



UNIVERSIDAD DE ESPECIALIDADES ESPÍRITU SANTO
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERÍA CIVIL.

TEMA

**REUSO DEL EFLUENTE DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES EN URBANIZACION**

Trabajo de Titulación como requisito previo para la obtención del Título de Ingeniero
Civil.

Autor: José Carlos Pere Idrovo

Tutor: Ing. Mario García.

Samborondón,

Abril 2015.

Contenido

RESUMEN	10
CAPÍTULO I	11
1.1 El Problema.....	11
1.1.1 Planteamiento del Problema	11
1.1.2 Formulación del problema.....	13
1.1.3 Sistematización del problema.....	13
1.2 Objetivos de la Investigación.....	14
1.2.1 Objetivo General.....	14
1.1.2 Objetivos específicos	14
1.3 Justificación.....	14
CAPÍTULO II.....	16
2.1 Marco Teórico	16
2.1.1 Calidad del Agua Residual	16
2.1.1.1 Generalidades.....	16
2.1.1.2 Parámetros de calidad relacionada con material particulado.....	18
2.1.1.3 Parámetros Orgánicos	20
2.1.1.4 Parámetros microbiológicos.....	21
2.1.1.5 Nutrientes	22
2.1.2 Tratamiento	24
2.1.2.1 Generalidades.....	24
2.1.2.2 Niveles de Tratamiento.....	25
2.1.2.3 Tipos de tratamiento	28

2.1.3 Aspectos teóricos del sistema investigado (estudio de caso)	32
2.1.3.1 Parámetros de calidad de agua (tulsma).....	35
2.1.3.1.1 Parámetros para riego.....	35
2.1.4 Evaluación ambiental del proyecto.....	38
2.1.4.1 Generalidades.....	38
2.1.4.2 Beneficios ambientales reutilizando el agua residual	39
2.1.4.3 Indicadores ambientales.....	39
2.1.5 Evaluación económica del proyecto	40
2.1.5.1 Valor actual neto(VAN).....	40
2.1.5.2 Tasa interna de retorno (TIR)	41
2.1.5.3 Coeficiente beneficio-costo	41
2.1.5.4 Periodo de recuperación.....	42
2.1.6 Investigaciones previas con agua tratada describir dos lugares como les va que riegan etc y esto que es??????	42
2.1.7 Sistema de hipótesis	43
2.1.8 Definiciones conceptuales.....	43
CAPÍTULO III.....	47
3.1 Metodología	47
3.1.1 Diseño de la investigación.....	47
3.1.2 Metodología de la factibilidad teórica	48
3.1.3 Metodología diseño	49
3.1.4 Metodología costo – beneficio.....	49
3.1.5 Metodología beneficio ambiental.....	50
3.1.6 Población y Muestra.....	51
3.1.7 Instrumentos de recolección de datos.....	51
3.1.8 Técnicas de investigación y pasos a utilizar.....	52
CAPÍTULO IV.....	53

4.1 Descripción del caso de estudio.....	53
4.1.1 Ubicación del proyecto.....	53
4.2 Descripción del entorno.....	53
4.2.1 Medio Geofísicos.....	54
4.2.2 Medio Biótico.....	54
4.2.2.1. Flora.....	54
4.2.2.2. Fauna.....	54
4.3 Medio Cultural- Socioeconómico.....	55
4.4 Descripción del proyecto.....	55
CAPÍTULO V.....	57
5.1 Análisis e interpretación de resultados.....	57
5.1.1 Generalidades.....	57
5.1.2 Efluente de la planta de tratamiento.....	57
5.1.3 Riego para áreas verde de la urbanización.....	60
5.1.4 Dotación y requerimientos.....	62
5.1.5 Evaluación económica.....	63
5.1.5.1 Inversión inicial – presupuesto referencial.....	63
5.1.5.2 Suministro de agua potable.....	65
5.1.5.3 Indicadores económicos.....	65
5.1.5.4 Valor actual neto.....	68
5.1.5.5 Tasa interna de retorno.....	69
5.1.5.6 Periodo de recuperación.....	69
5.1.5.7 Coeficiente beneficio- costo.....	70
5.1.5.8 Resultados evaluación económica.....	70
5.1.6 Evaluación Ambiental.....	71
5.1.6.1 Potencial del ahorro del agua potable.....	71
5.1.6.2 Consumo mensual de agua potable.....	71

5.1.6.3 Costo de suministro mensual de agua potable	71
5.1.6.4 Huella hídrica.....	72
CAPÍTULO VI.....	73
6.1 Conclusiones y recomendaciones	73
6.1.1 Conclusiones.....	73
6.1.2 Recomendaciones.....	75
BIBLIOGRAFIA	77

A toda mi familia, por su apoyo incondicional y motivación para superarme cada día

Gracias a CORPACEL S.A. a todo el personal de la Universidad de Especialidades Espiritu Santo, todos mis compañeros y en particular al Ing. Mario García por su ayuda y conocimientos ofrecidos.

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo primordial investigar la perspectiva ambiental y económica de reutilizar el efluente de una planta de tratamiento de aguas servidas para el riego de áreas verdes; se tomo en consideración como caso de estudio la Urbanización “La Estela”.

La empresa a cargo, Corporacion Celeste Corpacel S.A., tiene como política de calidad y ambiente de prevenir la contaminación y mitigar cualquier impacto ambiental que se puedan originar en sus operaciones.

El agua tratada cumplirá los parámetros estipulados en el TULSMA(Texto Unificado de Legislacion Secundaria de Medio Ambiente) para determinar si es apropiada implementar un sistema que se reutilice el agua en vez de evacuarla, por esta razón se implementa un sistema para almacenar y bombear el agua tratada, donde se incluye una estación de bombeo, y cisterna para que el sistema funcione de manera adecuada y pueda cumplir con las especificaciones del sistema de riego.

Se realizo la evaluación económica y ambiental del proyecto, considerando el potencial de la propuesta y el entorno a utilizarse, los indicadores económicos, TIR(Tasa Intern de Retorno, VAN,(Valor Actual Neto) coeficiente beneficio-costos, indicaron que el proyecto es beneficioso, con una recuperación de la inversión inicial en dos años y tres meses.

En lo ambiental, el impacto en cuanto al ahorro de agua potable es considerable, nos reflejan un ahorro que proporcionaría el agua necesaria para satisfacer las necesidades de líquido vital a 244 personas durante un mes.

CAPÍTULO I

1.1 El Problema

1.1.1 Planteamiento del Problema

“Vivimos en un planeta cuyas tres cuartas partes están cubiertas de agua, de todo esto sólo el 2,79% corresponde a agua dulce, concentrándose más del 90% de la misma en los casquetes polares, glaciares y masas de hielo” (Uribe Celis & Amaya Sierra, 2007). La ciudad de Guayaquil se ha visto afectada por un crecimiento urbanístico, producido por la gran demanda de viviendas, que ha provocado su expansión principalmente en las zonas de vía a la costa, Samborondón y vía a Daule.

Los primeros proyectos que se empezaron a desarrollar en la vía a Samborondón aproximadamente unos 15 – 20 años atrás no tenían la obligación de tratar sus efluentes de manera estricta (parámetros y criterios ambientales), por esta razón trataron sus efluentes con plantas anaeróbicas o pozos sépticos de infiltración, o simplemente evacuan sus aguas sin tratar al alcantarillado de aguas lluvias, como es el caso de la zona de tornero, donde se encuentran varias urbanizaciones como Bouganville, El Alamo, Acropolis etc. (Baños, 2013). Este tipo de sistemas, aparte de sus limitaciones, producen gas sulfhídrico y metano, que contribuyen al calentamiento global, destruyen la capa de ozono, razón por la cual se han creado normas para tratamiento adecuado de efluentes.

El crecimiento y desarrollo de la Vía Samborondón, no está en acorde con los sistemas de alcantarillados sanitarios por lo que los promotores inmobiliarios se han visto obligados a construir plantas de tratamiento de aguas residuales para efluentes antes de poder verterlos al

ambiente. La zona tampoco cuenta con una fuente de producción de agua potable, solucionándose este problema mediante la adquisición del agua por medio de la empresa Amagua (Aguas de Samborondón Amagua C.E.M), lo que se ve reflejado en el costo elevado del m^3 , para los habitantes de estos sectores vs el costo del m^3 en la ciudad de Guayaquil. El agua potable llega a través de dos acueductos, uno al norte y otro al sur, el costo por tratamiento y disposición de aguas residuales también es elevado.

Aparte de representar un costo diario para las urbanizaciones, el uso de aguas potable en riego ornamental resta disponibilidad para usos humanos, los proyectos para ser aprobados y poder empezar a construir deben definir en sus diseños un porcentaje del mínimo del 10% del área útil urbanizable que debe ser destinado para áreas verdes, el cual genera varios costos para mantener dichas áreas, ya sea personal de mantenimiento o adquirir el agua para poder conservar las áreas verdes (“En algunas urbanizaciones son escasas las áreas verdes”, 2012). Según artículo publicado en “El Universo”

El agua que se utiliza para abastecer el sistema de riego normalmente es agua potable la cual es adquirida a través de Amagua, representando un costo para las asociaciones de propietarios de cada urbanización, además el agua potable no cuenta con nutrientes que poseen las aguas residuales tratadas, por lo que regar las áreas verdes con agua residual tratada, ayudaría a mejorar crecimientos de las áreas a ser regadas y el consecuente ahorro de agua potable. Los costos por metro cubico de agua potable están alrededor de 0.80 centavos el m^3 y el aporte porcentual por efectos de alcantarillado sanitario permite el cobro de hasta un 80% del costo anterior.

El problema radica en que las urbanizaciones se han visto obligadas a tratar sus aguas residuales para poder descargarlas, lo cual genera un costo y ningún beneficio y el gasto de agua potable en

labores de riego, mientras que el agua tratada se la vierte y no se da ningún tipo de aprovechamiento.

1.1.2 Formulación del problema.

El agua potable es usada para el riego de áreas verdes en las urbanizaciones de la vía a Samborondón, mientras las aguas servidas previamente tratadas son descargadas al alcantarillado de aguas lluvias, cuando podría usarse en lugar de AA.PP (agua potable), lo que es más costoso, se plantea comprobar esta hipótesis, en el desarrollo del trabajo de investigación.

1.1.3 Sistematización del problema.

1. Cuáles son las principales variables que existen en un tratamiento de aguas residuales?
2. Determinar los límites permitidos por el TULSMA, para la descarga de aguas residuales?
3. Mencionar los límites permisibles, que debe cumplir el agua para utilizarse en riego ornamental en urbanizaciones.
4. Qué agua (Agua potable. o agua residual previamente tratada) es más recomendable utilizar para riego en urbanizaciones (agua potable o agua residual), para el mejor crecimiento de las áreas verdes?
5. Cuánto es el gasto mensual por m³ que se genera al utilizar agua potable para riego en la urbanización La Estela?
6. Cuál de estos dos tipos de agua (agua potable o Agua residual previamente tratada) es más recomendable utilizar, desde el punto de vista económico?

1.2 Objetivos de la Investigación

1.2.1 Objetivo General

- ✓ Realizar el análisis de factibilidad, para reutilizar el efluente de una PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales), en riego de áreas verdes en urbanizaciones, siendo esta una opción de ahorro de agua potable además de seguir aportando con modelos de manejo sostenible y sustentable del recurso hídrico en el país.

1.1.2 Objetivos específicos

- ✓ Analizar la factibilidad teórica de la reutilización del efluente de una PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales), en la urbanización “La Estela”.
- ✓ Diseñar un sistema para el re-uso del agua residual tratada para un sistema de riego.
- ✓ Comparar la factibilidad económica de la reutilización del efluente del PTAR vs el costo de adquirir agua potable para riego en la urbanización “La Estela”.
- ✓ Evaluar los posibles beneficios que representaría el ahorro de agua potable, reemplazándola por aguas servidas tratadas.

1.3 Justificación

La gran demanda de agua potable en las urbanizaciones donde viven personas de alto nivel económico, por las múltiples usos que se les da, el riego a las áreas verdes, provocan un gasto económico elevado, el agua residual tratada posee nutrientes que podrían ayudar al mejor desarrollo de las áreas verdes en una urbanización, además de que se conseguiría disminuir el

gasto de agua potable, usada actualmente para riego, el agua tratada obtenida de la PTAR se utilizaría para riego de áreas verdes, reduciendo los costos económicos del sistema de riego de una urbanización.

En la actualidad, la problemática de una eminente escasez de agua dulce en las fuentes la que luego es tratada para potabilización es creciente, los caudales están disminuyendo y en muchos sectores escaseando, la responsabilidad ambiental nos invita y motiva al buen manejo del recurso, mejorar e innovar en métodos para poder reutilizar el agua servida y aprovecharla. Se prevé determinar y comparar, que es más viable desde el punto de vista económico y ambiental, el uso de agua potable para el sistema de riego o tratar de manera más estricta el efluente de la PTAR para su reutilización en caso que no cumplan los parámetros permitidos para su reutilización.

CAPÍTULO II

2.1 Marco Teórico

2.1.1 Calidad del Agua Residual

2.1.1.1 Generalidades

Las aguas residuales pueden definirse como las aguas que provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población, después de haber sido modificadas por diversos usos: en actividades domésticas, industriales y comunitarias. Según su origen, las aguas residuales resultan de la combinación de líquidos y residuos sólidos transportados por el agua que proviene de residencias, oficinas, edificios comerciales e instituciones, junto con los residuos de las industrias y de actividades agrícolas, así como de las aguas subterráneas, superficiales o de precipitación que también pueden agregarse eventualmente al agua residual.

De acuerdo con su origen, las aguas residuales pueden ser clasificadas como:

- **Domésticas:** son aquellas utilizadas con fines higiénicos (baños, cocinas, lavanderías etcétera). Consisten básicamente en residuos humanos que llegan a las redes de alcantarillado por medio de descargas de instalaciones hidráulicas de la edificación también en residuos originados en establecimientos comerciales, públicos y similares.
- **Industriales:** son líquidos generados en los procesos industriales. Poseen características específicas, dependiendo del tipo de industria.
- **Infiltración y caudal adicionales:** las aguas de infiltración penetran en el sistema de

alcantarillado a través de los empalmes de las tuberías, paredes de la tuberías defectuosas, tuberías de inspección y limpieza, etc. Hay también aguas pluviales, que son descargadas por medio de varias fuentes, como canales, drenajes y colectores de aguas de lluvias.

- Pluviales: son grandes cantidades de agua de lluvia que se descargan. Parte de esta agua es drenada y otra escurre por la superficie arrastrando arena, tierra, hojas y otros residuos que pueden estar sobre el suelo.

Otra forma de denominar a las aguas residuales es a base del contenido de contaminantes , las cuales se conocen como:

- Aguas negras a las provenientes de inodoros, es decir, aquellas que transportan excrementos humanos y orina, ricas en sólidos suspendidos, nitrógeno y coliformes fecales
- Aguas grises a las provenientes de tinajas, duchas, lavamanos y lavadoras, que aportan sólidos suspendidos, fosfatos, grasas y coliformes fecales, esto es, aguas residuales domésticas, excluyendo las de los inodoros
- Aguas negras industriales a la mezcla de las aguas negras de una industria en combinación con las aguas residuales de sus descargas. Los contaminantes provenientes de la descarga están en función del proceso industrial, y tienen la mayoría de ellos efectos nocivos a la salud si no existe un control de la descarga. (Problemas de Contaminación de Aguas Residuales, Cristhian Torres, 2009).

2.1.1.2 Parámetros de calidad relacionada con material particulado

Las características físicas más importantes del agua residual son el contenido total de sólidos, o también denominado material particulado, término que engloba la materia en suspensión, la materia sedimentable, la materia coloidal y la materia disuelta. Otras características físicas importantes son: el olor, la temperatura, la densidad, el color y la turbiedad.

Analíticamente, se define el contenido de sólidos totales como la materia que se obtiene como residuo después de someter al agua a un proceso de evaporación a entre 103°C y 105 °C. “Los sólidos totales, o residuos de la evaporación, pueden clasificarse en: filtrables o no filtrables (sólidos en suspensión) haciendo pasar un volumen conocido de líquido por un filtro. Para este proceso de separación suele emplearse un filtro de fibra de vidrio con un tamaño nominal de poro de 1,2 micrómetros, aunque también suele emplearse filtro de membrana de policarbonato. Es conveniente destacar que los resultados que se obtienen empleando ambos tipos de filtro pueden presentar algunas diferencias, achacables a la diferente estructura de los filtros” (Apuntes sobre Seguridad, Higiene e Ingeniería Ambiental, Lic. Eduardo Sarlo, 2012) .

Según su Naturaleza Química-Biológica:

- ✓ Sólidos Orgánicos: El 50-80 % son proteínas, carbono-hidratos, grasas que pueden degradarse biológicamente, la DBO5/DQO nos da una orientación sobre su degradabilidad
- ✓ Sólidos Inorgánicos: el 20-50 % están constituidos por gravas, arcillas, arenas, metales (moléculas no orgánicas). No se degradan por la acción de las bacterias y permanecen como cenizas después de una calcinación.

Según la Sedimentabilidad:

- Sólidos en suspensión o suspendidos (SS): el 33 % son retenidos por filtros y visibles, y se clasifican en: Sólidos Sedimentables o Coloidales.
- Sólidos Sedimentables: Son capaces de flotar o decantar con el agua en reposo, son eliminados fácilmente mediante procesos físicos o mecánicos.
- Sólidos Coloidales: No sedimentan ni flotan cuando el agua está en reposo, o por lo menos en un tiempo computable. Tampoco son eliminables por métodos físicos o mecánicos, siendo necesario un proceso de coagulación y floculación.
- Sólidos Disueltos: el 60 % no son efectivos ninguna de las técnicas anteriores para eliminarlos, solo sería eliminables en parte mediante cambios de temperatura, pH, mediante efectos quelantes, etc., o por sistema de membranas, ósmosis inversa, nano filtración y ultrafiltración.

Según su volatilidad:

- Sólidos Fijos: Son los que permanecen en el agua después de una calcinación a 550 °C, durante una hora.
- Sólidos Volátiles: Son los que no quedan después de la calcinación anterior, y se calculan restando a los totales los fijos (Apuntes sobre Seguridad, Higiene e Ingeniería Ambiental, Lic. Eduardo Sarlo, 2012) .

2.1.1.3 Parámetros Orgánicos

Estas sustancias están compuestas principalmente por proteínas, carbohidratos y grasas. Una vez vertidas en el medio ambiente, su descomposición biológica puede dar lugar al agotamiento del oxígeno disuelto en las aguas receptoras y a la aparición de condiciones anaerobias.

Los principales parámetros orgánicos se clasifican en:

2.1.1.3.1 Oxígeno disuelto (OD)

Es la cantidad de oxígeno que está disuelta en el agua. Es un indicador de cómo de contaminada está el agua o de lo bien que puede dar soporte esta agua a la vida vegetal y animal.

Generalmente, un nivel más alto de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad.

2.1.1.3.2 Demanda biológica de oxígeno (DBO)

Es uno de los parámetros de mayor importancia en el estudio y caracterización de las aguas no potables. La determinación de DBO además de indicarnos la presencia y biodegradabilidad del material orgánico presente, es una forma de estimar la cantidad de oxígeno que se requiere para estabilizar el carbono orgánico y de saber con qué rapidez este material va a ser metabolizado por las bacterias que normalmente se encuentran presentes en las aguas residuales. La importancia de este parámetro requiere de ciertos cuidados y atención en la técnica analítica, ya que por ser un proceso biológico el manejo y tratamiento de la muestra es delicado.

2.1.1.3.3 Demanda química de oxígeno (DQO)

Es la cantidad de oxígeno que se requiere para oxidar químicamente el material orgánico, difiere de la DBO en que en esta última prueba solo se detecta el material orgánico degradado biológicamente o que es biodegradable.

La DBO y la DQO son los parámetros más importantes en la caracterización de las aguas residuales. La DBO consiste de un proceso biológico y como tal no está exento de los problemas que conlleva un análisis de este tipo.

2.1.1.4 Parámetros microbiológicos

Una de las razones más importantes para tratar las aguas residuales o servidas es la eliminación de todos los agentes patógenos de origen humano presentes en las excretas con el propósito de cortar el ciclo epidemiológico de transmisión.

Coliformes totales son las Enterobacteriaceae lactosa-positivas y constituyen un grupo de bacterias que se definen más por las pruebas usadas para su aislamiento que por criterios taxonómicos, pertenecen a la familia Enterobacteriaceae y se caracterizan por su capacidad para fermentar la lactosa con producción de ácido y gas, más o menos rápidamente, en un periodo de 48 horas y con una temperatura de incubación comprendida entre 30-37°C. Son bacilos gramnegativos, aerobios y anaerobios facultativos, no esporulados. Del grupo coliforme forman parte varios géneros: Escherichia, Enterobacter, Klebsiella, Citrobacter, etc. Se encuentran en el intestino del hombre y de los animales, pero también en otros ambientes: agua, suelo, plantas, cáscara de huevo, etc.

Una elevada proporción de los coliformes que existen en los sistemas de distribución no se debe a un fallo en el tratamiento en la planta, sino a un recrecimiento de las bacterias en las conducciones. Dado que es difícil distinguir entre recrecimiento de coliformes y nuevas contaminaciones, se admite que todas las apariciones de coliformes son nuevas contaminaciones,

mientras no se demuestre lo contrario (Manual Práctico Análisis Microbiológico del Agua, Pilar Sancho García, 2013).

Dentro del grupo de los coliformes totales existe un subgrupo que es el de los Coliformes fecales. Los coliformes fecales son coliformes totales que además fermentan la lactosa con producción de ácido y gas en 24-48 horas a temperaturas comprendidas entre 44 y 45°C en presencia de sales biliares. Los coliformes fecales comprenden principalmente *Escherichia coli* y algunas cepas de *Enterobacter* y *Klebsiella*, su origen es principalmente fecal, su presencia es indicador de contaminación (Manual Práctico Análisis Microbiológico del Agua, Pilar Sancho García, 2013).

Los coliformes fecales son microorganismos con una estructura parecida a la de una bacteria común que se llama *Escherichia coli* y se transmiten por medio de los excrementos. La *Escherichia* es una bacteria que se encuentra normalmente en el intestino del hombre y en el de otros animales. Hay diversos tipos de *Escherichia*; algunos no causan daño en condiciones normales y otros pueden incluso ocasionar la muerte. (Microorganismos patógenos, blog spot, 2003).

2.1.1.5 Nutrientes

El nitrógeno, el fosforo y el potasio son elementos nutritivos esenciales para el crecimiento de las plantas y su presencia en el agua aumenta el valor para el riego. Cuando se vierte nitrógeno o fosforo en el medio acuático, puede darse el desarrollo de formas de vida acuáticas indeseables, cuando se vierten cantidades excesivas de estos elementos en el terreno, el nitrógeno puede llegar a contaminar las aguas subterráneas.

Los fosfatos y compuestos de fósforo se encuentran en las aguas naturales en pequeñas concentraciones. Los compuestos de fosforo que se encuentran en las aguas residuales o se vierten directamente a las aguas superficiales provienen de fertilizantes eliminados del suelo por el agua o el viento; excreciones humanas y animales; y detergentes y productos de limpieza. La carga de fosfato total se compone de orto fosfato + poli fosfato + compuestos de fósforo orgánico, siendo normalmente la proporción de orto fosfato la más elevada. Los compuestos del fósforo (particularmente el orto-fosfato) se consideran importantes nutrientes de las plantas, y conducen al crecimiento de algas en las aguas superficiales, pudiendo llegar a promover la eutrofización de las aguas.

“El nitrógeno es uno de los constituyentes de la materia orgánica que forma parte de las proteínas de las células y es indispensable en el crecimiento de los organismos fotosintéticos. En la química del agua, los compuestos de nitrógeno, NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , así como el nitrógeno orgánico, juegan un papel importante, ya que son indispensables para el desarrollo de la vida animal y vegetal en agua”. Los compuestos nitrogenados del agua provienen fundamentalmente de los compuestos orgánicos o vegetales y en aguas naturales y sin contaminar suele ser un elemento poco abundante. La mayor parte del nitrógeno es de origen atmosférico, pero asimilado gracias a las bacterias y a ciertos vegetales, los cuales transforman el nitrógeno molecular y el nitrógeno nítrico en nitrógeno orgánico (Enciclopedia Medioambiental /aguas /Consideraciones del _nitrogeno_sus_compuestos).

2.1.2 Tratamiento

2.1.2.1 Generalidades

El agua que entra a los hogares e industrias no siempre tiene la misma calidad al salir después de haber sido usada. La mayor parte del agua que se destina a estos lugares (hogares, industrias y oficinas) debe de ser tratada antes de ser regresada al ambiente. La naturaleza tiene una habilidad asombrosa para "limpiar" pequeñas cantidades de agua de desecho y contaminación, pero si se hiciese cargo de los miles de millones de galones de agua y drenaje que el hombre origina diariamente, no tendría la capacidad suficiente para hacerlo. Las instalaciones de tratamiento de aguas reducen la contaminación en las aguas de desecho a un nivel que la naturaleza puede manejar.

El agua al ser usada por el hombre, muchas veces se convierte en agua de desecho y drenaje, estas substancias que se pueden encontrar son desechos humanos, restos de comida, aceites, jabones y químicos, en los hogares, también se incluye agua usada en los fregaderos de cocina, en las regaderas, tinas de baño, lavadores de ropa, oficinas e industrias también contribuyen a aumentar la cantidad de agua que debe de ser tratada.

Las aguas de desecho también incluyen escurrimientos de tormenta, aunque algunas personas asumen que el agua que corre por las calles cuando llueve está bastante limpia, en realidad no es así, existen substancias contaminantes que se desprenden de las mismas calles, estacionamientos y techos de casas y edificios, pueden causar daño a nuestros ríos y lagos (Factores de riesgo para la salud, Vilma Castellano, 2007).

Existen muchas razones que justifican porqué el mantener nuestra agua limpia es de primordial importancia, en recreación, calidad de vida e industria pesquera. Una extensa área de juego para toda la población mundial, es el agua, los paisajes y valores recreativos de nuestros depósitos grandes de agua, muchas veces son las razones que convencen a las personas para vivir cerca de ellas. Los visitantes son atraídos para llevar a cabo diversas actividades como nadar, pescar, pasear en lanchas y hacer días de campo.

Si el agua no es de calidad, es transmisora de enfermedades, a través de bacterias peligrosas vivimos, trabajamos y nos divertimos cerca al agua, las bacterias peligrosas tienen que ser removida para asegurarnos que el agua está limpia. El tratamiento del agua de desecho se hace para remover lo más posible las partículas sólidas que se encuentran suspendidas antes de que esta agua, llamada efluente, sea descargada de nuevo al ambiente.

2.1.2.2 Niveles de Tratamiento

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes en el agua efluente del uso humano, el tratamiento es producir agua limpia (o efluente tratado) o reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango (también llamado biosólido o lodo) convenientes para su disposición o reúso. Es muy común llamarlo depuración de aguas residuales para distinguirlo del tratamiento de aguas potables

El proceso de tratamiento del agua residual se puede dividir en cuatro etapas: pre-tratamiento, primaria, secundaria y terciaria, algunos autores llaman a las etapas preliminar y primaria unidas como etapa primaria.

2.1.2.2.1 Tratamiento Preliminar

La etapa preliminar debe cumplir dos funciones:

- a. Medir y regular el caudal de agua que ingresa a la planta.
- b. Extraer los sólidos flotantes grandes y la arena (a veces, también la grasa).

“Normalmente las plantas están diseñadas para tratar un volumen de agua constante, lo cual debe adaptarse a que el agua servida producida por una comunidad no es constante. Hay horas, generalmente durante el día, en las que el volumen de agua producida es mayor, por lo que deben instalarse sistemas de regulación de forma que el caudal que ingrese al sistema de tratamiento sea uniforme.

Asimismo, para que el proceso pueda efectuarse normalmente, es necesario filtrar el agua para retirar de ella sólidos y grasas. Las estructuras encargadas de esta función son las rejillas, tamices, trituradores (a veces), desgrasadores y desarenadores. En esta etapa también se puede realizar la pre-aireación, cuyas funciones son: a) Eliminar los compuestos volátiles presentes en el agua servida, que se caracterizan por ser malolientes, y b) Aumentar el contenido de oxígeno del agua, lo que ayuda a la disminución de la producción de malos olores en las etapas siguientes del proceso de tratamiento” (www.elai.upm.es).

2.1.2.2.2 Tratamiento Primario

Tiene como objetivo eliminar los sólidos en suspensión por medio de un proceso de sedimentación simple por gravedad o asistida por coagulantes y floculantes. Así, para completar este proceso se pueden agregar compuestos químicos (sales de hierro, aluminio y polielectrolitos floculantes) con el objeto de precipitar el fósforo, los sólidos en suspensión muy finos o aquellos en estado de coloide.

Las estructuras que se encuentran encargadas de esta función son los estanques de sedimentación primarios o clarificadores primarios. Habitualmente están diseñados para suprimir todas aquellas partículas que tienen tasas de sedimentación de 0,3 a 0,7 mm/s. Asimismo, el período de retención es normalmente corto, una a dos horas. Con estos parámetros, la profundidad del estanque fluctúa entre dos a cinco metros (Tratamiento de Aguas Residuales, Mauricio Flores 2013). En esta etapa se elimina por precipitación alrededor del 60 al 70% de los sólidos en suspensión. En la mayoría de las plantas existen varios sedimentadores primarios y su forma puede ser circular, cuadrada a rectangular.

2.1.2.2.3 Tratamiento Secundario

“Tiene como objetivo eliminar la materia orgánica en disolución y en estado coloidal mediante un proceso de oxidación de naturaleza biológica seguido de sedimentación. Este proceso biológico es un proceso natural controlado en el cual participan los microorganismos presentes en el agua residual, y que se desarrollan en un reactor o cuba de aireación, más los que se desarrollan, en menor medida en el decantador secundario. Estos microorganismos, principalmente bacterias, se alimentan de los sólidos en suspensión y estado coloidal produciendo en su degradación anhídrido carbónico y agua, originándose una biomasa bacteriana que precipita en el decantador secundario. Así, el agua queda limpia a cambio de producirse unos fangos para los que hay que buscar un medio de eliminarlos” (Tratamiento de Aguas Residuales, Ecotec, 2013).

En el decantador secundario, hay un flujo tranquilo de agua, de forma que la biomasa, es decir, los flóculos bacterianos producidos en el reactor, sedimentan. El sedimento que se produce y que, como se dijo, está formado fundamentalmente por bacterias, se denomina fango activo. Las estructuras usadas para el tratamiento secundario incluyen filtros de arena intermitentes, filtros

percoladores, contactores biológicos rotatorios, lechos fluidizados, estanques de fangos activos, lagunas de estabilización u oxidación y sistemas de digestión de fangos.

2.1.2.2.4 Tratamiento Terciario

Tiene como objetivo suprimir algunos contaminantes específicos presentes en el agua residual tales como los fosfatos que provienen del uso de detergentes domésticos e industriales y cuya descarga en curso de agua favorece la eutrofización, es decir, un desarrollo incontrolado y acelerado de la vegetación acuática que agota el oxígeno, y elimina la fauna existente en la zona, no todas las plantas tienen esta etapa ya que dependerá de la composición del agua residual y el destino que se le dará (Katherine Huetio, Maestría en desarrollo sostenible y medio ambiente, 2012).

2.1.2.3 Tipos de tratamiento

2.1.2.3.1 Generalidades

Existen distintos tipos de tratamiento de las aguas residuales para lograr remover los contaminantes. Se pueden usar desde sencillos procesos físicos como la sedimentación, en la que se deja que los contaminantes se depositen en el fondo por gravedad, hasta complicados procesos químicos, biológicos o térmicos, puede clasificar según el medio de eliminación de los contaminantes, según la fase de depuración y según el costo de la explotación.

2.1.2.3.2 Físico

Son aquellos en los cuales predomina la aplicación de fuerzas físicas, en la eliminación de los contaminantes.

- Desbaste (por rejillas, tamices)

- Desengrasado Sedimentación.
- Flotación.
- Natural o provocada con aire.
- Filtración.- Con arena
- carbón, cerámicas, etc. Evaporación. Adsorción.
- Con carbón activo, zeolitas, etc.
- Desorción (Stripping). Se transfiere el contaminante al aire (ej. amoniaco).
- Extracción.- Con líquido disolvente que no se mezcla con el agua.

2.1.2.3.3 Químico

Son aquellos en los cuales la eliminación de los contaminantes es dada por la adición de un producto químico o por otras reacciones químicas.

- Coagulación-floculación.- Agregación de pequeñas partículas usando coagulantes y floculantes (sales de hierro, aluminio, polielectrolitos, etc.)
- Precipitación química.- Eliminación de metales pesados haciéndolos insolubles con la adición de lechada de cal, hidróxido sódico u otros que suben el pH.
- Oxidación-reducción.- Con oxidantes como el peróxido de hidrógeno, ozono, cloro, permanganatos potásicos o reductores como el sulfito sódico.
- Reducción electrolítica.- Provocando la deposición en el electrodo del contaminante. Se usa para recuperar elementos valiosos.
- Intercambio iónico.- Con resinas que intercambian iones. Se usa para quitar dureza al agua
- Osmosis inversa.- Haciendo pasar al agua a través de membranas semipermeables que retienen los contaminantes disueltos.

- Desinfección.- Debido que la desinfección es un proceso de importancia para la recirculación de las aguas residuales tratadas a continuación se realiza una explicación más detallada e este proceso, las aguas servidas tratadas normalmente contienen microorganismos patógenos que sobreviven a las etapas anteriores de tratamiento.

“Las cantidades de microorganismos van de 10.000 a 100.000 coliformes totales y 1.000 a 10.000 coliformes fecales por 100 ml de agua, como también se aíslan algunos virus y huevos de parásitos. Por tal razón es necesario proceder a la desinfección del agua. Esta desinfección es especialmente importante si estas aguas van a ser descargadas a aguas de uso recreacional, aguas donde se cultivan mariscos o aguas que pudieran usarse como fuente de agua para consumo humano” (Tesis presencia de contaminantes emergentes en aguas y su impacto en el ecosistema. estudio de caso: productos farmacéuticos en la cuenca del río Biobío, región del Biobío, Chile, Enero 2012).

Los métodos de desinfección de las aguas servidas son principalmente la cloración y la ozonización, pero también se ha usado la bromación y la radiación ultravioleta. El más usado es la cloración por ser barata, fácilmente disponible y muy efectiva. Sin embargo, como el cloro es tóxico para la vida acuática el agua tratada con este elemento debe ser sometida a declaración antes de disponerla a cursos de agua natural.

Desde el punto de vista de la salud pública se encuentra aceptable un agua servida que contiene menos de 1.000 coliformes totales por 100 ml y con una DBO inferior a 50 mg/L.

- La estructura que se usa para efectuar la cloración es la cámara de contacto. Consiste en una serie de canales interconectados por los cuales fluye el agua servida tratada de manera que esté al menos 20 minutos en contacto con el cloro, tiempo necesario para dar muerte a los microorganismos patógenos.

2.1.2.3.4 Biológico

Son los métodos de tratamiento en los cuales la eliminación de contaminantes es provocada por una actividad biológica.

- Lodos activos.- Se añade agua con microorganismos a las aguas residuales en condiciones aerobias (burbujeo de aire o agitación de las aguas).
- Filtros bacterianos.- Los microorganismos están fijos en un soporte sobre el que fluyen las aguas a depurar. Se introduce oxígeno suficiente para asegurar que el proceso es aerobio
- Biodiscos.- Intermedio entre los dos anteriores. Grandes discos dentro de una mezcla de agua residual con microorganismos facilitan la fijación y el trabajo de los microorganismos.
- Lagunas aireadas.- Se realiza el proceso biológico en lagunas de grandes extensiones.
- Degradación anaerobia.- Procesos con microorganismos que no necesitan oxígeno para su metabolismo (Sistemas de Tratamiento, Cedum, 2012).

2.1.3 Aspectos teóricos del sistema investigado (estudio de caso)

Pese que los procesos de tratamiento fueron explicado en el ítem anterior, a continuación considerando que el caso de la presente investigación se circunscribe en un plan de tratamiento tecnológico, a continuación se realiza una descripción más detallada de los procesos involucrados en este tratamiento.

El sistema de tratamiento de aguas residuales consta de cuatro etapas:

1. **Canal Rejilla** donde se retendrán sólidos gruesos y medianos que ingresan al sistema), esta rejilla servirá para bloquear el paso de sólidos y basuras lo que permitirá que los equipos trabajen de una manera más eficiente y por más tiempo, estando menos propensos a sufrir daños. Esta rejilla funcionará como emergente, cuando se le tenga que dar mantenimiento o realizar algún tipo de trabajo al Tamiz Tornillo por avería; el afluente que ingresa al tanque del Tamiz Tornillo ingresará al Canal-Rejilla por medio de un rebose.

El canal tendrá una rejillas fina y una rejilla mediana, que se recomienda que sean construidas en platinas de acero inoxidable debido al agua con la cual estarán en contacto. Las rejillas dispondrán de un área para la limpieza diaria, en su parte superior. Esta criba tendrá tapas que deberán estar herméticamente cerradas por los olores y gases que emiten las aguas residuales crudas. Deberán ser tapas de fácil remoción para poder realizar la limpieza diaria.

2. Tratamiento Principal (Lagunas Aireadas y Clarificador)

Laguna Aireada: Luego de pasar por el pre-tratamiento, el afluente se introduce en estas lagunas, donde se produce la parte más importante del tratamiento. Aquí se va a producir la aireación y mezclado que consigue la reducción de la materia orgánica. Por cuestiones constructivas el flujo que ingresa será canalizado a través de dos lagunas en lugar de una, que en conjunto suman 24 horas de THR. Para el diseño de este sistema se han aplicado los criterios comúnmente utilizados en Estados Unidos para plantas de este tipo, es decir mínimo un día período de retención, simplificándose el tratamiento en la medida en que se puede incrementar este criterio.

Clarificador: Las aguas provenientes de la laguna aireada pasarán por dos clarificadores físicos, donde se separarán los lodos sedimentables y las aguas claras.

La unidad específica propuesta son dos clarificadores, dotados cada uno de seis conos, un baffle de entrada y otro de salida, un canal de desagüe con separadores en V, para cada cono su respectivo Skimmer y Bomba de Lodos de tipo airlift que funcionarán por la aireación proporcionada por dos blowers con motor de 15 hp. Se evitará el uso de bombas mecánicas debido a la alta concentración de sólidos con que se trabajará. El uso de bombas mecánicas baja sustancialmente la confiabilidad del sistema, por lo cual no son recomendadas, el período de retención es de aproximadamente entre tres a cuatro horas.

3. Digestión de Lodos

Los lodos tratados excedentes del sistema serán enviados a un digester biológico de lodos en el que se realizarán el mezclado y la transferencia de oxígeno requerida en esta etapa del proceso. Este último tanque permite confinar los lodos semi-estabilizados provenientes del ovalo aireado para que continúen los procesos de biodigestión hasta convertirse en lodos estabilizados (minerales y residuos inorgánicos). Este digester de lodos permite reducir sustancialmente los lodos que ingresan al sistema pudiendo espaciar las remociones o purgas hasta períodos tan largos como una vez cada 6 meses.

Su diseño guarda una relación directa al volumen y la carga proyectada, en él se recetarán los lodos semi - estabilizados pero con posibilidades de mayor reducción. Para este caso en particular se utilizará un volumen cuya retención sea alrededor del 20% del total del flujo diario (similar al equalizador).

4. Desinfección (UV)

Las aguas tratadas serán conducidas a un proceso de desinfección de acuerdo a las necesidades de la planta y requerimientos municipales. El método sugerido para este caso específico, es el de desinfección mediante rayos ultravioletas (UV), para que de esta forma se pueda en algún momento utilizar el agua para la irrigación de las diferentes áreas verdes que se mantienen en la urbanización. Adicional a esto, no es necesario que un operador esté revisando todos los días el mencionado sistema para comprobar si se le han acabado los químicos.

Consta de cuatro módulos de Filtro UV que pueden tratar de manera redundante, pudiendo ser removidos uno de los módulos de su caja de registro en caso de ser requerido su mantenimiento.

Una desinfección eficiente del agua mediante la irradiación ultravioleta (UV) involucra la observación de diversos principios que pueden ser nuevos para los profesionales del tratamiento de agua. El método presenta tanto desafíos como ventajas, ya que no deja residuos químicos en el agua de producto, pero sí requiere de un tratamiento previo para reducir los sólidos suspendidos que podrían perjudicar la transmisión de la luz ultravioleta, debido a un efecto de sombra que podría hacer que algunos contaminantes escapen de la desactivación. En determinadas longitudes de onda que producen ozono, la luz UV también ofrece propiedades de oxidación (Memoria Técnica Codemet, 2012).

2.1.3.1 Parámetros de calidad de agua (tulsma)

2.1.3.1.1 Parámetros para riego

Los parámetros que analizaremos se basan en los que se encuentran estipulados en el TULSMA (TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACION DE EL MEDIO AMBIENTE). Tomamos criterios basándonos en la tabla donde nos indica los índices permisibles para el riego, ya sea para riego agrícola o riego ornamental. Hay una serie de parámetros que hay que considerar pero nos basaremos en los más relevantes que son la demanda química de oxígeno, los sólidos disueltos totales y los coliformes fecales. Determinaremos los parámetros relevantes para reutilizar el efluente de la planta de tratamiento para que posteriormente sea utilizado en riego.

Parámetros de riego para uso Agrícola.

Tabla 1. Parámetros para riego Agrícola

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico (total)	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	1,0
Berilio	Be	mg/l	0,1
Boro (total)	B	mg/l	1,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,01
Carbamatos totales	Concentración total de carbamatos	mg/l	0,1
Cianuro (total)	CN ⁻	mg/l	0,2
Cobalto	Co	mg/l	0,05
Cobre	Cu	mg/l	2,0
Cromo hexavalente			
	Cr ⁺⁶	mg/l	0,1
Fluor	F	mg/l	1,0
Hierro	Fe	mg/l	5,0

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Litio	Li	mg/l	2,5
Materia flotante	visible		Ausencia
Manganeso	Mn	mg/l	0,2
Molibdeno	Mo	mg/l	0,01
Mercurio (total)	Hg	mg/l	0,001
Níquel	Ni	mg/l	0,2
Organofosforados (totales)	Concentración de organofosforados totales.	mg/l	0,1
Organoclorados (totales)	Concentración de organoclorados totales.	mg/l	0,2
Plata	Ag	mg/l	0,05
Potencial de hidrógeno	pH		6-9
Plomo	Pb	mg/l	0,05
Selenio	Se	mg/l	0,02

Tabla 2. Parámetros de Niveles Guía de la Calidad de Agua para Riego Ornamental

PROBLEMA POTENCIAL	UNIDADES	*GRADO DE RESTRICCIÓN.			
		Ninguno	Ligero	Moderado	Severo
Salinidad (1):					
CE (2)	Milimhos/cm	0,7	0,7	3,0	>3,0
SDT (3)	mg/l	450	450	2000	>2000
Infiltración (4):					
RAS = 0 – 3 y CE		0,7	0,7	0,2	< 0,2
RAS = 3 – 6 y CE		1,2	1,2	0,3	< 0,3
RAS = 6 – 12 y CE		1,9	1,9	0,5	< 0,5
RAS = 12 – 20 y CE		2,9	2,9	1,3	<1,3
RAS = 20 – 40 y CE		5,0	5,0	2,9	<2,9
Toxicidad por ión específico (5):					
- Sodio:					
Irigación superficial RAS (6)		3,0	3,0	9	> 9,0
Aspersión	meq/l	3,0	3,0		
- Cloruros					
Irigación superficial	meq/l	4,0	4,0	10,0	>10,0
Aspersión	meq/l	3,0	3,0		
- Boro	mg/l	0,7	0,7	3,0	> 3,0
Efectos misceláneos (7):					
- Nitrógeno (N-NO3)	mg/l	5,0	5,0	30,0	>30,0
- Bicarbonato (HCO3)	meq/l	1,5	1,5	8,5	> 8,5
pH	Rango normal	6,5 – 8,4			

*Es un grado de limitación, que indica el rango de factibilidad para el uso del agua en riego.

2.1.4 Evaluación ambiental del proyecto

2.1.4.1 Generalidades

Utilizar eficientemente los recursos se ha convertido cada día más en una obligación antes que en una opción, reducir la cantidad de recursos que se desperdician es el objetivo primordial, en el caso del recurso agua se busca reducir la cantidad de líquido que se utiliza por unidad en cualquier actividad, favoreciendo el mantenimiento o mejoramiento de la calidad del recurso.

La sociedad, incluyendo a los gobiernos y municipio, tiene el compromiso de manejar racionalmente los recursos, el agua por ejemplo, en periodos de escasos deberíamos estar preparados para ellos con prácticas que proporcionen igual o mejor servicio con menos agua, y limitando el uso para actividades que no lo requieren.

2.1.4.2 Beneficios ambientales reutilizando el agua residual

Las principales ventajas de la reutilización de aguas residuales previamente tratadas relacionadas con el desarrollo sostenible se pueden resumir en:

- Ahorro de agua potable, el agua residual tratada y posteriormente se utiliza en riego permite disminuir el consumo de agua potable que en un principio se destinaba para esta actividad.

2.1.4.3 Indicadores ambientales

Son medidas que describen los estados y principales dinámicas ambientales de forma cuantitativa o cualitativa de un fenómeno ambiental y sus relaciones sociales y económicas, de manera selecta, procesada, descrita y contextualizada, reflejando la tendencia y evolución de los mismos, contribuyendo al desarrollo sostenible del proyecto (Ministerio del Ambiente Ecuador, 2014).

2.1.4.3.1 Consumo mensual de agua potable

Definido como la cantidad de agua en metros cúbicos (m^3) mensual consumido o demanda por el proyecto para actividades de riego, se debe establecer un promedio y un rango para el indicador, con el fin de poder gestionarlo.

$$\text{Consumo mensual} = m^3 / \text{mes}$$

2.1.4.3.2 Costo de suministro mensual de agua potable

Definido como la cantidad de dinero mensual gastada por la institución a la empresa prestadora del servicio de agua potable, se debe establecer un promedio y un rango para el indicador, con el fin de poder gestionarlo.

Costo suministro mensual = \$ / mes

2.1.4.3.3 Huella hídrica

La huella hídrica es una medida de la apropiación de agua dulce existente en un producto o patrón de consumo. Está compuesta por tres partes: la huella hídrica azul, la verde y la gris. La azul mide el volumen de agua extraída de aguas subterráneas o superficiales, menos el flujo de retorno. La verde se refiere al volumen de agua lluvia que se consume en un proceso de producción agrícola. La gris es un indicador de la contaminación de agua dulce (Fundación Mapfree, Huella Hídrica Desarrollo y sostenibilidad, 2011).

2.1.5 Evaluación económica del proyecto

Para evaluar económicamente un proyecto se requiere hacer un análisis de los ingresos vs los egresos del proyecto, para poder determinar si dicho proyecto es rentable.

Para evaluar la viabilidad de un proyecto de inversión los indicadores más utilizados por los economistas son: Valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR), coeficiente beneficio costo, y periodo de recuperación.

2.1.5.1 Valor actual neto(VAN)

Es un indicador financiero que mide los flujos de los ingresos y egresos futuros que tendrá un proyecto, para determinar, si luego de descontar la inversión inicial, queda una ganancia.

Es un procedimiento que permite calcular el valor presente de un determinado número de flujos de caja futuros (ingresos menos egresos). El método, además, descuenta una determinada tasa o tipo de interés igual para todo el período considerado (Puga Muñoz, 2011).

Tabla 3. Valor Actual Neto (VAN) - Interpretación

Valor	Significado	Decisión a tomar
$VAN > 0$	La inversión producirá ganancias	El proyecto puede aceptarse
$VAN < 0$	La inversión producirá pérdidas	El proyecto debería rechazarse
$VAN = 0$	La inversión no produciría ni ganancias, ni pérdidas	Dado que el proyecto no agregar valor monetario, la decisión debería basarse en otros criterios.

2.1.5.2 Tasa interna de retorno (TIR)

También denominada tasa interna de rentabilidad de una inversión, está definida como la tasa de interés con la cual el valor actual neto (VAN) de una inversión sea igual a cero (Puga Muñoz, 2011). Este método considera que la inversión es aconsejable si la TIR resultante es igual o superior a la tasa exigida por el inversor (tasa de descuento). Si la TIR es igual a la tasa de descuento, el inversionista es indiferente entre realizar o no la inversión. Si la TIR es menor a la tasa de descuento, el proyecto debe rechazarse (Puga Muñoz, 2011).

2.1.5.3 Coeficiente beneficio-costos

Se obtiene con los datos del VAN; cuando se divide la sumatoria de todos los beneficios entre la sumatoria de los costos (Lavanda Reategui, 2005).

Si $BC > 1$: El proyecto es aceptable.

Si $BC =$ cercano a 1: El proyecto es postergado.

Si $BC < 1$: El proyecto no es aceptable.

2.1.5.4 Periodo de recuperación

Se define como el período que tarda en recuperarse la inversión inicial a través de los flujos de caja generados por el proyecto. La inversión se recupera en el año en el cual los flujos de caja acumulados superan a la inversión inicial. Se efectúa por tanteos utilizando los valores del VAN hasta obtener un valor negativo y uno positivo (Lavanda Reategui, 2005).

2.1.6 Investigaciones previas con agua tratada describir dos lugares como les va que riegan etc y esto que es??????

El día 20 de abril de 2015 se entrevistó a Henry Mendoza, Gerente General del grupo Global Paz Centenario de Perú, empresa dedicada a la construcción en serie de viviendas de clase media en el mismo país, explico la situación actual del manejo de la planta de tratamiento que se ha implementado en sus urbanizaciones y como reutilizan el efluente para regar áreas verdes. En promedio cada urbanización cuenta con 20,000m² de área verde, el señor Mendoza explica que todos los meses realizan análisis del efluente de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, debido a que deben estar 100% seguros que cumpla con las normas de agua para riego. Dice que nunca han tenido ningún problema con el agua tratada que siempre que realizan los monitorios los resultados son excelentes, especificando que la planta trabaja con normalidad debido a que

realizan mantenimiento de los equipos de la PTAR frecuentemente (Entrevista Henry Global Perú).

2.1.7 Sistema de hipótesis

Es posible utilizar el agua del efluente de la PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales) para riego de las áreas verdes de la misma Urbanización “La Estela”.

2.1.8 Definiciones conceptuales

- 1. Agua Potable:** “Es el agua utilizada para los fines domésticos y la higiene personal, así como para beber y cocinar. No deberá contener sustancias que puedan perjudicar la salud” (OMS, 2013).
- 2. Agua Servida:** “Son aquellas resultante de la higiene personal o de la higiene de la vivienda, de origen domestico y de la red municipal del alcantarillado que no contienen cantidades apreciables de efluentes industriales” (Duncan, n.d.).
- 3. Plan de manejo ambiental:** “Conjunto detallado de actividades, que producto de una evaluación ambiental, están orientadas a prevenir, mitigar, corregir o compensar los impactos y efectos ambientales que se causen por el desarrollo de un proyecto, obra o actividad” (Martínez, 2009).

4. **Sistema de riego de áreas verdes:** “Se denomina sistema de riego o perímetro de riego, al conjunto de estructuras, que hace posible que una determinada área pueda ser cultivada con la aplicación del agua necesaria a las plantas” (ECURED, n.d.).

5. **Uso eficiente del agua:** “Cualquier medida que reduzca la cantidad de agua que se utiliza por unidad de cualquier actividad, y que favorezca el mantenimiento o mejoramiento de la calidad del agua” (Aranda, n.d.).

6. **Aceites y grasas:** “Son todas aquellas sustancias de naturaleza lipídica, que al ser inmiscibles con el agua, van a permanecer en la superficie dando lugar a la aparición de natas y espumas” (Topanta, 2009).

7. **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO):**“Parámetro que mide el contenido de materia orgánica biodegradable que posee un cuerpo de agua y la cantidad de oxígeno necesaria para su descomposición” (Diccionario Enciclopédico Dominicano de Medio Ambiente, 2013).

8. **Demanda química de oxígeno (DQO):**“Cantidad de oxígeno consumido en la oxidación de materia orgánica e inorgánica en una muestra de agua. Es una medida indirecta del contenido de materia oxidable en aguas naturales y residuales” (Diccionario Enciclopédico Dominicano de Medio Ambiente, 2013).

- 9. Efluente:** “Término empleado para nombrar a las aguas servidas con desechos sólidos, líquidos o gaseosos que son emitidos por viviendas y/o industrias, generalmente a los cursos de agua; o que se incorporan a estas por el escurrimiento de terrenos causado por las lluvias” (Spinelli, n.d.).
- 10. Fósforo total:** “Todas las formas de fósforos presentes en aguas naturales y residuales. Se encuentran casi exclusivamente como fosfatos, los cuales se clasifican en ortofosfatos, fosfatos condensados y fosfatos orgánicos” (SIAC, 2009).
- 11. Nitrógeno total:** “El nitrógeno total es una medida de todas las varias formas de nitrógeno que se encuentran en una muestra de agua. El nitrógeno total consiste en formas inorgánicas (nitrato, nitrito, el amoníaco ionizado y gas del nitrógeno) y orgánicas (nitrógeno de aminoácidos, aminas, polipéptidos, proteínas y otros)” (SIAC, 2009).
- 12. Materia flotante:** “Indicador de la calidad del agua que denomina a cualquier objeto visible, sin importar su composición o forma, que se mantenga flotando libremente en la superficie de un líquido y que se pueda retener en una malla de claro libre de 3 mm” (Instituto Nacional de Ecología, 2007).
- 13. pH:** “Indicador de la acidez de una sustancia. Está determinado por el número de iones libres de hidrógeno (H+) en una sustancia. El pH sirve como un indicador que compara algunos de los iones más solubles en agua” (Medida de Calidad, 2013).

14. Sólidos: “Contenidos de materias disueltas y suspendidas presentes en un agua, condicionados por la temperatura y la duración de la desecación” (Severiche, Castillo & Acevedo, n.d.).

CAPÍTULO III

3.1 Metodología

3.1.1 Diseño de la investigación

Debido a la naturaleza de este trabajo de investigación, el cual mide variables y costos, este proyecto es un estudio correlacional, este analiza la relación que hay entre dos o más variables, en este caso se quiere comparar el costo de utilizar agua potable para regar áreas verdes en la urbanización “La Estela” versus el costo de reutilizar el agua del efluente de la PTAR de la urbanización para el mismo propósito. Se deben relacionar las variables agua, costos y reutilización del efluente de la PTAR para poder determinar qué opción es más factible y mejor en términos económicos.

El método a utilizarse en el proceso formal de este estudio es el Hipotético-deductivo, se realiza observaciones, planteando un problema: determinar si el uso del agua potable para el riego de áreas verdes es realmente más costosa que el uso de aguas servidas previamente tratadas, el método permite formular una hipótesis para luego intentar validarla empíricamente a través de un razonamiento deductivo, la investigación va a intentar validar la hipótesis antes planteada al analizar los costos de cada opción de riego presente.

De acuerdo al grado de abstracción, esta investigación es de carácter aplicado. Busca resolver problemas prácticos, con un margen de generalización limitado. No busca aumentar la teoría al conocimiento científico, antes bien, poner en práctica el ya existente al aplicarlo a un caso específico.

El enfoque de la investigación, basado en la naturaleza de los datos, es cuantitativo. Se busca por medio de datos numéricos, costos y cálculos, establecer las diferencias entre las dos opciones de riego y determinar qué opción es más viable para abastecer el sistema de riego de las urbanizaciones en Samborondón. Los datos usados en esta investigación son de las ciencias físicas. Finalmente, de acuerdo con las fuentes utilizadas, esta investigación es bibliográfica. Se basa en la búsqueda, recopilación y organización de información sobre el tema específico.

3.1.2 Metodología de la factibilidad teórica

Se procedió a recolectar datos e información acerca de los parámetros permisibles para el reúso del efluente una planta de tratamiento para riego de áreas verdes. De esta manera se pudo estipular cuales son las características indispensables que debe cumplir agua residual tratada para poder ser reutilizada en un sistema de riego de áreas verdes.

Los pasos que se llevaron a cabo con el fin de cumplir con este objetivo del proyecto, fueron los siguientes:

- Recolección de información de los parámetros de calidad de agua, para lo cual fue necesario revisar el texto unificado de legislación ambiental secundaria (TULAS) para saber cuáles son los parámetros permisibles para la reutilización del efluente de una PTAR para riego de áreas verdes.
- Determinación del consumo de agua para riego, para esto fue necesario conocer la dotación que exigen las especies de plantas y césped con el que van a contar los jardines, información que fue provista por la empresa encargada del mantenimiento de áreas verdes.

3.1.3 Metodología diseño

Se procedió a recolectar la información y conocer la demanda de agua para riego y así se pudo determinar el diseño del sistema para el re-uso del agua residual tratada. Si se conoce la cantidad de agua que se trata y la demanda de agua para riego que se proyecta, se cuenta con la información suficiente para el diseño de la cisterna de almacenamiento, una estación de bombeo para unir las a la red de riego.

Los pasos que se llevaron a cabo con el fin de cumplir con este objetivo del proyecto, fueron los siguientes:

- Calculo de agua residual, para lo cual fue necesario conocer cuál es la cantidad de m³ de agua que se tratan en la PTAR
- Determinación del consumo de agua para riego, para esto fue necesario conocer la dotación que exige el césped, información que fue provista por la empresa encargada del mantenimiento de jardines para el proyecto.
- En función de lo mencionado anteriormente, se propone el método de almacenamiento y distribución de agua, mediante una cisterna y estación de bombeo.

3.1.4 Metodología costo – beneficio

Una vez determinado los parámetros de reutilización del efluente del sistema, se debe conocer los costos que implicaría la adaptación del mismo para hacer una conexión con el sistema de riego. Se elaboró un presupuesto aproximado del costo inicial de la implementación del diseño, también conocido para el propósito como el valor de la inversión inicial. Además corresponde costear el gasto de agua potable que tendría el proyecto si el sistema de aprovechamiento de las

aguas servidas tratadas no se implementara. De esta forma se compararon ambos valores, y se determinara que tan factible es en términos de inversión y costo para la empresa implementar un sistema como el propuesto.

Los pasos que se llevaron a cabo con el fin de cumplir con este objetivo del proyecto, fueron los siguientes:

- Evaluación de los costos de inversión del proyecto, se consideró un presupuesto referencial para la adaptación al sistema de riego.
- Valoración de VAN y TIR, periodo de retorno y coeficiente costo-beneficio, para la cual se emplearon los pasos básicos de la evaluación económica de un proyecto.
- Apreciación de la factibilidad del proyecto medida en cada uno de los indicadores.

3.1.5 Metodología beneficio ambiental

Finalmente, se conoce que no sólo se pueden alcanzar beneficios económicos cuando se habla de desarrollo sostenible la principal meta es lograr reducir el uso de recursos obteniendo los mismo resultados sin alterar el desarrollo de las generaciones futuras, por tanto otro punto importante es conocer urbanizaciones que traten sus efluentes y hacerles conocer los beneficios que pueden generarse en el ámbito ambiental. Al igual que para la evaluación económica, en la evaluación ambiental del proyecto se midieron los beneficios que tiene la implementación del proyecto en medida de los indicadores ambientales, tales como huella hídrica, consumo volumen mensual y consumo planilla mensual.

3.1.6 Población y Muestra

La población corresponde a la totalidad de las aguas residuales descargadas dentro de la urbanización “La Estela” hacia la PTAR, la cual se encuentra ubicada en el km 9.5 vía a Samborondón. Como muestra se tomaran los registros de descargas periódicas de aguas residuales hacia la PTAR del año 2014-2015

3.1.7 Instrumentos de recolección de datos

Los datos se obtuvieron de los informes y documentos de las entidades que manejan el proyecto, las principales fuentes en las que se han encontrado la información pertinente al caso son:

- Planos y diseños del proyecto, proporcionados por la empresa.
- Memorias técnicas de los diseños sanitarios del proyecto.
- Estudio de Impacto Ambiental del proyecto.
- Análisis del efluente, proporcionados por la empresa Ciudad Celeste CORPACEL la cual monitorea la PTAR (Planta de Tratamiento de Aguas Residuales).

3.1.8 Técnicas de investigación y pasos a utilizar.

Las técnicas son los procedimientos e instrumentos que utilizamos para acceder al conocimiento, los pasos de la investigación han de ser los siguientes:

- a. Tema
- b. Delimitación del tema
- c. Formulación del problema
- d. Planteamiento de la hipótesis
- e. Recolección de datos e información en las fuentes antes mencionadas
- f. Análisis de datos que permita conocer los parámetros de reutilización agua en el riego de áreas verdes.
- g. Diseño del sistema de almacenamiento y distribución más conveniente, es decir, un sistema que le permita al proyecto calificarse como sostenible.
- h. Comparación de costos, contrastar el costo generado empleando agua potable para riego versus los costos de implementación del sistema de reutilización de aguas servidas tratadas.
- i. Comprobación o validación de la hipótesis.
- j. Presentación final.

CAPÍTULO IV

4.1 Descripción del caso de estudio

4.1.1 Ubicación del proyecto.

La urbanización Ciudad Celeste se encuentra ubicada en el km 9 de la Vía a Samborondon Parroquia Satelital “La Puntilla”, Cantón Samborondon, Provincia del Guayas.



Figura 1. Ubicación del Proyecto

4.2 Descripción del entorno.

Corresponde a la descripción de la línea base, tomada del Estudio de Impacto Ambiental elaborado por la consultora EQUILIBRATUM.

4.2.1 Medio Geofísicos.

No existen riesgos de erosión ni movimientos de masas de lodo, el sector está ubicado en un relieve plano, donde no existen pendientes fuertes. En general el sector es potencialmente una zona de inundación producido principalmente por el relleno natural del cauce del río Babahoyo y el Estero Buijo.

4.2.2 Medio Biótico.

4.2.2.1. Flora

Las actividades constructivas han afectado y afectaran gravemente la vegetación, especialmente en la construcción de las calles, villas y demás infraestructura de las urbanizaciones a construirse, sin embargo el constructor deberá de considerar las recomendaciones de reimplantar arboles del sector en las áreas verdes contempladas en el proyecto.

4.2.2.2. Fauna

La fauna existente será afectada directa e indirectamente debida principalmente a la destrucción de la vegetación y el suelo; así como también, por el ruido producido por el funcionamiento de la maquinaria usada en el transporte de material pétreo y en la construcción del relleno para la cimentación de las urbanizaciones.

4.3 Medio Cultural- Socioeconómico.

La construcción de las urbanizaciones del proyecto Ciudad Celeste, contribuirán a incrementar las fuentes de trabajo en el sector, en forma directa contratando mano de obra calificada y no calificada durante la construcción del proyecto, igualmente, brindara fuentes de trabajo cuando las urbanizaciones entren en funcionamiento. Ciudad Celeste brindara fuente de empleo casi en su totalidad a los habitantes del sector y lugares aledaños tales como a los moradores de los Recintos San Nicolás y Barranca.

Actualmente ya están generando empleos domésticos a las mujeres de estos recintos mencionados. Impacto beneficioso, duración media e influencia local y regional.

4.4 Descripción del proyecto.

El Proyecto consiste en la “Construcción, Operación y Mantenimiento del Conjunto Residencial Ciudad Celeste Etapas: Urbanizaciones y Centro Comercial La Piazza”, las viviendas de diversas dimensiones y modelos de una y dos plantas con su respectivas instalaciones de los sistemas de infraestructuras: AA.LL, AA.SS, Agua Potables, eléctricas, calles internas adoquinadas, parqueaderos, áreas verdes, garita, corresponde a la construcción de 2016 viviendas unifamiliares y el Centro Comercial La Piazza con 16 Locales comerciales.

El Conjunto Residencial Ciudad Celeste, tiene un área de 2 018, 992.02 m², está conformado por 14 Urbanizaciones y un centro comercial “La Piazza”. La urbanización de La Estela cuenta con 367 viviendas, lo que representa un total de 78,860.06 m², total de área verde y recreación constan de 23,785.34m², área en vías totalizan 51,658.51 m².

TABLA 4. Cuadro General de Suelos

CUADRO GENERAL DE USOS DE SUELOS (La Estela)		
USO	SUPERFICIE (m ²)	PORCENTAJE (%)
Viviendas Unifamiliares	78.860,06	45,93
Servicio Comunal Vendible	11.909,19	6,94
Area Verde y Recreación	23.785,34	13,85
Area de Vías	51.658,51	30,09
Area de Ribera al Estero	5.488,31	3,19
TOTAL	171.701,41	100,00

CAPÍTULO V

5.1 Análisis e interpretación de resultados

5.1.1 Generalidades

La adaptación al sistema se encuentra en la misma urbanización La Estela, la cual es un conjunto residencial que consta con 367 viviendas, área verde, club social en la que se pueden encontrar canchas de futbol, piscina, juegos infantiles etc. Siendo un porcentaje importante de este área destinado a jardines y áreas verdes.

5.1.2 Efluente de la planta de tratamiento.

Los parámetros que debe cumplir el agua para ser utilizada para riego de áreas verdes está estipulada en la tabla 12 del TULSMA. Se realizó una comparación para verificar si el efluente de la Ptar cumplía con estas exigencias y así implementar el sistema. Se corroboró que el agua tratada cumple al cien por ciento con lo que exige la norma. Se procedió a realizar un gráfico del parámetro primordial que demanda la norma así como de otros dos que creyó pertinente monitorear según análisis realizados en distintos meses durante los dos últimos años para obtener resultados actualizados y reales de lo que ocurre en la PTAR.

	Solidos Suspendidos Totales	Coliformes Fecales	DBO
feb-13	23.00	24.00	61.00
jul-13	11.00	19.00	15.00
jun-14	2.00	10.80	17.00
sep-14	16.00	13.00	19.00
nov-14	59.00	24.00	13.00
mar-15	5.00	14.00	18.00
abr-15	24.00	10.00	13.00
may-15	2.00	1.00	15.00

TABLA 5. **Parámetros Analizados**

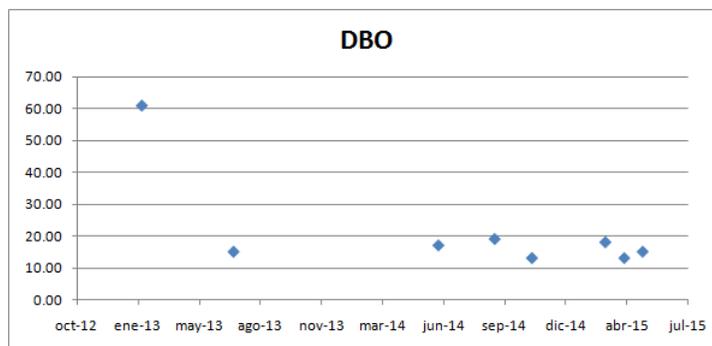


Figura 2. Demanda Química de oxígeno.

Considerando los valores y descartando el primero por error se observa que hay una tendencia de la DBO constantes entre 20 y 10 mg/l.

Esta relación es aceptable de acuerdo a experiencias de interpretaciones de aguas residuales hay una relación empírica, no teórica entre la DBO y Sólidos suspendidos. Si obtengo en mis resultados de análisis 20 de DBO debo esperar 20 de Sólidos, se observa que para la época de agua lluvia no se presenta esta relación por que el agua lluvia no tiene material orgánico pero se presenta sólidos suspendidos debido a que se incrementa en esos meses.

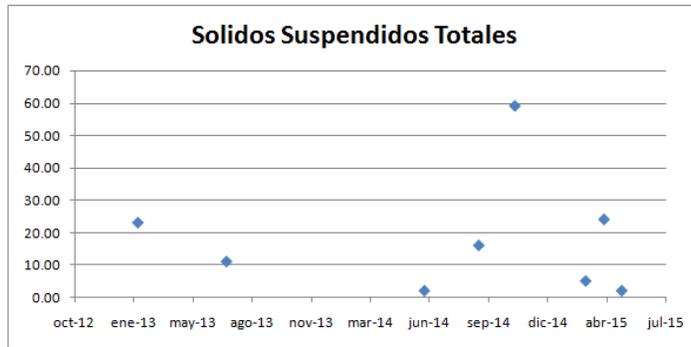


Figura 3. Solidos Suspendidos Totales.

Analizando la grafica de los Sólidos Suspendidos Totales podemos observar que hay una línea marcada de valores antes de 20 y después de 20. Podemos deducir que en meses como enero, diciembre y abril en los cuales el existen periodos de lluvia los valores están por encima de 20 incluso pudiendo llegar a 64, lo cual podemos apreciar la influencia del agua lluvia sobre el efluente de la planta, existen varios motivos, por ejemplo que las aguas pluviales ingresan por las casas de aguas servidas debido a que están no son herméticas y puede que arrastren sólidos y por esta razón en meses de lluvia este parámetro incrementa. Para los meses restantes, los cuales corresponden a época seca en el país encontramos valores por debajo de 20 inclusive llegando a valores muy cercanos a cero.

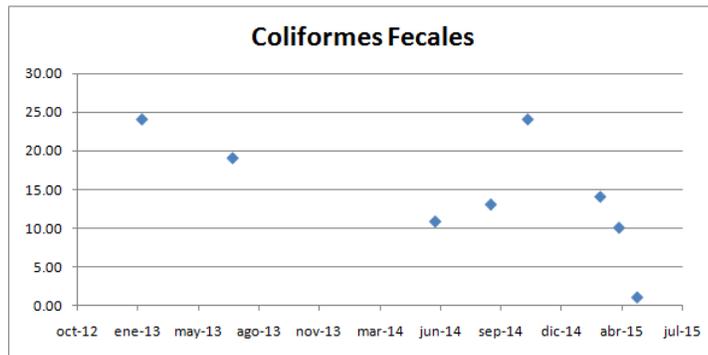


Figura 4. Coliformes Fecales.

La tendencia de los sólidos totales suspendidos, con coliformes fecales se puede observar que hay, mayor similitud con respecto a los sólidos suspendidos totales, debido a que si la cantidad de coliformes incrementa, los sólidos también incrementaran, es por esto que en épocas de no lluvia el valor correspondiente a coliformes y sólidos disminuye y en épocas de lluvia este valor aumenta.

5.1.3 Riego para áreas verde de la urbanización

Para calcular el volumen de agua necesario para la actividad de riego, primero debemos definir qué áreas se van a abastecer.

TABLA 6. Áreas Verdes

COD	DETALLE	CANT	UNIDAD
	JARDINES		
VERDE	AREAS VERDES	10,600.00	M2

Como podemos observar en el siguiente plano se marcan en color verde las áreas destinadas al riego para el estudio.



Figura 5. Implantación Arquitectónica - Área Verde

5.1.4 Dotación y requerimientos

La dotación para riego es el volumen necesario de agua que se precisa para mantener los jardines, calculada en litros/día x m² y se obtiene de la memoria técnica del diseño para Riego.

La dotación está calculada también en función de las especies que se plantaran conforme lo indica el diseño de jardines (en este caso césped). El Caudal para riego es el producto del caudal por el área total de jardines en m².

TABLA 7. Riego - Dotación y Requerimientos

Dotación para riego	5,00	litros/día x m ²
Caudal	53,000	litros/día
	53.00	m ³ /día
Requerimiento días de riego	12.00	mes
	360.00	día
Caudal total para época seca	19,080.00	m ³ /12meses

5.1.5 Evaluación económica

Para evaluar la viabilidad del proyecto se utilizó los siguientes indicadores: Valor actual neto (VAN), tasa interna de retorno (TIR), coeficiente beneficio costo, y periodo de recuperación.

5.1.5.1 Inversión inicial – presupuesto referencial

La inversión inicial es la cantidad de dinero que es necesario invertir para poner en marcha el proyecto, para este caso específico corresponde a los costos extraídos del presupuesto para la ejecución de la laguna de almacenamiento y la obra sanitaria.

Como costo importante dentro del presupuesto referencial se agregó el costo de adquisición del terreno, que aunque para el caso estudiado no aplicaría porque se cuenta con área suficiente disponible, es necesario valorarlo para efectos de cálculo de la evaluación económica.

TABLA 8 . PRESUPUESTO REFERENCIAL

CISTERNA CLUB SOCIAL DE 80 M3				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	
			UNITARIO	TOTAL
PRELIMINARES				
TRAZADO Y REPLANTEO	M2	100.00	0.75	75.00
ESTRUCTURA				
HORMIGON ARMADO FC 210 KG/CM2 (PREMEZCLADO)	M3	46.52	361.61	16,822.10
REPLANTILLO	M3	5.31	84.70	449.76
ALBAÑILERIA				
ENLUCIDO INTERIOR y EXTERIOR CISTERNA	M2	208.62	6.50	1,356.03
INSTALACION ELECTRICA				
PUNTO ELECTRICO RADAR	UND	1.00	26.88	26.88
CARPINTERIA				
TAPA METALICA DE CISTERNA	UND	1.00	84.53	84.53
EXCAVACIONES				
EXCAVACION Y DESALOJO	M3	108.51	4.61	500.23
RELLENO CON MATERIAL DEL SITIO	M3	175.68	9.86	1,732.20
VARIOS				
CONTROL DE BODEGA	DIA	20.00	20.00	400.00
ENSAYOS DE RESISTENCIA	UND	4.00	8.50	34.00
IMPERMEABILIZACION	M2	208.62	9.84	2,052.82
DESAGUE A E.B.AA.SS.	UND	1.00	100.00	100.00
PLASTOCRETE DM	KG	98.91	3.00	296.73
SUBTOTAL:				23,930.28

Estacion de Bombeo y Adaptacion al sistema de Riego				
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO	
			UNITARIO	TOTAL
PRELIMINARES				
TRAZADO Y REPLANTEO	M2	25.46	\$ 0.75	\$ 19.10
ESTRUCTURA				
ACERO ESTRUCTURAL 4200 KG/CM2 +++	QO	25.91	\$ 76.18	\$ 1,973.82
HORMIGON 210 KG/CM2 CC	M3	20.80	\$ 219.91	\$ 4,574.13
PILARETES CC	ML	4.40	\$ 15.60	\$ 68.64
REPLANTILLO 100 KG/CM2 E= 5 cmt	M3	0.82	\$ 115.50	\$ 94.71
ALBAÑILERIA				
FACHALETAS 7 X 20 CM - CARA FRONTAL DE VIGA	ML	14.00	\$ 9.58	\$ 134.12
FACHALETAS 7 X 20 CM. (FRANJAS 7 CM. ANCHO)	ML	4.40	\$ 6.71	\$ 29.52
PARED DE BLOQUE VISTO DE 3 HUECOS	M2	23.68	\$ 1.33	\$ 31.49
CONSTR. DE RED DE AA. LL. AA.SS.				
TAPAS METALICAS E. BOMBEO AASS	GBL	1.00	\$ 490.40	\$ 490.40
TUBERIA DE PVC 110MM AASS-AALL+INST	ML	10.00	\$ 6.13	\$ 61.30
TUBERIA DE PVC 560MM AASS-AALL+INST	ML	1.50	\$ 43.46	\$ 65.19
INSTALACION SANITARIA				
DESAGUE DE AALL - E.B.AASS	GBL	1.00	\$ 37.57	\$ 37.57
CARPINTERIA				
PUERTA METALICA CC	UND	1.00	\$ 192.90	\$ 192.90
EXCAVACIONES				
EXCAVACION SIN CLASIFICAR CC	M3	238.97	\$ 6.85	\$ 1,636.94
RELLENO INTERIOR CON MATERIAL PRESTAMO CC	M3	24.25	\$ 9.83	\$ 238.38
RELLENO INTERIOR MAT. DEL LUGAR CC	M3	181.10	\$ 6.67	\$ 1,207.94
VARIOS				
1 BOMBA	UND	1.00	\$ 4,300.00	\$ 4,300.00
CONEXIÓN AL SISTEMA DE RIEGO (incluye arreglos de vías)	GLB	1.00	\$ 3,000.00	\$ 3,000.00
DESALOJO.	M3	66.34	\$ 9.58	\$ 635.54
IMPERMEABILIZACION DE CUBIERTA HA (SIKA TOP - 144)	M2	23.18	\$ 6.71	\$ 155.54
PLASTOCRETE DM	KG	35.00	\$ 1.33	\$ 46.55
SUBTOTAL:				\$ 18,993.78
GRAN TOTAL				42,924.06

5.1.5.2 Suministro de agua potable

En la actualidad el proyecto se ve abastecido de agua potable mediante tuberías. Todos los valores son extraídos del costo real que se paga en la actualidad para la construcción. Por tanto los costos de los suministros se reflejan de la siguiente manera:

TABLA 9. SUMINISTRO DE AGUA POTABLE

Costo suministro Agua Potable		
1M3	0.8	\$/m3
metro 3 dia	53	
precio dia	42.4	
precio mes	1272	
precio año	15264	M3/mes

5.1.5.3 Indicadores económicos

Los ingresos del análisis del proyecto se obtienen conociendo el valor que se ahorraría en riego, es decir, el costo de agua potable por tubería en los 12 meses, para cada año posterior se ve afectado por una inflación correspondiente al 3,5% anual.

Por otro lado, los egresos son los gastos que se van a dar año a año por el funcionamiento y mantenimiento del sistema propuesto para lo cual se ha empleado el mismo porcentaje de inflación anual, y se ha desglosado de la siguiente manera:

Tabla 10. EGRESOS

Bomba	Goulds 1H.P. Mod 3656	
Presion constante min	50psi	
Potencia	5.00	HP
	3.67	KW
Consumo	18,33	KWH (5 HORAS/DIA)
Tarifa (Fuente CNEL)	\$ 0.04	\$/KWH
Planilla Mensual	\$ 22.00	\$/mes
Planilla Anual	\$ 264.00	\$/12mes
Mantenimiento	\$ 360.00	\$/anual
Personal Mantenimiento	\$ 2,040.00	\$/anual
Mantenimiento	\$ 2,400.00	\$/anual
Total egresos	\$ 2,664.00	

En el resumen de los egresos se reflejan los gastos relacionado con mantenimiento, donde se consideró el salario básico de una persona durante un año; y el valor de la planilla eléctrica que se genera como producto del uso de la bomba destinada para el riego de jardines. La especificación de la bomba es la que manda la propuesta del sistema de riego, el 3,5% de inflación se planteó como un valor promedio entre los registrados por el Banco Central del Ecuador que oscilan en porcentajes mensuales entre el 2% y 5%.

TABLA 11. INGRESOS - EGRESOS

Flujo de Ingresos	
AÑO	TOTAL
1	\$ 15,264.00
2	\$ 15,798.24
3	\$ 16,351.18
4	\$ 16,923.47
5	\$ 17,515.79
6	\$ 18,128.84
7	\$ 18,763.35
8	\$ 19,420.07
9	\$ 20,099.77
10	\$ 20,803.27
TOTAL	\$ 179,067.99

Flujo de Egresos	
AÑO	TOTAL
1	\$ 2,664.00
2	\$ 2,757.24
3	\$ 2,853.74
4	\$ 2,953.62
5	\$ 3,057.00
6	\$ 3,164.00
7	\$ 3,274.74
8	\$ 3,389.35
9	\$ 3,507.98
10	\$ 3,630.76
TOTAL	\$ 31,252.43

TABLA 12. DIFERENCIA INGRESOS-EGRESOS

INGRESOS-EGRESOS	
AÑO	TOTAL
1	\$ 12,600.00
2	\$ 13,041.00
3	\$ 13,497.44
4	\$ 13,969.85
5	\$ 14,458.79
6	\$ 14,964.85
7	\$ 15,488.62
8	\$ 16,030.72
9	\$ 16,591.79
10	\$ 17,172.51
TOTAL	\$ 147,815.55

5.1.5.4 Valor actual neto

Los cálculos para hallar el Valor Actual Neto o VAN por sus siglas, se hacen a partir de la siguiente fórmula:

$$VAN = \sum_{T=0}^n \frac{Fn}{(1+i)^n}$$

TABLA 13. VALOR ACTUAL NETO - VAN

N	FN	(1+i)^n	FN/(1+i)^n
0	\$ (42,924.06)		\$ (42,924.06)
1	\$ 12,600.00	1.10	\$ 11,454.55
2	\$ 13,041.00	1.21	\$ 10,777.69
3	\$ 13,497.44	1.33	\$ 10,140.82
4	\$ 13,969.85	1.46	\$ 9,541.59
5	\$ 14,458.79	1.61	\$ 8,977.77
6	\$ 14,964.85	1.77	\$ 8,447.27
7	\$ 15,488.62	1.95	\$ 7,948.11
8	\$ 16,030.72	2.14	\$ 7,478.45
9	\$ 16,591.79	2.36	\$ 7,036.54
10	\$ 17,172.51	2.59	\$ 6,620.74
		VAN	\$ 45,499.47

Como podemos apreciar el valor actual neto es mayor que cero, siguiendo la tabla 3 podemos concluir que la inversión producirá ganancias.

5.1.5.5 Tasa interna de retorno

Este método considera que la inversión es aconsejable si la TIR resultante es igual o superior a la tasa exigida por el inversor (tasa de descuento). Por tanto, si la TIR es mayor al 10% que se consideró como tasa de intereses, el proyecto es beneficioso.

TABLA 14. TASA INTERNA DE RETORNO - TIR

Tasa de Descuento	VAN
0%	\$ 104,891.49
5%	\$ 69,648.31
10%	\$ 45,499.47
15%	\$ 28,438.13
20%	\$ 16,042.44
25%	\$ 6,804.22
30%	\$ (242.02)
35%	\$ (5,730.31)
40%	\$ (10,086.97)
45%	\$ (13,605.04)
50%	\$ (16,490.13)
55%	\$ (18,889.21)
60%	\$ (20,909.28)

5.1.5.6 Periodo de recuperación

El periodo de recuperación es el tiempo necesario para recobrar la inversión inicial. Para el caso de estudio el tiempo estimado de recuperación de la inversión es de 2 años y 3 meses. La evaluación económica nos dice que el periodo de recuperación empieza cuando el VAN/anual es mayor al VAN total del proyecto.

TABLA 15. PERIODO DE RECUPERACIÓN

Año	\$	VAN/año
1	\$ 18,936.00	\$ (11,454.55)
2	\$ 19,598.76	\$ (22,232.23)
3	\$ 20,284.72	\$ (32,373.05)
4	\$ 20,994.68	\$ (41,914.65)
5	\$ 21,729.50	\$ (50,892.42)
6	\$ 22,490.03	\$ (59,339.68)
7	\$ 23,277.18	\$ (67,287.79)
8	\$ 24,091.88	\$ (74,766.24)
9	\$ 24,935.10	\$ (81,802.78)
10	\$ 25,807.82	\$ (88,423.53)

5.1.5.7 Coeficiente beneficio- costo

Es la relación entre el total de ingresos y el total de egresos, para el caso en estudio el valor estimado del coeficiente es 5.7

5.1.5.8 Resultados evaluación económica

A manera de resumen se presenta la siguiente tabla, en donde podemos exponer que el VAN es un valor mayor a cero por lo tanto el proyecto generara ganancias, la TIR es mayor que la tasa de interés propuesta por tanto la inversión es aconsejable. El coeficiente beneficio-costo es un valor mayor que 1 lo cual nos indica que el proyecto es beneficioso. Y finalmente que el periodo de recuperación de la inversión inicial es de 2 años y 3 meses.

TABLA 16. INDICADORES ECONÓMICOS

Inversión Inicial	\$	42,924.06
Tasa de Interés		10,00%
VAN	\$	45,499.47
TIR		30%
Coeficiente Beneficio Costo		5.73
Periodo de Recuperación		2.25

5.1.6 Evaluación Ambiental

5.1.6.1 Potencial del ahorro del agua potable

Con la implementación del proyecto propuesto de reutilizar el efluente de la PTAR se puede medir el ahorro de dos maneras que benefician al ambiente como a la comunidad, está por un lado el ahorro económico como ya se ha visto en el apartado anterior, y se tiene también el ahorro del suministro de agua potable.

5.1.6.2 Consumo mensual de agua potable

El consumo en un mes de agua potable que se destinaria para riego, si no se contara con el sistema de aprovechamiento de agua de servidas tratadas seria de 50 m³/día lo que en un mes sería 1272 m³/mes. En el Ecuador, específicamente en la ciudad de Guayaquil, una persona promedio consume alrededor de 6,5 m³/hab/mes (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2012). Esto significa que con el ahorro de volumen de agua potable, la industria sería capaz de abastecer a 346 personas durante un mes con este servicio.

5.1.6.3 Costo de suministro mensual de agua potable

Si hablamos en términos monetarios, se ha dicho que el volumen de agua potable ahorrado es de 2250 m³/mes si el m³ que nos suministra un tanquero tiene un costos de \$0,80/m³, podemos contar con un ahorro de \$1800.00/ mes. Si el salario mínimo actual está alrededor de los \$354 (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2012) con este ahorro mensual se puede generar fuente de ingreso para aproximadamente 5 trabajadores. El costo de la canasta básica se ubica en los \$628,27 (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2012) con el ahorro mensual proyectado se podría abastecer de alimento a 3 familias ecuatorianas.

5.1.6.4 Huella hídrica

La huella hídrica de una persona, empresa o país se define como el volumen total de agua dulce usada para producir los bienes y servicios consumidos por dicha persona, empresa o país. La huella hídrica se expresa por lo general en términos de volumen de agua utilizada por año (UNESCO Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, 2006).

La producción de un kilo de:

- arroz requiere 3 m³ de agua
- maíz requiere 0.9m³ de agua
- trigo requiere 1.350 m³ de agua
- carne de vacuno requiere 16 m³ de agua.

Con el ahorro anual de aproximadamente 4500m³ de agua la huella hídrica la industria se disminuiría de tal manera que sería posible producir:

- 6360 kilos de arroz
- 21200 kilos de maíz
- 14133 kilos de trigo
- 1192.50 kilos de carne de vacuno.

Esto es utilizar apropiadamente un recurso, es la base del desarrollo sostenible.

CAPÍTULO VI

6.1 Conclusiones y recomendaciones

6.1.1 Conclusiones

En términos generales los resultados de esta investigación ha demostrado que la viabilidad y los costos de implementación de un sistema de reutilización del efluente de una planta de tratamiento se basan en tres aspectos principales:

- El **análisis de la calidad del agua** tratada a efectos de establecer el cumplimiento de los parámetros exigidos por la norma y para su utilización.
- La **determinación de los volúmenes de agua** que se requiere para riego a efectos de establecer si el aporte es suficiente.
- La **estimación de los costos** evitados por efectos de reutilización de aguas tratada en lugar de agua potable.

Fundamentándose en los resultados de la investigación, a continuación por cada objetivo específico establecido se presentan las conclusiones:

- La planta de tratamiento cumple con los parámetros establecidos por el TULSMA, para la reutilización del efluente para riego de áreas verdes en la urbanización de “La Estela”.
- El retorno económico que se puede generar a partir de poner en práctica el proyecto es elevado, existiendo ahorros en términos monetarios que serian representativos para la empresa.

- Así mismo, existen beneficios ambientales los cuales hemos podido observar, como es el ahorro y buen manejo del agua potable al ser remplazada con agua servida tratada.

6.1.2 Recomendaciones

En función del análisis realizado durante la ejecución de la presente investigación, a continuación se exponen una serie de recomendaciones de utilidad para reforzar el objetivo general planteado.

- Investigar parámetros internacionales para re utilizar agua tratada en riego, con el fin de ser más estrictos en el re-uso del efluente de la ptar para que pueda usarse en mas actividades sin comprometer la salud de los seres humanos.
- Investigar, en términos económicos financieros, el impacto de incluir dentro del tren de tratamiento un sistema de desinfección con filtro UV, considerando que muchas opciones de tratamiento no incluyen la desinfección.
- Investigar otras formas de reutilizar el efluente de la PTAR.

BIBLIOGRAFIA

- Agua, I. T., Noyola Robles, A., & Vega Gonzales, E. (2000). Alternativas de Tratamiento de Aguas Residuales. IMTA.*
- Apuntes sobre Seguridad, Higiene e Ingeniería Ambiental 2012*
- Baños. (2013). Análisis de Aguas Residuales. Mexico.*
- Cedum 2012 Sistemas de Tratamiento Mexico*
- Codemet. (2012). Memoria Técnica para Tratamiento de Aguas.*
- Diseño, construcción y puesta en marcha de un modelo de tratamiento para las aguas residuales generadas en la producción de panela, 2010)*
- Ecotec (2013) Tratamiento de Aguas Residuales (Ecotec, 2013)*
- Eddy, M. &. (1996). Ingeniería de Aguas Residuales, Tratamiento, Vertido y reutilización. McGrawill.Inc.*
- Factores de riesgo para la salud 2007*
- Facultad de Ingeniería Universidad de Mexico. (2012). Diseño de Planta de Tratamiento de Aguas Residuales . Mexico.*
- Lic. Eduardo Sarlo 2012 Apuntes sobre Seguridad, Higiene e Ingeniería Ambiental (2012) Maestría en desarrollo sostenible y medio ambiente (2013) Manual Práctico Análisis Microbiológico del Agua*
- Problemas de Contaminación de Aguas Residuales 2009*
- rehabilitation strategy 1991*
- Reutilización del Agua McGraw*
- Robles, A. N. (2000). Alternativas de tratamientos de aguas residuales IMTA. In A. Noyola.*

Armao, H., & Luzardo, E. (Abril de 2011). Universidad Bolivariana de Venezuela.

Obtenido de <http://200.35.84.131/portal/bases/marc/texto/2301-11-04110.pdf>

Asociacion de fabricantes de tubos de hormigon armado ATHA. (s.f.).

<http://www.atha.es/>.

Obtenido

de

http://www.atha.es/atha_archivos/manual/c4473.htm

Booth, C., Attwater, R., Derry, C., & Simmons, B. (2003). *The Hawkesbury Water Reuse*. En *Water* (págs. 42-44). Australia.

Cadena Cepeda, R. (Enero de 1998). RCadena. Obtenido de

<http://www.rcadena.com/dp/teoria.htm>

Asociacion de fabricantes de tubos de hormigon armado ATHA. (s.f.).

<http://www.atha.es/>.

Obtenido

de

http://www.atha.es/atha_archivos/manual/c4473.htm

Booth, C., Attwater, R., Derry, C., & Simmons, B. (2003). *The Hawkesbury Water Reuse*. En *Water* (págs. 42-44). Australia.

Cadena Cepeda, R. (Enero de 1998). RCadena. Obtenido de

<http://www.rcadena.com/dp/teoria.htm>

International Conference on Sustainable Techniques and. Lyon: France.

ECURED. (s.f.). *Ecured*. Obtenido de Sistema de Riego:

http://www.ecured.cu/index.php/Sistema_de_Riego

EkoPraxis. (2013). *Estudio de Impacto Ambiental DUPOCSA S.A. Construccion Operacion y Abandono*. Duran.

Fernandez, B., & Rivera, P. (2000). *Paper Presented at the Analisis experimental de la modelacion hidrológica de cuencas urbanas*. XIX Congreso Latinoamericano de Hidraulica , (págs. 33-38). Córdoba.

Puga Muñoz, M. (2011). Universidad Arturo Prat del Estado de Chile. Recuperado el 2015, de <http://www.mpuga.com/docencia/Fundamentos%20de%20Finanzas/Van%20y%20Tir%202011.pdf>

Rodriguez, E., Camacho, L., & Villareal, J. (2008). Paper presented at the Variabilidad espacio-temporal de la precipitacion en un microcuenca urbana. XVIII Seminario Nacional de Hidraulica e Hidrologia , (págs. 30-50). Bogota.

Soluciones Hidropluviales. (2010). hidropluviales.com. Obtenido de <http://hidropluviales.com/?p=625>

Soluciones Hidropluviales. (2013). Hidropluviales. Recuperado el Seotiembre de 2013, de <http://hidropluviales.com/?p=204>

Telegrafo, E. (16 de Junio de 2014). La huella hídrica. El Telegrafo.

UNESCO Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (23 de Junio de 2006). UNESCO. Obtenido de http://www.unesco.org/water/news/newsletter/145_es.shtml

Anexos

DOLCA S.A.

Representante Legal: AVEIGA ALMEIDA LEONARDO FEDERICO
Puerto Santa Ana Edificio Sotavento 2do piso oficina 204
Guayaquil, Tel. 2683930
Atención: Ing. David Moreira
Tipo de Industria

Guayaquil, 25 DE MAYO DEL 2015

Fecha, Hora y Lugar de Muestreo: 04/05/15 12:50 Via a Samborondon - Obra Ciudad Celeste I - Etapa La Estela.
Fecha y Hora de Recepción: 04/05/15 14:42
Punto e Identificación de la Muestra: Efluente de la planta de tratamiento de AARR.
Norma Técnica de Muestreo: PG/GQM/09 - Agua
Matriz de la Muestra: AGUA RESIDUAL DOMESTICA
Muestreado por: GRUPO QUIMICO MARCOS C. LTDA.
Muestreador: JG
Tipo de Muestreo: Simple
Coordenadas Geográficas: 17M0627977 - 9770734 **Temperatura de muestreo:** 30,8 °C

Parámetro	Resultado	U K =2	Unidades	Método Analítico	Analizado
AGREGADOS/COMPONENTES FISICOS: Solidos Suspendidos Totales (3)	< 2	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-06	07/05/15 SV

Parámetro	Resultado	U K =2	Unidades	Método Analítico	Analizado
INORGANICOS NO METALES: Nitrogeno total Kjeldahl (3)	2,4	0,6	mg/l	PEE-GQM-FQ-42	06/05/15 ER

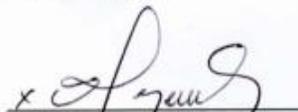
Parámetro	Resultado	U K =2	Unidades	Método Analítico	Analizado
AGREGADOS ORGANICOS: Aceites y Grasas (3)	< 0,44	---	mg/l	PEE-GQM-FQ-03	05/05/15 ER
Demanda Bioquímica de Oxígeno	15	1,05	mgO2/l	PEE-GQM-FQ-05	04/05/15 AL

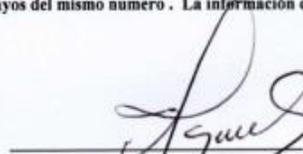
Parámetro	Resultado	U K =2	Unidades	Método Analítico	Analizado
MICROBIOLOGIA: Huevos Helmintos (1)	ausencia	--	unid/litro	10750	06/05/15 ER

---	No Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22th edition	
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P	Límite Máximo Permissible		
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM		

- 1.- Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17 025 por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano.
- 2.- Parámetros subcontratados no acreditados
- 3.- Parámetros acreditados cuyos resultados estan fuera del alcance de acreditación
- 4.- Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

NOTA: El presente Informe Simplificado esta basado en el Informe de Ensayos del mismo numero . La información completa relativa a ensayos está a disposición del cliente.


Q.F. FERNANDO MARCOS V.
Director Técnico


Q.F. LAURA YANQUI M.
Coordinadora de Calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de GQM.
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Parque Industrial California 2 Bloque D-41 km. 11 1/2 vía a Daule
Teléfonos 2103390 - 2103392 - 2103199 Ext. 441
www.grupoquimicomarcos.com
Guayaquil - Ecuador

GRUPO QUIMICO MARCOS C.A. LTDA
LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL
OR GEN DEL INFORME DE RESULTADOS
MC2201-08



INFORME DE ENSAYOS
No. 48155-1

CODEMET S.A.

Representante Legal: REYES VERA WALTER GONZALO
Puerto Santa Ana edificio Sotavento piso 2 oficina 203
Guayaquil, Tel. 3905000 - 2683930
Atención: Ing. Helen Arteaga
Tipo de Industria

Guayaquil, 22 DE MAYO DEL 2015

Fecha, Hora y lugar de Muestreo: 20/05/15 15:30 Ciudad Celeste - Urbanización La Estela
Fecha y Hora de Recepción: 20/05/15 16:17
Punto e Identificación de la Muestra: Efluente de la planta de tratamiento de AARR
Norma Técnica de muestreo: N/A
Matriz de la muestra: AGUA RESIDUAL
Muestreado por: CODEMET S.A.
Muestreador: Cliente
Tipo de Muestreo: Simple

GRUPO QUÍMICO MARCOS S.A. LTDA.
LA AUSENCIA DE ESTE SELLO INVALIDA EL
ORIGEN DEL INFORME DE RESULTADOS
MC2201-08

Parámetro	Resultado	U K=2	Unidades	Método Analítico	Analizado
MICROBIOLOGIA:					
Coliformes Fecales-NMP (1)	< 1,0	---	NMP/100ml	PEE-GQM-MB-38	20/05/15 KV

---	No. Aplica	N.E.	No Efectuado	Método Analítico: Standard Methods 2012, 22 th edition
< LD	Menor al Límite Detectable	L.M.P.	Límite Máximo Permissible	
U	Incertidumbre	P.E.E.	Procedimiento específico de ensayo de GQM	

- 1: Parámetros no incluidos en el alcance de acreditación ISO 17025 por el Servicio de Acreditación Ecuatoriano
- 2: Parámetros subcontratados no acreditados
- 3: Parámetros acreditados cuyos resultados están fuera del alcance de acreditación
- 4: Parámetros subcontratados acreditados por el laboratorio subcontratista; ver alcance en www.acreditacion.gob.ec

D. F. FERNANDO MARCOS V.
Director Técnico

D.F. LAURA YANGUI M.
Coordinadora de calidad

Los resultados de este informe de ensayo solo son aplicables a las muestras analizadas.
Este informe de ensayo no deberá reproducirse más que en su totalidad, con autorización escrita de G.Q.M.
Las muestras serán retenidas por 7 días a partir de la fecha de entrega de resultados.

Samborondón, 10 de Abril del 2015

A quien interese.
Ciudad.

De mis consideraciones, según lo solicitado formalmente por nuestro colaborador, José Carlos Pere Idrovo, con cedula de Ciudadanía No. 0916024748, cumplo con entregarle la información requerida correspondientes a siete muestreos de la planta de tratamiento de aguas residuales de la urbanización "La Estela". Únicamente se entregaran adjuntos de los muestreos y los valores correspondientes al los siguientes rubros:

1. DBO
2. Solidos Suspendidos
3. Coliformes Fecales

Así mismo, autorizo su reproducción de estos datos de manera parcial o total según su conveniencia.

Atentamente,

Yessica Barzola
Proyectos y Presupuestos
Ciudad Celeste.

DESCRIPCION	FEBRERO/2013	JULIO/2013	JUNIO/2014	SEPTIEMBRE/2014	NOVIEMBRE/2014	MARZO/2015	ABRIL/2015
SOLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	23.00	11.00	2.00	16.00	59.00	5.00	2.00
COLIFORMES FECALES	24.00	19.00	10.80	13.00	24.00	14.00	1.00
DEMANDA QUIMICA DE OXIGENO	61.00	15.00	17.00	19.00	13.00	18.00	15.00

Nombre Parametrista:		Período:		Hora:				
JOSÉ GARCÍA		SEMANAL						
Parámetro	Localización Muestra	Tipo de Muestra	Frecuencia Semanal					
			día 1: 2-abril		día 2: 4-abril		día 3: 7-abril	
AFLUENTE AL SISTEMA DE TRATAMIENTO								
Ph	Influente	In situ	7.00		7.15		7.14	
Temperatura	Influente	In situ	29.0		29.0		29.5	
LAGUNA DE AIREACIÓN								
Oxígeno Disuelto	Unidad	In situ	3.10		3.14		3.12	
Sedimentabilidad 5/30/60 min.	Unidad	In situ	15	30	60	15	30	60
			0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
			0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10
Temperatura	Unidad	In situ	30.1		30.5		29.9	
pH	Unidad	In situ	7.15		7.20		7.32	
Concentración de SST Lodos de Retorno	Unidad	In situ						
CLARIFICADOR								
Sedimentabilidad	Mitad Tanque	In situ	15 / 30 / 60		15/30/60		15/30/60	
Concentración de Lodos	Mitad Tanque	In situ	0% - 0% - 0%		0% - 0% - 0%		0% - 0% - 0%	
EFLUENTE POSTERIOR AL SISTEMA DE DESINFECCIÓN								
Flujo*1	Efluente	Mediciones de Campo						
pH	Efluente	In situ	7.00		6.95		6.77	
Temperatura	Efluente	In situ	29.0		28.9		29.1	
OD	Efluente	In situ	2.10		2.00		2.05	

*1En hora pico

Observaciones:

Firmas de Conformidad

Nombre	Empresa	Firma
José García	CODEMET	José García

<p>Bomba de Lodos: Se debe verificar que las bombas de lodos estén trabajando adecuadamente (chequeando que los skimmers absorben correctamente los objetos flotantes que se encuentran en el sedimentador y son retornados al tanque aireado).</p> <p>Es necesario chequear que las válvulas estén en su posición adecuada o si es necesario modificarla. La válvula del retorno de lodos se debe ajustar de acuerdo a los requerimientos de la planta. Por ejemplo, si es necesario recircular mayor cantidad de lodos, se debe abrir más la válvula, de lo contrario, cerrarla.</p>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓																																			
<p>Tuberías: Se debe revisar periódicamente las tuberías para evitar taponamientos, en caso de haberlos, se deberá proceder a destapar la tubería, y en caso de no poder destaparla se deberá retirar el tramo obstruido y reemplazarlo por otro. En las cañerías comunicantes entre el Tanque aireado y el sedimentador debe existir un flujo ligero, pero constante, de no ocurrir así, la cañería está obstruida, lo que se soluciona empujando con una varilla los desechos que ahí se puedan haber acumulado. Para determinar si el retorno de lodos está obstruido, se debe abrir la válvula que permite el paso de éste hacia el tanque aireado. Si no hay un flujo circulante, la cañería está obstruida, situación que se soluciona abriendo completamente la válvula de retorno de lodos y apagando el soplador.</p>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
<p>Skimmers: Se revisarán diariamente los skimmers para verificar que no estén obstruidos por algún objeto, y para asegurar el correcto funcionamiento de los mismos.</p>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓												
<p>Digestor de Lodos: Se deberá revisar el correcto funcionamiento del digestor lodos, se realizarán los ensayos indicados en la sección del Plan de Monitoreo, según las frecuencias indicadas. Observar que el retorno está realizándose sin tener obstrucciones.</p>	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓																	

Observaciones:

Firmas de Conformidad

Nombre	Empresa	Firma
JOSE GARCIA	CO DEMET	

PROTOCOLO # 3
Anexo 6

CHECK LIST # 6
MANTENIMIENTO PREVENTIVO MECÁNICO PERIÓDICO

Locución: PLAN "FLOR DE DASTION"

DESCRIPCIÓN	CHEQUEO 3 VECES POR SEMANA													
	Abril 2014													
	2	4	7	9	11	14	15	17	21	23	25	28		
Se debe verificar que el tablero automático esté correctamente programado y funcionando de la manera adecuada. Valo decir, que las bombas y los soplañores se enciendan a la hora y de la manera adecuada.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Es necesario realizar una inspección visual de los aireadores, chequear que estén funcionado correctamente, que no existe ningún ruido extraño y que estén generando la cantidad de aire adecuado, el equipo aireador debe funcionar suave y calladamente. Se debe chequear que no haya remolinos arriba de la propela. El protector del vortex puede necesitar ser acomodado para eliminar este inconveniente. Permitir que existan remolinos puede dañar la propela cavitándola.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Se debe chequear que el aireador funcione sin vibraciones excesivas y que el flujo del agua y aire sea continuo. Ruido, vibración y flujo de aire o agua interrumpido son indicaciones de problemas operativos. Al menos una vez al año se debe desmontar el aireador para lubricar el cardan e inspeccionar visualmente los cojinetes, manga y ejes para gastos y daño. Revisar los tornillos en la caja y la postaja de montaje del motor y apriétela. Busque señales de corrosión. Revise tornillos y piezas sueltas en la unidad de pontones, o daños. Corrija como sea necesario. La hélice y atomizador no deben de tener basura. Examine cuidadosamente la hélice y difusión por indicaciones de desgaste. Ramuras pequeñas en la hélice son aceptables si el perfil o forma de la paleta de la hélice no está afectada. Si los desgastes son extensos, reemplace el artículo. Quite cualquier basura obstruyendo los hoyos de lubricación del cojinete del agua. Estos hoyos están localizados en la parte de debajo de la caja, justo antes de la hélice.	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

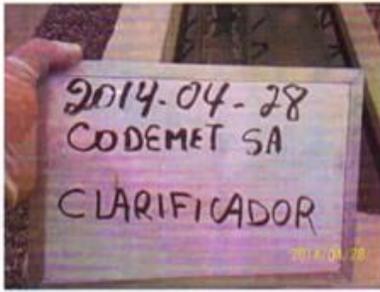
MEMORIA FOTOGRAFICA



MEMORIA FOTOGRAFICA



MEMORIA FOTOGRAFICA



MEMORIA FOTOGRAFICA



