarlas y no tener de esta manera complicaciones de contaminación, después de ser separadas

estas aguas deben llegar a un proceso de tratamiento para poder ser reutilizadas pudiendo tratarlas químicamente o naturalmente ya que estas llevan gran cantidad de nutrientes así como bacterias y material orgánico.

2.2. DIAGNOSTICO

El análisis e investigación de campo y de forma directa tanto cualitativa como cuantitativa de cada una de las villas, nos determina que el sistema de eliminación de aguas tanto de las villas antiguas y nuevas para los cadetes se encuentran en un estado medio de utilidad. Vemos que el 70% de las instalaciones, e infraestructura interna parte física se encuentran en buenas condiciones de todas las villas, mientras que el sistema de drenaje de aguas residuales es único y brindaría problemas a futuro.

La investigación se centró en determinar el sistema de drenaje y la distribución de cada una de las villas de acuerdo al número de personas así:

Villa número 01 y 12, antiguas - Sistema de tubería única

- 32 inodoros
- 64 lavamanos
- 32 duchas

Villa número 03 nueva-Sistema de tubería único

- 44 inodoros
- 48 lavamanos
- 44 duchas

Tomando el análisis y la propuesta de cada una de estas, se diagnostica que al implementar un sistema de canalización y tratamiento de aguas grises nos ayudaría en gran manera a mejorar el ambiente interno y activamente el cuidado, protección del medio ambiente y recursos renovables.

2.2.1. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN.

1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Para desarrollar este trabajo, se aplicó una investigación de campo plasmando un estudio en la Escuela Superior Militar de Aviación “Cosme Rennella B.”, lugar donde se producen los hechos, y donde se contó con un grupo de oficiales docentes y cadetes.

2. INVESTIGACIÓN DE CAMPO

Se utilizó la investigación de campo puesto que en el presente trabajo se acudió al lugar donde se realizó observaciones, deductivas con el objeto de recolectar información necesaria.

3. MÉTODOS

- **Bibliográfica**, porque se basó en la recopilación de información bibliográfica y electrónica.
- **Nivel o tipo de investigación**
- **Exploratorio**, consistió en el acercamiento del escenario donde se ubicó la problemática para auscultarlo.
- **Descriptivo**, porque se describe un problema, es decir comprende la descripción del proceso de la forma como se adquiere el agua potable; así, como se la utiliza en el aseo y mantenimiento para los cadetes de la Escuela Superior Militar de Aviación “Cosme Rennella B.”
- **Analítico**, porque se basa en la relación a criterios emitidos por las causas y los efectos, realizando el análisis de los resultados, que permitirán establecer comparaciones de datos estadísticos.
- **Sintético**, porque el trabajo de investigación permitió hacer conclusiones.
- **Propositivo**, porque permitió elaborar una propuesta alternativa de solución a la problemática existente.

4. TÉCNICAS

La técnica que se utilizó en la presente investigación fue la siguiente

Técnica de la Entrevista estructurada y no estructurada dirigida al 20% del total de personas que habitan en la ESMA, para determinar la frecuencia de consumo de agua, sus principales usos y la forma en que

evacúan las aguas utilizadas, a los choferes encargados de la distribución interna del agua, a las personas que proveen el agua a través de la empresa “Agua Pen” con la finalidad de conocer el origen de estas aguas, la cantidad diaria que entregan y el costo; dirigida a los cadetes para conocer para determinar la utilización del agua potable y sus principales usos en el día a día.

5. RECURSOS

Talento Humano:

Director de la ESMA

Docentes de la ESMA

Tutor de Tesis

Equipo Investigador

Cadetes de la ESMA

Materiales

Textos o libros

Materiales de Oficinas

Encuadernación

Materiales de impresión

Fotocopias

Tinta

Tecnológicos

Computador

Servicios de internet

Proyector

Pen drive

6. POBLACIÓN Y MUESTRA

La investigación se hizo con una muestra del 20% de la población, a los cadetes y, a los dos funcionarios de AGUA PEN, 2 choferes encargados de los camiones cisterna y a cadetes de la ESMA.

Tipos de Muestra

Para este trabajo investigativo se considerará toda la población, ya que el universo es pequeño.

Tamaño de la Muestra

Como la población de personas, proveedores municipales y cadetes, fue muy reducida, no se aplicó la técnica del muestreo, por lo tanto tampoco se utilizó fórmula estadística alguna.

7. PROCESO DE RECOPIACIÓN DE LA INFORMACIÓN

Información Primaria

La recopilación de la información se la hizo mediante las técnicas de entrevista a las personas que habitan en la ESMA, dos choferes encargados de los camiones cisterna y a los funcionarios de AGUA PEN y la encuesta dirigidas cadetes de la ESMA.

Información Secundaria

Proviene de la investigación bibliográfica y se obtuvo mediante la recopilación de datos adquiridos de internet, textos, revistas y otros.

8. PROCESAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

Se llevó a cabo los siguientes pasos: recopilación, ordenamiento, clasificación y en el procesamiento de la información se usó el software del paquete office para el almacenamiento del contenido de la misma y como último el análisis de los resultados que se obtuvieron.

OBSERVACIÓN DIRECTA

Mediante el estudio realizado dentro del área asignada para la investigación cabe recalcar que el diseño para la recolección de las aguas grises deberá iniciarse desde la separación de las mismas que provienen de la infraestructura habitacional y administrativa donde viven 200 cadetes

que mediante un previo estudio de la situación de las viviendas y sus alrededores estas se analizaron para la construcción de planta con un sistema de recolección, tratamiento y a su vez de almacenamiento para volúmenes grande de agua:

Área geográfica

Salinas es árido o desértico. Su promedio anual de precipitación está entre 100 a 150 mm, lo que la convierte en la ciudad ecuatoriana más seca. Su temperatura oscila, generalmente, entre los 21 a 33 grados Celsius.

Localización y ubicación a utilizarse

Para decidir en una ubicación para el sistema del tratamiento de las aguas grises, se consideró lo siguiente:

- Un sistema de filtración biológica de aguas grises debe ser ubicado para que reciba directamente del afluente.
- La exposición total al sol es ideal para un humedal construido
- Se recomienda una pendiente de aproximadamente 0.5% de inclinación para humedales construidos donde el flujo pasa subterráneamente.

El agua debe fluir por la tierra y por el medio de la planta por la gravedad; después de que haya viajado la longitud completa, puede ser liberada en un campo abierto después de su respectivo almacenamiento

una vez que la carga suficientemente ha sido reducida será utilizada para regar los campo reforestados y los jardines en recuperación.

Por lo cual la ubicación correcta de sistema recolector es esencial de manera que las villas de cadete tienen una gradiente de inclinación de 10 grados que originen un afluente por gravedad hacia el sistema de tratamiento colocado tras la pista de cabos.

9. ENTREVISTAS DIRIGIDAS.

Dirigida:

- De las entrevistas que se realizaron a las personas que proveen el agua a través de los tanqueros, se deduce que existe ciertos riesgos propios del tránsito vehicular, debido a la cantidad de viajes para distribuir el agua para la cantidad diaria que entregan a la ESMA.
- Después de entrevistar a los funcionarios de AGUA PEN (gerente general "Oswaldo Roca" y gerente de empleados "Jorge Caravia"), dieron a conocer que tienen previsto un proyecto de dotación de agua potable para el sector donde funciona la ESMA, pero eso depende de la recaudación de fondos económicos en la municipalidad, en vista que si se los solicita al gobierno central, deben pasar varios años para que sean atendidos.

- A los cadetes se los entrevisto, quienes manifestaron que en cierta forma no conocen cual es el presupuesto que manejan para la adquisición del líquido vital, que están conscientes del consumo de agua de manera diaria, semanal y mensual, en el aseo personal porque de lo contrario, pude desencadenar en la aparición de alguna enfermedad infectocontagiosa, causando serios problemas en el desarrollo de las actividades propias de la ESMA.
- De los datos proporcionados por la Sección Infraestructura de la ESMA, a continuación se detallan los consumos de agua potable para el año 2013 como referencia del consumo que se lleva hasta el mes de julio:

Tabla 1 Consumo de agua últimos 7 meses

MESES DEL AÑO 2013	Consumo (m3)
ENERO	5228m3
FEBRERO	4861m3
MARZO	4345m3
ABRIL	5680m3
MAYO	7878m3
JUNIO	4937m3
JULIO	4672m3

Fuente: Infraestructura ESMA
Elaborado por: Investigador

2.3. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

ENCUESTA A DIRIGIDA AL PERSONAL DE CADETES

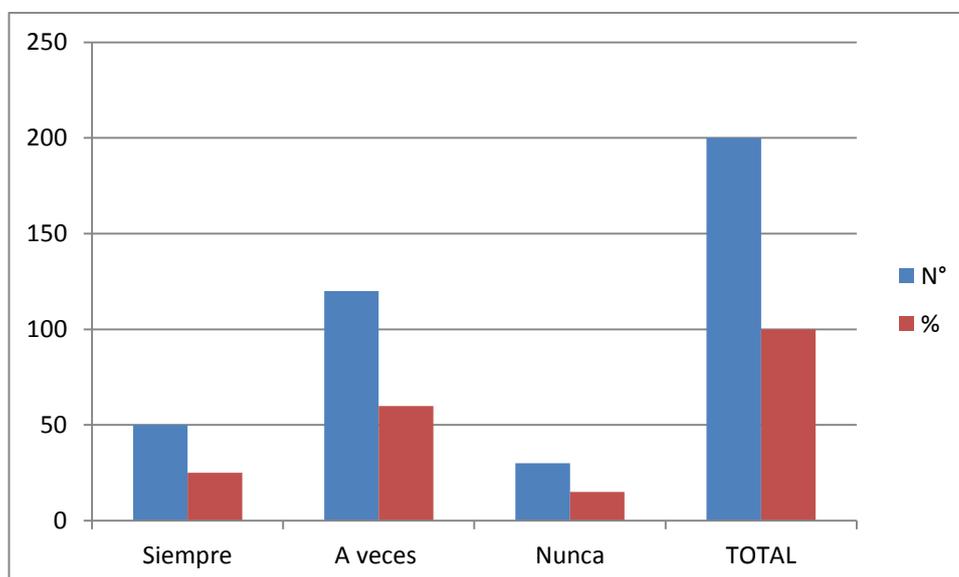
Pregunta N° 1 ¿Controla los consumos de agua para uso personal, en su planificación semanal y mensual de la infraestructura destinada a usted?

Tabla 2 Porcentaje de pregunta #1

ALTERNATIVAS	N°	%
Siempre	50	25
A veces	120	60
Nunca	30	15
TOTAL	200	100

Elaborado por: Investigador

Grafico 1 Porcentaje de encuesta #1



Elaborado por: Investigador

Análisis e interpretación

De los 200 encuestados que corresponden al 100%, 50 corresponde al 25% los cuales manifiestan que siempre controlan los consumos de agua para uso personal, en su planificación semanal y mensual de la infraestructura destinada a ellos, 120 encuestados que corresponden al 60% contestaron que a veces y 30 encuestados que corresponden al 15% que nunca controlan los consumos destinados a ellos.

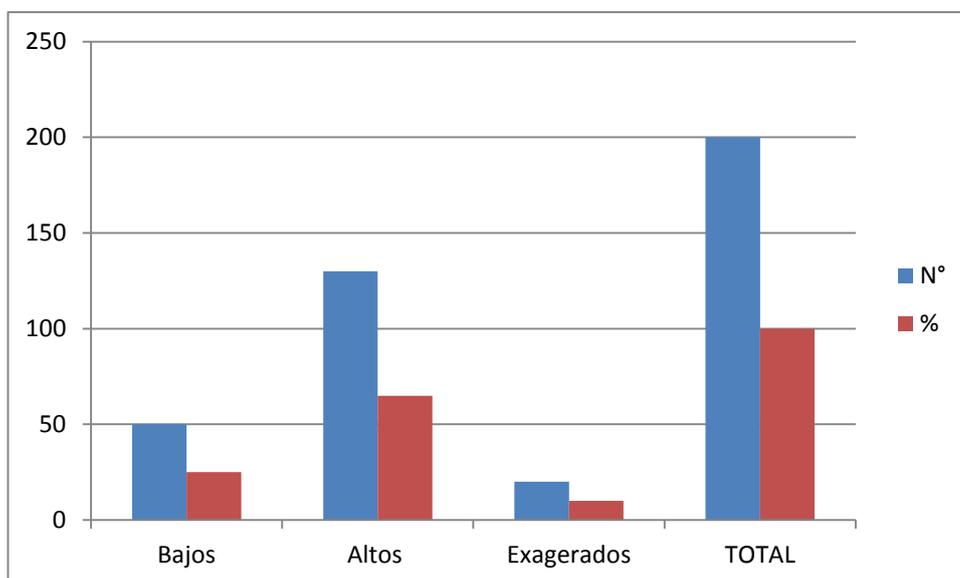
Esto significa que el personal de cadetes a veces controlan los consumos de agua para uso personal, en su planificación semanal y mensual de la infraestructura destinada a ellos ya esta opción tiene el mayor número de encuestados.

Pregunta N° 2 ¿Cómo determina los costos de la utilización de aguas potable que se adquiere a través de agua pen?

Tabla 3 Porcentaje de pregunta #2

ALTERNATIVAS	N°	%
Bajos	50	25
Altos	130	65
Exagerados	20	10
TOTAL	200	100

Elaborado por: Investigador

Grafico 2 Porcentaje de encuesta #2

Elaborado por: Investigador

Análisis e interpretación

De los 200 encuestados que corresponden al 100%, 50 corresponde al 25% los cuales consideran que son bajos los costos de la utilización de aguas potable que se adquiere a través de agua pen, 130 encuestados que corresponden al 65% contestaron que son altos y 20 encuestados que corresponden al 10% que los costos son exagerados.

Esto significa que los personal de cadetes consideran que los costos son altos ya esta opción tiene el mayor número de encuestados.

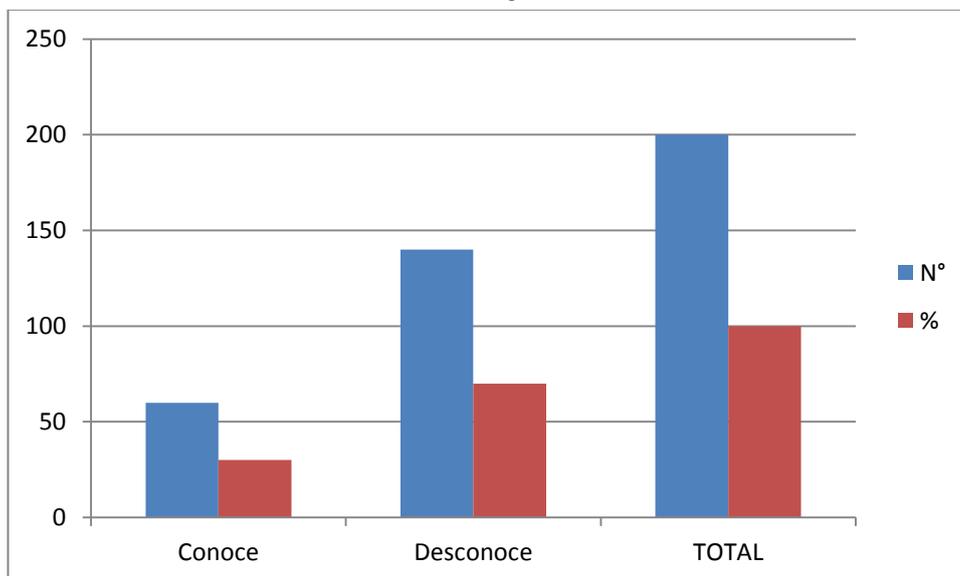
Pregunta N° 3 ¿Conocen cuál es el origen y costos del agua que proveen a la ESMA?

Tabla 4 Porcentaje de pregunta #3

ALTERNATIVAS	N°	%
Conoce	60	30
Desconoce	140	70
TOTAL	200	100

Elaborado por: Investigador

Grafico 3 Porcentaje de encuesta #3



Elaborado por: Investigador

Análisis e interpretación

De los 200 encuestados que corresponden al 100%, 50 corresponde al 25% los cuales consideran que conocen cuál es el origen y costos del agua que proveen a la ESMA, y 140 encuestados que corresponden al 70% contestaron que desconocen al respecto.

Esto significa que los personal de cadetes, consideran desconocer cuál es el origen y costos del agua que proveen a la ESMA ya que esta opción tiene el mayor número de encuestados.

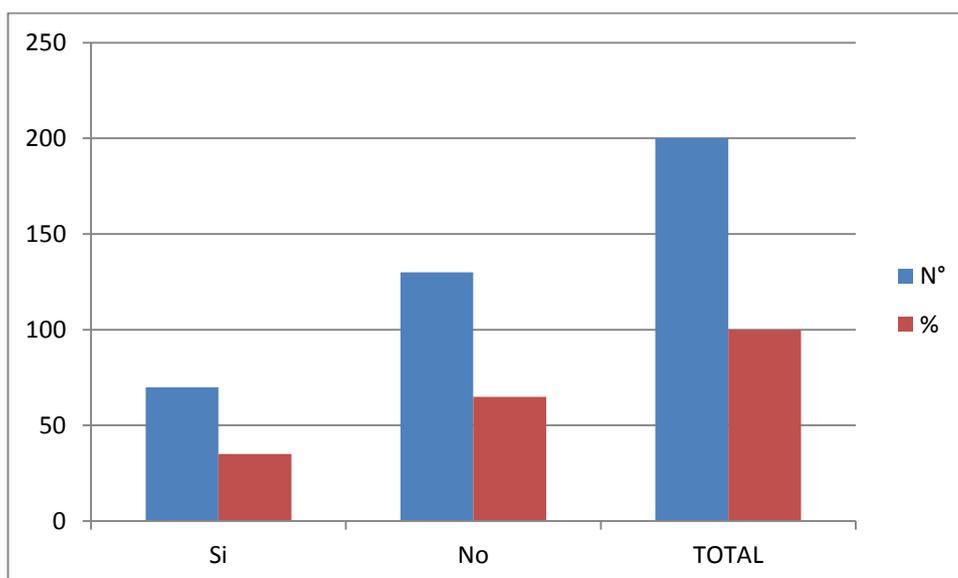
Pregunta N° 4 ¿Conoce usted acerca de un sistema de reciclaje adecuado y tratamiento de aguas grises?

Tabla 5 Porcentaje de pregunta #4

ALTERNATIVAS	N°	%
Si	70	35
No	130	65
TOTAL	200	100

Elaborado por: Investigador

Grafico 4 Porcentaje de encuesta #4



Elaborado por: Investigador

Análisis e interpretación

De los 200 encuestados que corresponden al 100%, 70 corresponde al 35% los cuales consideran que si conocen de un sistema de reciclaje adecuado y tratamiento de aguas grises, y 130 encuestados que corresponden al 65% contestaron que no conocen al respecto.

Esto significa que los personal de cadetes consideran que no conocen que los cadetes de la ESMA, han sufrido alguna enfermedad o por la falta de un sistema de reciclaje adecuado y tratamiento de aguas grises ya que esta opción tiene el mayor número de encuestados.

CAPITULO III

PROPUESTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS GRISES

3.1 Propuesta

En general, las aguas de desecho contienen menos del 0.1% de materias sólidas, gran parte de dicha agua es procedente del baño o de la lavandería y, por encima contiene basuras, papeles, trapos, pedazos de madera y heces fecales.

El sistema de reutilización de aguas grises consiste en conducir por medio de la red de drenaje con tubería de PVC, las aguas procedentes de cocina con restos de alimentos y materia orgánica hacia una trampa de grasa la cual elimina las grasas, que tienden a formar grasas, tapar las rejillas fijas, obstruir los filtros.

El periodo de detención varía de 5 a 15 minutos. Unos dos miligramos por litro de cloro aumenta la eficacia de la eliminación de la grasa.

A la vez la tubería procedente de lavadoras, bañeras y duchas con detergentes y la que viene de la trampa de grasa es conducida hacia el depósito acumulador donde servirá para abastecer los tanques de los inodoros.

En la red de tuberías de drenaje, según (Merritt, 1999) no se deben usar tuberías de un diámetro menor de 4 pulgadas debido a la posibilidad de obstrucciones. La colocación de los tubos se hace, por lo general, con cierta pendiente la cual no debe de ser menor al 2%.

Las juntas entre los tramos de las tuberías se realizan, por lo general, con una junta plástica o empaque. Se prefieren tipos de juntas elásticas a las rígidas, pues estas últimas pueden agrietarse a causa del asentamiento diferencial (Merritt, 1999)

4 Análisis de Factibilidad

Al observar los resultados de las encuestas, y entrevistas realizadas se puede evidenciar la necesidad de implementación de un sistema de recolección, separación y tratamiento de las aguas grises que se producen, por el uso de agua para consumo humano y para el aseo diarios de los cadetes y todo el personal que allí labora y por la escasez de este elemento vital que como avanza el tiempo se vuelve más difícil de obtenerlo a bajo costo, entonces es necesario incorporar técnicas apropiadas para el tratamiento de las aguas grises de este centro de instrucción superior, para que a su vez se las reutilice en beneficio del conglomerado, porque se fundamenta en el desarrollo de gestión institucional que dan paso y ayudan a resolver las necesidades prioritarias de la ESMA.

Con esta propuesta se creará nueva esperanza de avances significativos en la educación y a la infraestructura, que demanda cambios profundos a nivel actitudinal, personal y profesional de los docentes y cadetes, garantizando así, el compromiso de todos ayudando a conseguir la meta del buen vivir en la formación del ciudadano ecuatoriano.

4.1 Fundamentación

Esta Propuesta se fundamenta, en la sociedad del nuevo milenio, porque se pretende la formación integral del ser humano, donde la persona debe aprovechar todas las oportunidades de aprendizaje que se le presenta durante la capacitación en una institución que goza de infraestructura que llena todas las expectativas para una educación integral, tanto para los docentes como para los cadetes con la finalidad de lograr una formación, que le permite ser sujeto y actor social con deberes y derechos, como líderes del buen vivir, con una visión que tendrá como fines esenciales la defensa y el desarrollo de nuestro suelo patrio, el respeto a su dignidad, al ejercicio democrático de la voluntad popular y la construcción de una sociedad más justa.

El objetivo principal de la propuesta, es reutilizar las aguas de ducha, lavatorio, pileta de cocina y lavadero; e incorporarlas al sistema de riego y como agua para el inodoro.

Entonces, esta propuesta se fundamenta en la orientación técnica para el tratamiento de las aguas grises de la ESMA los costos que norman y determinan el comportamiento ético para la ejecución del proyecto que se desea implementar para beneficio de todos, dándonos la oportunidad de vivir de manera más eficaz en el medio que les rodea.

4.2 Memoria descriptiva

Se independizará las aguas grises de las aguas negras y serán depositadas en los tanques de reserva, la cámara séptica y demás elementos necesarios para el objeto del proyecto.

4.2.1 Descripción del sistema – Funcionamiento

El sistema a utilizar es de sencilla construcción y mantenimiento, consta de:

- Cámaras atrapa grasas o separadoras de grasas: 32 baños tanto para la villa #1 y #2 y para la villa #3 de 44 baños.
- Cámaras de inspección: 5
- Cámara séptica: 1
- Tanques cisterna de 6.8m³: 6
- Tanques de reserva de 500 lts: 32 baños tanto para la villa #1 y #2 y para la villa #3 de 44 baños.
- Bombas de agua: 4 (dos en reserva)

Conjunto de electroválvulas y flotantes eléctricos: 32 baños tanto para la villa #1 y #2 y para la villa #3 de 44 baños.

Desinfección de agua mediante radiación U.V. para la esterilización de pequeños y medianos caudales - 6,4 m³/h de caudal nominal - 10 m³/h de caudal máximo - 1" M de conexión - 102 W de potencia

Figura 20 Maquina de radiación U.V.



**Fuente: Roberto Rodríguez
Elaborado por: Investigador**

El funcionamiento es sencillo: las aguas de descarga de los artefactos anteriormente señalados serán conducidas hasta una cámara separadora de grasas, la cual deberá limpiarse periódicamente; luego las aguas así desgrasadas, serán conducidas hasta una cámara séptica, en la cual se producirá la reducción de la materia orgánica presente y se decantará los sólidos más pesados.

Una vez ingresada el agua en los 6 tanques cisterna (de 6.8m³ subterráneos, total almacenado 40.8m³), una parte será bombeada a los tanques de reserva adicionales (de 500 lts) instalados en la cubierta de cada villa de cadetes, del cual serán alimentados los inodoros de las viviendas; y otra será reutilizada para riego.

4.2.2 Estimación de consumo – Dimensionamiento del sistema

Realizando una analogía del consumo medio para cuatro integrantes, reflejada en la siguiente tabla:

Tabla 6 Consumo promedio de agua

CONSUMO PROMEDIO DE AGUA		
Consumos promedio de agua potable, por día, de 4 integrantes, en invierno y verano		
Uso	Invierno	Verano
Duchas	350 litros	450 litros
Aseo lavatorio	100 litros	120 litros
Descarga WC	500 litros	500 litros
Riego	70 litros	190 litros
TOTAL DIARIO	1.020 litros por día	1.260 litros por día
TOTAL MENSUAL	30.600 litros por mes	37.800 litros por mes

Fuente: (Merritt, 1999)
Elaborado por: Investigador

En la cual se observa que la cantidad de agua proveniente de la ducha y lavatorio es aproximadamente 450 lts diarios en invierno y 570 lts diarios en verano.

El consumo por riego y descarga de inodoros es: 570 lts diarios en invierno y 690 lts diarios en verano.

Por lo tanto adoptamos 6 tanques de 6.8m³ (40,800 litros) que abastece a 450 lts a 579 lts aproximadamente por baño de dos piezas, como cisterna donde se acumule el agua de reciclada. Debe notarse que la

cantidad generada en los artefactos destinada al reciclaje es superior a la consumida por riego y WC, por lo que el sistema deberá llevar un rebalse por gravedad con cierre hidráulico y conectado a la cloaca.

Además se prevé la posibilidad de mayor demanda de consumo para lo cual se considera el ingreso de agua de red a los tanques cisterna.

La cámara séptica será de 3,00m por 1,00m, teniendo en cuenta que solo recibirá aguas grises y no cloacales. Será construida de hormigón con tabique central.

La ubicación mediante el previo análisis para poder colocar la planta de almacenamiento y tratamiento de las aguas grises será en las inmediaciones del área de cadetes, en la parte lateral de la pista de cabos con un espacio similar a una cancha de básquet (28m de largo por 15m de ancho).

La ubicación de esta planta no causara ninguna molestia con el resto del reparto ya que este terreno no se encuentra ubicado en un lugar importante ni atrae a ninguna clase de animal que pueda interferir con la pista.

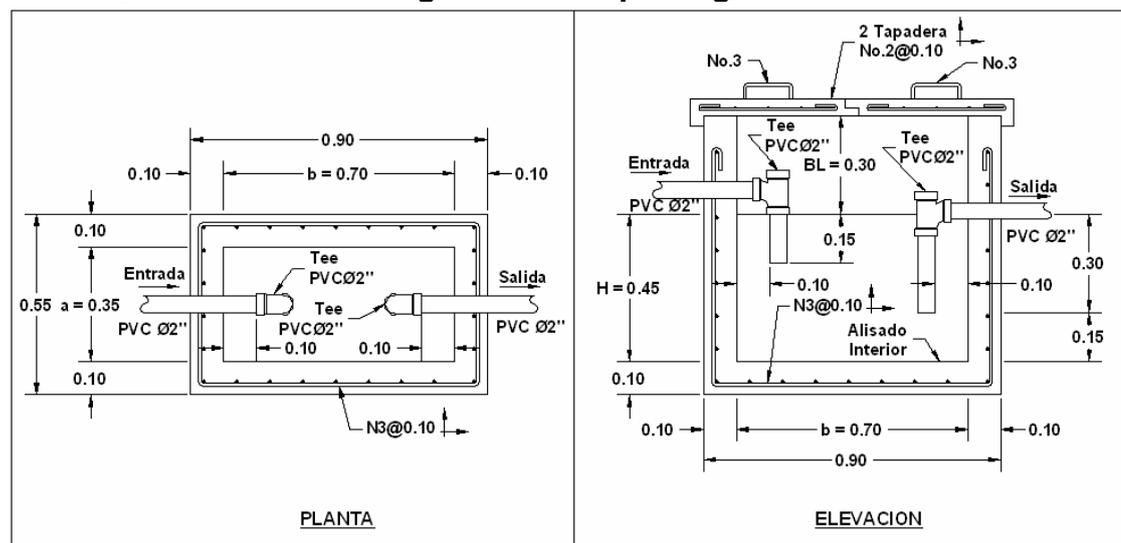
4.2.3 Detalle de los componentes del sistema:

Las trampas de grasa o cámaras de desgrase necesitan mantenerse con cantidades bajas de grasa para evitar taponar el sistema de desagüe o las líneas de drenaje. Para mantener el sistema funcionando sin problemas, hace falta limpiar las tuberías y la trampa periódicamente.

Las bacterias generadas en la trampa de grasa se alimentan de la grasa y el sedimento que se encuentra en la trampa, inhibiendo la acumulación de los mismos dándose cuenta que el tratamiento mantiene el sistema con la cantidad de sedimento muy bajo y evitando que la trampa de grasa se tapone o mantenga un mal olor.

Es importante el tamaño de la trampa de grasa, ya que si ésta es muy pequeña puede ocasionar malos olores.

Figura 21 Trampa de grasa



Fuente: Roberto Rodríguez
Elaborado por: Investigador

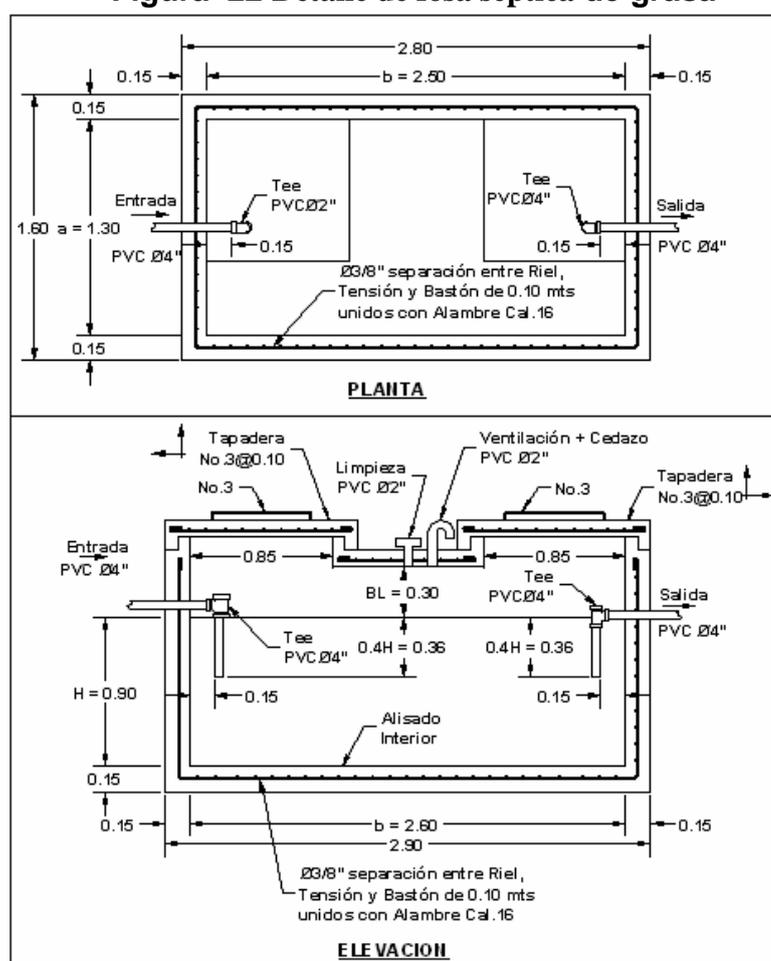
4.2.4 Cámara Séptica:

La cámara séptica es un tanque impermeable subterráneo donde las aguas servidas quedan un tiempo en reposo produciéndose sedimentación de sólidos y formación de natas flotantes.

La ausencia de aire y luz favorece la proliferación de microorganismos que se alimentan de la materia orgánica convirtiéndola en líquidos y gases.

Este proceso, llamado anaeróbico (sin aire) o séptico, transforma materiales peligrosos para nuestra salud en líquidos inofensivos ricos en minerales.

Figura 22 Detalle de fosa séptica de grasa



Fuente: Roberto Rodríguez
Elaborado por: Investigador

4.2.5 Tanques cisterna:

La finalidad de los mismos es recibir las aguas tratadas provenientes de la cámara séptica.

El sistema cuenta con 6 tanques de PVC de 6.800 litros cada uno, vinculados por vasos comunicantes en su parte inferior, para brindarle al sistema una capacidad de 40.800 litros.

Las cisternas estarán ventiladas mediante cañerías de PVC para ecualizar presiones. Cuenta con un control de nivel, que en caso de llegarse a una mínima gota de agua en los tanques, reponga agua proveniente de la red.

El sistema de reposición será a través de la apertura de una válvula solenoide que ingresará agua solamente en caso de que el nivel de agua dentro de la cisterna sea muy bajo y no pueda recuperarse por el ingreso de aguas grises.

Además dispondrán de un rebalse por muy alto nivel, operativo solo en el caso de que el ingreso de las aguas grises supere el consumo combinado para provisión de agua de inodoros y riego.

Tanto la reposición como el desborde son considerados para casos excepcionales.

Figura 23 Tanques de cisterna de 6.8 m3

**Fuente: Roberto Rodríguez
Elaborado por: Investigador**

4.2.6 Bomba control de riego:

El control de riego tomará agua del tanque cisterna y contará con una bomba de aproximadamente 3 m³/hora y un programador temporizado, que le proporcionará la señal de arranque a la mencionada bomba en dos periodos de tiempo (mañana y tarde) que durarán aproximadamente 4 minutos (200 litros aproximadamente en cada una).

4.2.7 Sistema de desinfección:

Se ubicará en la descarga de la bomba de llenado de tanques de almacenamiento y el mismo contará con una lámpara de desinfección de agua mediante radiación U.V. para la esterilización de pequeños y medianos caudales, entre 6,4 m³/h de caudal nominal y 10 m³/h de caudal máximo, el mismo prevé la eliminación del 99,9 % de los microorganismos patógenos que puedan existir en el tanque cisterna.

El mencionado sistema se pondrá en operación en forma conjunta con la bomba de llenado de tanques de almacenamiento.

4.5 Fundamentos del funcionamiento

4.5.1 Irradiación por luz ultravioleta

La luz ultravioleta mata bacterias y virus en un efluente por destrucción de su material genético, previniendo así la replicación. A una longitud de onda de 253,7 nm mata los microorganismos sin alterar las propiedades físicas y químicas del efluente.

La efectividad de muerte de microorganismos depende de la intensidad de la luz y del tiempo de contacto. Cualquier condición que disminuya estos parámetros disminuirá la efectividad del método de desinfección.

El caudal afecta el tiempo de contacto ya que a mayor caudal menor tiempo de contacto.

Las características de los efluentes que más afectan el desempeño de desinfección con UV son la transmisión de UV y la cantidad de sólidos en suspensión o turbiedad.

La disminución de la transmisión disminuye la intensidad de luz que llega a las bacterias.

La dosis de luz UV se define como:

$$D = I t$$

D = dosis

I = intensidad

T = tiempo

3.5.2 Variables de control de proceso

La eficiencia de un reactor de luz ultravioleta depende de:

- Transmisión o absorbancia de UV
- Concentración de sólidos en suspensión
- Caudal hidráulico
- Concentración de hierro o dureza
- Fuente del efluente
- Requerimientos de desinfección
- Vida de la lámpara
- Diseño de equipo
- Crecimiento biológico en la superficie del reactor

4.5.3 Intensidad

La velocidad de desinfección se relaciona directamente con la intensidad media de la luz UV.

La intensidad de la luz depende del tipo de lámpara, del espaciamiento entre lámparas, de la calidad del efluente y del grosor de la cubierta de la lámpara. El operador puede controlar esto último por limpieza regular de la lámpara para remover la capa de suciedad depositada.

La siguiente ecuación aproxima la remoción de bacterias en función de la intensidad de radiación UV:

$$\mathbf{N = N_0 (-KIt)}$$

N = Nro de colonias de coliformes en 100 ml después de la irradiación UV

N₀ = Nro de colonias de coliformes en 100 ml antes de la irradiación UV

K = constante de velocidad, cm² /Ws

I = intensidad de la radiación UV, W/ cm² aλ = 253,7 nm

t = tiempo de exposición en segundos

4.5.4 Características hidráulicas del reactor

La eficiencia de un reactor de irradiación UV depende del índice de dispersión (Ex), quien está relacionado directamente al tiempo de exposición y a la configuración de las lámparas (espaciamiento entre ellas) La siguiente expresión matemática muestra la relación de la eficiencia de la irradiación UV con Ex, la velocidad del fluido (U) y la concentración de sólidos en suspensión (SS).

$$\underline{L/L_0 = [(U \cdot X / 2Ex) (1 - (1 + 4KEx/U^2)^{1/2})] + C (SS)^2}$$

Ex = coeficiente de dispersión de luz UV

L = concentración de microorganismos después de la irradiación UV, colonias / 100 ml

L₀ = concentración de microorganismos antes de la irradiación UV, colonias / 100 ml

U = velocidad del fluido, cm/ seg

X = distancia frontal recorrida durante la exposición, cm

K = contante de velocidad de desinfección, seg ⁻¹

C = constante, 0,25 para coliformes fecales y 0,9 para coliformes totales

SS = sólidos en suspensión, mg/ L

4.5.5 Tiempo de exposición

Esta variable está inversamente relacionada a la velocidad del fluido, depende de la configuración de la lámpara (espaciamiento y tiempo de retención en el reactor).

Lámparas que estén con espaciamiento corto (muy juntas) tienen una mayor intensidad de radiación UV.

4.5.6 Calidad del efluente de agua residual

La turbiedad del efluente (contenido de sólidos en suspensión) es la variable que más inhibe el proceso de desinfección. Para una mejor

desinfección por radiación UV el contenido de SS debe ser menor a 10 a 15 mg/L y la turbiedad menor que 5 o 10 NTU.

4.5.7 Tanque de almacenamiento individual

Los mismos serán de 500 litros, situados sobre la cubierta de las viviendas y contarán con un control de alto y bajo nivel y unas electroválvulas para permitir el ingreso de aguas provenientes de la bomba de llenado.

El funcionamiento se describe a continuación:

- Al llegar a la mínima cota del tanque de almacenamiento, el control de nivel envía una señal para arranque de la bomba.
- Habilita a su vez las electroválvulas correspondientes hasta llegar a una máxima cota prefijada con el control de nivel.
- Provoca la detención de la bomba y el cierre de las electroválvulas.

Cualquiera de los controles de nivel de los tanques del complejo habitacional puede poner en funcionamiento la bomba de llenado y habilitar la electroválvula correspondiente, puede darse el caso de que se provoque el llenado de dos o más tanques en forma consecutiva y el nivel de cada tanque controle el cierre de la electroválvula, manteniéndose la bomba en marcha hasta el llenado del último tanque de almacenamiento.

4.5.8 Balance económico del sistema

- Estimación de costos de la instalación
- Estimación de la cantidad de agua reutilizada
- Estimación de la diferencia de descarga a la cloaca
- Estimación de los costos de mantenimiento y electricidad

4.5.9 Estimación de costos de la instalación

Tabla 7 Cotización de costos de la propuesta

No.	RUBRO O ACTIVIDAD	P. TOTAL
REDISEÑO DE LA RED HIDROSANITARIA		
1	LEVANTAMIENTO PLANIMETRICO	1.500,00
2	REDISEÑO DE LA RED: PLANOS SANITARIOS, ISOMETRIAS, ETC	1.500,00
3	PLANOS DE DETALLE	1.500,00
SISTEMA DE SEPARACION DE AGUAS		
4	ROTURA DE H. SIMPLE	384,00
5	SACADA DE CERAMICA	300,00
6	CAJETINES DE REVISION PARA AGUAS GRISES	520,00
7	REPOSICION DE H. SIMPLE F/C=180 KG/CM2	2.280,00
8	REPOSICION DE CERAMICA DE PISO	2.160,00
9	ROTURA DE PAVIMENTO ASFALTICO	560,00
10	ADQ. E INST DE TUB. PARA AGUAS GRISES PVC ø 63 MM	625,00
		11.329,00

RESERVORIO PARA TANQUE DE GRASAS		
16	EXCAVACION MANUAL Y DESALOJO	6,12
17	RELLENO DE PIEDRA BOLA	3,90
18	REPLANTILLO DE H. SIMPLE F´C=140KG/CM ²	6,31
19	LOSA INFERIOR H. S. F´C=210KG/CM ²	11,25
20	PAREDES LATERALES H. SIMPLE F´C=210KG/CM ²	53,99
21	ACERO DE REFUERZO	300,00
22	ENLUCIDO	20,90
23	ESCALINES DE HIERRO D=14mm	9,70
24	TAPA METALICA	123,30
25	TUBO DE VENTILACION	6,02
26	ADQ. E INST. DE TUBO PVC ϕ 63 MM	7,50
27	ADQ. E INST. DE CODO PVC ϕ 63mm 90°	9,60
28	- ADQ. E INST. DE TEE PVC ϕ 63mm 90°	9,20
29	ACCESORIOS	50,85
		618,64

RED DE AGUAS GRISES		
1	RED DE TUBERIAS PRINCIPALES Y SECUNDARIAS, SISTEMA DE BOMBEO	
2	CODOS DE 1/2 "	35
3	UNIONES DE 1/2"	30
4	LLAVES DE PASO 1/2" EDESA"	24
5	LLAVES DE PICO DE 1/2"	58
6	TUBOS 2"	380
7	TUBOS 4"	900
8	CODOS 2"	33
9	CODOS 4"	132
10	T 2"	16
11	T 4"	50
12	Goma pega tubo litro	15
13	Teflón	10
Sub total		1.683,00
15	TRABAJOS COMPLEMENTARIOS: PICADO, CORCHADO, RECUBRIMIENTOS	4.700,00
Sub total		6.383,00

CAMARA SEPTICA		
30	EXCAVACION MANUAL BAJO NIVEL FREATICO Y DESALOJO	169,21

31	RELLENO DE PIEDRA BOLA	39,48
32	REPLANTILLO DE H. SIMPLE F´C=140KG/CM ²	42,60
33	LOSA SUPERIOR E INFERIOR H. S. F´C=210KG/CM ²	301,45
34	PAREDES LATERALES H. SIMPLE F´C=210KG/CM ²	355,44
35	ACERO DE REFUERZO	1.800,00
36	ENLUCIDO	129,34
37	ESCALINES DE HIERRO D=14mm	29,10
38	TAPA METALICA	120,00
39	TUBO DE VENTILACION	6,02
40	- ADQ. E INST. DE CODO PVC Ø 110mm 90°	16,00
41	- ADQ. E INST. DE TEE PVC Ø 110	16,00
42	ADQ. E INST. DE TUBO PVC ø 110 MM	10,00
43	ACCESORIOS	50,00
		3.084,64

TANQUES DEL SISTEMA DE DESINFECCIÓN, ALMACENAMIENTO Y DISTRIBUCIÓN		
44	TANQUES ECOCICLE CAPACIDAD 100 PERSONAS	32.200,00
45	TANQUES DE SISTEMA DE DESINFECCIÓN UV	28.000,00
		60.200,00
	TOTAL DEL PRESUPUESTO US\$	81.615,28

**Fuente: Ing. Franklin Matute
Elaborado por: Investigador**

4.5.10. Ubicación de cómo esta concebida la propuesta

Figura 24 Ubicación de la propuesta



**Fuente: Roberto Rodríguez
Elaborado por: Investigador**

Figura 25 Componentes y sistema de distribución de agua



**Fuente: Roberto Rodríguez
Elaborado por: Investigador**

4.5.11 Estimación de la cantidad de agua reutilizada

Tabla 8 Porcentaje de agua reutilizada

Temporada	Consumo medio (lts/día)	Agua reutilizada por villa	% de agua a reutilizarse
Invierno	900	370	41
Verano	1250	465	40

**Fuente: Ing. Franklin Matute
Elaborado por: Investigador**

Entonces se puede verificar que el porcentaje de reutilización del agua es de aproximadamente: 40%

4.5.12 Estimación de la diferencia de descarga a la cloaca

Tabla 9 Estimación de la diferencia de descarga

Temporada	Consumo medio (lts/día)	Agua reusada por villa.	% de agua reusada
Invierno	900	300	33
Verano	1250	300	26

**Fuente: Ing. Franklin Matute
Elaborado por: Investigador**

Entonces podemos decir que el porcentaje de descarga a la cloaca es de aproximadamente es de 30%

4.4.13 Estimación de los costos de mantenimiento y electricidad

Tabla 10 Estimación de los costos de mantenimiento y electricidad

Materiales	costo unitario	costo total
Bomba de presión de 1hp	240\$	240\$
Tanque para bomba	106\$	106\$
Accesorios de bomba	48\$	48\$
Tubos plásticos de 1/2 pulgada	9\$	630\$
t de 1/2 "	0,8\$	12,8\$
Total		10,36,8\$

Fuente: Ing. Franklin Matute

Elaborado por: Investigador

Gastos de limpieza del sistema (cada 6 meses): \$35/mes

4.4.14 Estimación del gasto de agua (de baño por cada dos piezas)

Tabla 11 Estimación del gasto de agua por baño

Agua reutilizada según estación	
En invierno:	370 lts/piezas
En verano:	465 lts/piezas

Fuente: Ing. Franklin Matute

Elaborado por: Investigador

4.4.15 Estimación del gasto y costos en zonas de áreas verdes

Tabla 12 Estimación del gasto de agua por baño

ZONA	ZONA 1	ZONA 2	ZONA 3	ZONA 4	ZONA 5	TOTAL
COSTO	2349.66	459.66	401.66	399.66	479.66	4090.30
TIEMPO	8	9	8	9	9	5 AÑOS
	MESES	MESES	MESES	MESES	MESES	
CONSUMO AGUA m³	4.8	4.8	4.8	4.8	4.8	24
PERSONAL UTILIZADO	12	15	12	12	20	71
PLANTAS	120	120	120	120	120	600
GASTOS ADICIONALE S 10%	43	46	40	40	48	217
						4307.30

Fuente: Ing. Franklin Matute
Elaborado por: Investigador

Figura 26 Distribución de zonas de áreas verdes



Fuente: Google
Elaborado por: Investigador

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- a) En el Cantón Salinas de la Provincia de Santa Elena donde está ubicada la Escuela Superior Militar de Aviación “Cosme Rennella B.”, no se cuenta con un sistema de tratamiento de aguas grises, específicamente de aguas grises, por lo que la presente propuesta podría constituirse en un plan piloto a ser aplicado en lo posterior a nivel local y por qué no nacional.
- b) El sistema de desinfección más adecuado constituye el de radiación U.V. que garantiza un mejor reciclaje y aprovechamiento de estas

aguas, sin embargo, la adopción dependerá del análisis de la situación que se haga en cada caso.

- c) Con la aplicación de la propuesta, las viviendas construidas contarán con sistema de tubería y evacuación de aguas grises independiente lo que disminuiría los taponamientos de la red.
- d) Con la aplicación del proyecto se ha estimado un ahorro económico, así como varios beneficios a mediano plazo de acuerdo al siguiente análisis:
 - Ahorro por reducción en el consumo de agua: $2.104 \text{ m}^3 \times 0,345 \text{ \$/m}^3 = \$725$ anuales.
 - Reducción de volumen de agua volcada a la cloaca: 30% aproximadamente.
 - Reducción en el consumo de agua potable: 40% aproximadamente.
- e) La provisión de agua será ininterrumpida debido a que el agua gris generada se recicla para riego y para el funcionamiento del inodoro.
- f) Existiría la posibilidad de crear más áreas verdes y se daría un mantenimiento adecuado a las existentes, al tener agua de riego suficiente.

RECOMENDACIONES

- a) Implementar el sistema de tratamiento de las aguas grises, lo que permitirá la reducción en los costos de gasto y consumo de agua potable 40%, gestionando el financiamiento y la ejecución de la propuesta ante las autoridades locales, provinciales o nacionales, ya que el proyecto puede servir de referente para otras instituciones.
- b) En esta actividad tenemos que seleccionar el espacio adecuado donde se va a realizar la recolección de las aguas grises siendo este un espacio gigante para poder tener cabida a todo el líquido que sale de las instalaciones de los cadetes.
- c) Una vez implementado el sistema y a fin de mantener en óptimas condiciones la operatividad del mismo se deberá realizar:
 - Mantenimiento semestral de la cámara séptica.
 - Mantenimiento mensual de la cámara separadora de grasa.
 - Capacitar y mantener un personal adecuado que realice chequeos periódicos.
- d) En las áreas verdes a ser regadas con el reciclaje de aguas grises, deberán plantarse cultivos acorde a la zona y al ambiente.
- e) Propender a que en el diseño de futuras construcciones, se independice las redes y tuberías de aguas grises, para que estas puedan ser aprovechadas con mayor facilidad.

5. Referencia Bibliografía

- AGUAPUR. (19 de ABRIL de 2012). *AGUAPUR.COM*. Recuperado el 13 de SEPTIEMBRE de 2013, de AGUAPUR.COM:
http://www.aguapur.com/0/es_equipos%20aguas%20grises.html
- construmatico. (10 de enero de 2011). *www.Construmatica.com*.
 Recuperado el 21 de marzo de 2013, de www.Construmatica.com:
http://www.construmatica.com/construpedia/Aguas_Grises
- Duttle. (2011). En *Biorrollos y carpetas para tratamiento de escorrentía y lechos vivos*. New Mexico.
- Duttle, M. (23 de enero de 2010). *wikipwdia*. Obtenido de [wikipwdia](http://es.wikipedia.org/wiki/Aguas_grises):
http://es.wikipedia.org/wiki/Aguas_grises
- ecourbano. (s.f.). *ecourbano.es*. Recuperado el 21 de marzo de 2013, de [ecourbano.es](http://www.ecourbano.es):
<http://www.ecourbano.es/imag/CALV%20Link%20metodologia%20d>
[efinicio%20y%20esquema.pdf](http://www.ecourbano.es/efinicio%20y%20esquema.pdf)
- García, D. D. (29 de Septiembre de 2008). *REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES*. Obtenido de <http://www.edutecne.utn.edu.ar>.
- greywaternet. (2011). *tratamiento de aguas grises*. Recuperado el 21 de marzo de 2013, de <http://www.greywaternet.com/tratamiento-aguas-grises.html>
- INE. (LUNES 31 de MAYO de 2010). Obtenido de www.ine.gob.mx/index.php/agua/recoleccion-reciclado-y-reuso-de-agua/aguas-grises
- Laws, H. (2001). Related to Recycled Water. En H. Laws, *Related to Recycled Water*. California: title22.
- Marcelo, D. D.-G. (29 de Septiembre de 2008). *REUTILIZACIÓN DE AGUAS GRISES*. Obtenido de <http://www.edutecne.utn.edu.ar>.
- Merritt. (1999). *Loftin and Ricketts*.
- Ricketts, L. y. (1999). *Merritt*.
- teqma. (2 de marzo de 2013). *teqma.com*. Recuperado el 12 de septiembre de 2013, de teqma.com: (<http://teqma.com/tecnologias/desinfeccion-ultravioleta#sthash.UeCbLccy.dpuf>)
- TIERRAMOR. (s.f.). *TIERRAMOR*. Obtenido de [TIERRAMOR](http://www.tierramor.org/permacultura/agua2.htm#uno):
<http://www.tierramor.org/permacultura/agua2.htm#uno>

ANEXOS

“COSME RENNELLA B.”
ESCUELA SUPERIOR MILITAR DE AVIACIÓN
TESIS DE GRADO

ENTREVISTA ESTRUCTURADA

Dirigida al personal, cadetes, y funcionarios del Gobierno Autónomo Municipal del Cantón Salinas, y, proveedores de agua a través de tanqueros de la Provincia de Santa Elena.

CUESTIONES:

Estimado/a Funcionario/a: de la ESMA, del Gobierno Autónomo Municipal de Salinas, cadetes y proveedores de agua en tanqueros, agradecemos su colaboración, por concedernos unos valiosos minutos de sus delicadas funciones en la presente entrevista.

1. ¿Cómo controla los consumos de agua para uso personal, en su planificación semanal y mensual de la infraestructura destinada a usted?

.....

2. ¿Cómo determina los costos de la utilización de aguas potable que se adquiere a través de agua pen?

.....

3. ¿Conocen cuál es el origen y costos del agua que proveen a la ESMA.?

.....

4. ¿Conoce usted acerca de un sistema de reciclaje adecuado y tratamiento de aguas grises?

.....

ANÁLISIS FODA

FODA	
F O R T A L E Z A	<p>La ESMA cuenta con cisternas y sistemas de bombeo independientes en cada una de las edificaciones.</p> <p>La ESMA cuenta con un abastecimiento alternativo de agua potable a través de tanqueros.</p> <p>Existe un buen abastecimiento por parte del camión cisterna y mediante el bombeo continuo de agua.</p> <p>La ESMA tiene una extensión suficiente donde se pueden crear áreas verdes.</p>
O P O R T U N I D A D E	<p>La ESMA, está ubicada en un sitio turístico lo que produce el interés de ciertos organismos que pueden apoyar en la ejecución de proyectos.</p> <p>Buenas relaciones con autoridades seccionales y locales.</p>

S	
D E B I L I D A D E S	<p>Los bloques de viviendas tienen más de 20 años, por lo cual las redes de agua potable y desagüe han cumplido su vida útil.</p> <p>No contamos con el separador de aguas grises de las aguas negras ya que todas van a un mismo punto de recolección</p> <p>En Ecuador no existe una normativa para construir redes independientes de aguas grises, por lo que las construcciones poseen redes combinadas.</p>
A M E N A Z A S	<p>Ambiente agreste de la costa ecuatoriana y más nocivo en la Península que deteriora con facilidad las edificaciones</p> <p>Actitud negativa de los empleados o predisposición al trabajo</p> <p>Si las aguas grises no son tratadas correctamente puede causar daños a la salud y contaminar el medio ambiente ya que llevan bacterias y materia orgánica.</p>

Fuente: Propias del autor

Maqueta del sistema de tratamiento de aguas grises

Figura 27 Parte superior de la maqueta



Fuente: Roberto Rodríguez
Elaborado por: Investigador

Figura 28 Parte inferior de la maqueta



Fuente: Roberto Rodríguez
Elaborado por: Investigador