

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA QUÍMICA

**IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE RIESGOS
AMBIENTALES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE
AGUAS RESIDUALES DOMICILIARIAS EN EL VALLE
DE CONCEPCIÓN (MUNICIPIO DE URIONDO)**

Por:

MIGUEL ANGEL ANGULO CASTAÑÓN

**Proyecto de Grado presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado
académico de Licenciatura en Ingeniería Química.**

Agosto de 2017

TARIJA-BOLIVIA

RESUMEN EJECUTIVO

El Municipio de Uriondo que está ubicado a 25 km de la ciudad de Tarija. con una población aproximada de 15589 habitantes (*INE censo 2012 proyección de población para el 2017*) entre hombres y mujeres. Hasta el 2006 dicho municipio no contaba con algunos de los servicio básicos como ser agua potable y alcantarillado. Es por eso que a partir del 2007 el Municipio de Uriondo lleva a cabo dos importantes proyectos que son de agua potable y alcantarillado, que se ejecutan paralelamente por la empresa PROCON.

En el presente Proyecto de Grado se mencionan las etapas con las que cuenta el sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas del Valle De La Concepción, también son descritas de forma teórica, además de indicar la correcta operación y diseño; asimismo se detallan tecnologías alternativas para tener un tratamiento completo.

Además, se hizo una identificación de la problemática y la ubicación de sistema de tratamiento de agua residual doméstica del Valle de La Concepción, también se hace una descripción del medio donde se encuentra el cuerpo receptor, (río Camacho y alrededores) como ser: uso del suelo, características de la zona como flora, fauna y clima

Además, se llevó a cabo la identificación de aspectos ambientales y la valoración de riesgos ambientales, cuantificando los impactos que genera el sistema de tratamiento de aguas residuales domesticas del Valle de La Concepción en el medio ambiente, comparando y clasificando al cuerpo receptor según normativa ambiental aplicable.

Tabla III-22 Comparación de parámetros del Río Camacho antes y después de la descarga

PARÁMETRO	UNIDAD	Después del punto de descarga		Antes del punto de descarga	
		PROMEDIO	CLASE	RIO CAMACHO	CLASE
DQO	mg/l	36,652	C	31	C
DBO ₅	mg/l	6,04	B	3,4	A

PARÁMETRO	UNIDAD	Después del punto de descarga		Antes del punto de descarga	
		PROMEDIO	CLASE	RIO CAMACHO	CLASE
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	5,08E+05	-	9,30E+02	-
COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	1,03E+05	D	9,30E+01	B

Fuente: Elaboración propia

NOTA: Según legislación aplicable la clase se califica siendo “A” las aguas de mejor calidad (aptas para consumo humano) y “D” las aguas de peor calidad (no aptas para consumo humano).

Seguidamente se hizo las propuestas de las alternativas para mitigar los riesgos identificados, partiendo del riesgo más crítico o con mayor ponderación.

Luego se proponen las estrategias de manejo ambiental, como ser el Plan de Manejo Ambiental, el Plan de Prevención de Riesgos y Contingencias y las inspecciones de seguimiento y monitoreo del sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas del Valle de La Concepción.

Después se sugiere una medida de control y monitoreo de las aguas residuales, mediante la implementación de un laboratorio para realizar el seguimiento y el control diario, también se nombra a los organismos de seguimiento que son fiscalizadores del adecuado tratamiento que reciben las aguas residuales domésticas del Valle de La Concepción.

Ya casi para concluir, se muestra un resumen de los resultados obtenidos durante el muestreo de aguas residuales y se menciona la metodología de muestreo que se llevó a cabo

Y finalmente, las conclusiones finales del trabajo; se constató el cumplimiento con los objetivos de presente trabajo de grado y se dio las recomendaciones correspondientes.

INTRODUCCIÓN

I.1. ANTECEDENTES

I.1.1. HISTORIA DEL TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Los métodos de depuración de aguas residuales se remontan a la antigüedad y se han encontrado instalaciones de alcantarillado en lugares prehistóricos de Creta y en las antiguas ciudades asirias. Las canalizaciones de desagüe construidas por los romanos todavía funcionan en nuestros días. Aunque su principal función era el drenaje, la costumbre romana de arrojar los desperdicios a las calles significaba que junto con el agua viajaban grandes cantidades de materia orgánica. Hacia finales de la Edad Media empezaron a usarse en Europa excavaciones subterráneas privadas primero y, más tarde, letrinas. Cuando éstas estaban llenas, unos obreros vaciaban el lugar en nombre del propietario. El contenido de los pozos negros se empleaba como fertilizante en las granjas cercanas o era vertido en los cursos de agua o en tierras no explotadas.

Siglos después se recuperó la costumbre de construir desagües, en su mayor parte en forma de canales al aire o zanjas en la calle. A pesar que en principio estuvo prohibido arrojar desperdicios en ellos, pero en el siglo XIX se aceptó que la salud pública podía salir beneficiada si se eliminaban los desechos humanos a través de los desagües para conseguir su rápida desaparición. Un sistema de este tipo ha sido desarrollado por Joseph Bazalgette entre 1859 y 1875 con el objeto de desviar el agua de lluvia y las aguas residuales domésticas hacia la parte baja del Támesis, en Londres.

Con la introducción del abastecimiento municipal de agua y la instalación de cañerías en las casas llegaron los inodoros y los primeros sistemas sanitarios modernos. A pesar de que existían reservas respecto a estos por el desperdicio de recursos que suponían, los riesgos para la salud que planteaban y su elevado precio, fueron muchas las ciudades que los construyeron.

A comienzos del Siglo XX, algunas ciudades e industrias empezaron a reconocer que el vertido directo de desechos en los ríos provocaba problemas sanitarios. Esto llevó a la construcción de instalaciones de depuración. Aproximadamente en aquellos años se

introdujo la fosa séptica como mecanismo para el tratamiento de las aguas residuales domésticas tanto en las áreas suburbanas como en las rurales. Desde la década de 1970, se ha generalizado en el mundo industrializado la cloración, un paso más dentro del tratamiento químico, con el objetivo de desinfectar el agua y hacerla apta para el consumo humano.

En América Latina, cerca de un 80% de los problemas medioambientales y de salud pública están relacionados con el factor hídrico, principalmente con el vertido de aguas residuales domésticas.

I.1.2. ANTECEDENTES DEL PROYECTO

El Municipio de la provincia de Uriondo está ubicado a 25 km de la ciudad de Tarija. Con una población aproximada de 15589 habitantes (*INE censo 2012 proyección de población para el 2017*) entre hombres y mujeres. Hasta el 2006 dicho Municipio no contaba con algunos de los servicios básicos como ser agua potable y alcantarillado.

Es por eso que a partir del 2007 el Municipio de Uriondo lleva a cabo dos importantes proyectos que son de agua potable y alcantarillado que se ejecutan paralelamente realizados por la empresa PROCON.

Antes de dichos proyectos la población del Municipio de Uriondo tenía que arreglárselas para poder deshacerse de sus aguas residuales utilizando así pozos sépticos o botando a quebradas, o ríos cercanos a la población.

Actualmente alrededor del 90% de la población del Municipio de Uriondo hace uso de este servicio. (*Datos obtenidos del Municipio de Uriondo*).

Pese a esto existen reclamos por parte de otras autoridades de que el sistema de tratamiento de agua residual del Valle de La Concepción, ya cumplió su ciclo y que las zonas aledañas están siendo contaminadas por las descargas que hace el mismo.

I.2. OBJETIVOS

I.2.1. OBJETIVO GENERAL

Identificar y Evaluar los Riesgos Ambientales del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domiciliarias del Valle de la Concepción (Municipio de Uriondo).

I.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el análisis físico – químico y microbiológico de las Aguas Residuales Domiciliarias.
- Realizar el análisis físico – químico y microbiológico de las Aguas del Río Camacho antes (aguas arriba) y después (aguas abajo) del punto de descarga de las Aguas Residuales Domiciliarias.
- Identificar y valorar los Riesgos Ambientales producidos por el sistema de Tratamiento de Aguas.
- Establecer las deficiencias del sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domiciliarias.
- Sugerir mejoras en el proceso del sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domiciliarias existente en el Valle de Concepción.

I.3. JUSTIFICACIÓN

I.3.1 JUSTIFICACIÓN GLOBAL

El mal aspecto y los malos olores son resultados de un tratamiento inadecuado a las aguas residuales domésticas; sin embargo, el problema de fondo es que un sistema de tratamiento en malas condiciones, puede representar un riesgo a la salud pública y al medio ambiente.

I.3.2. JUSTIFICACIÓN SOCIAL

Las instalaciones de tratamiento de agua residual doméstica requieren tierra; su ubicación puede resultar en la repoblación involuntaria. Es más, las obras de tratamiento y eliminación pueden crear molestias en las cercanías inmediatas, al menos ocasionalmente. A menudo, las tierras y los barrios elegidos, corresponden a los "grupos vulnerables" que son los menos capacitados para afrontar los costos de la reubicación y cuyo ambiente vital ya está alterado.

Hay que tener cuidado de ubicar las instalaciones de tratamiento y eliminación donde los olores o ruidos no molestarán a los residentes u otros usuarios del área, manejar la reubicación con sensibilidad, e incluir en el plan de atenuación del proyecto, provisiones para mitigar o compensar los impactos adversos sobre el medio ambiente humano. Si no se incluyen estas consideraciones en la planificación del proyecto, existe el riesgo sustancial como el que ya se ha presentado en la zona de Pampa la Villa.

Uno de los principales riesgos que se pueden dar por estar en contacto con las aguas residuales son enfermedades muy peligrosas como el cólera, la fiebre tifoidea, disentería, etc.; y no solo para los animales, sino también para las personas que viven alrededor del sistema de tratamiento de aguas residuales.

I.3.3. JUSTIFICACIÓN ECONÓMICA

Se plantean las siguientes justificaciones económicas, como resultado de la mala operación del sistema de tratamiento de agua residual:

- Disminución del valor de la propiedad.
- Disminución de la productividad a las tierras de cultivo
- Rechazo a los productos agrícolas en el mercado debido a la calidad de los mismos.
- Efectos potenciales a la salud, traducidos como costos de tratamiento médico.
- Inversiones a largo plazo para la rehabilitación de ríos, así como para la protección y descontaminación de agua subterránea.

Si consideramos el problema de desabastecimiento de agua que sufre el departamento de Tarija, debemos tomar en cuenta la posibilidad que van a tener algunos agricultores de usar las aguas residuales, ante una sequía en la zona, para no perder la producción de sus cultivos.

I.3.4 JUSTIFICACIÓN TECNOLÓGICA

Hoy en día existen grandes avances tecnológicos en el tema de tratamiento de aguas residuales domésticas; es más, es tan eficiente la tecnología que se desarrolló en estos últimos años que ahora hay hasta oportunidades de recuperación de agua y reuso para riego.

I.3.5. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL

Cuando las aguas servidas son recolectadas pero no tratadas correctamente antes de su eliminación o reutilización, existen los mismos peligros para la salud pública en el punto de descarga. Si dicha descarga es en aguas receptoras, se presentarán peligrosos efectos adicionales (p.ej. el hábitat para la vida acuática y marina es afectada por la acumulación de los sólidos; el oxígeno es disminuido por la descomposición de la materia orgánica; y los organismos acuáticos y marinos pueden ser perjudicados aún

más por las sustancias tóxicas, que pueden extenderse hasta los organismos superiores por la bio-acumulación en las cadenas alimenticias). Los desechos sólidos generados en el tratamiento de las aguas servidas (grava, cerniduras, y lodo primario y secundario) pueden contaminar el suelo y las aguas si no son manejados correctamente.

I.3.6. JUSTIFICACIÓN PERSONAL

Las aguas residuales domésticas al ser mal tratadas siempre han representado un problema significativo no solo para el medio ambiente sino principalmente para el hombre, ya que al tener un tratamiento inadecuado, surgen problemas serios de deterioro a la salud pública y al medio ambiente.

Y debemos identificar y evaluar el riesgo que ocasionan los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas, que no tienen un buen funcionamiento para poder mitigar de manera rápida y oportuna los principales riesgos encontrados.

CAPÍTULO I
MARCO TEÓRICO

1.1 INTRODUCCIÓN

1.1.1 CARACTERIZACIÓN APARENTE DE LAS AGUAS RESIDUALES

A continuación se hace una evaluación visual del tipo de agua residual, que está ingresando al STARD.

Figura 1-1 Ingreso de aguas residuales al STAR



Como se puede observar en la imagen, al STARD llega gran cantidad de sólidos gruesos que se describe a continuación:

- 1 Material orgánico como ser, vegetales, cáscaras de frutas, heces fecales no disueltas.
- 2 Pedazos de escombros.
- 3 Plásticos gruesos como tapas de gaseosas.

- 4 Plásticos no reciclables, si bien estos no son sólidos gruesos, pero por su naturaleza pueden ocupar mayor superficie en las rejillas y así obstruirlas

1.1.2 DESCRIPCIÓN DEL STARD

El sistema de tratamiento de agua residual doméstica del Valle de La Concepción consta de las siguientes etapas de tratamiento:

- Tratamiento preliminar – rejillas metálicas para separación de sólidos gruesos.
- Tratamiento primario – tanque de sedimentación
- Tratamiento secundario – biofiltro de cascajo.

Cabe destacar que el tratamiento preliminar no cuenta con desarenadores y desgrasadores, y el tratamiento primario se encuentra colmatado al igual que el secundario y no se cuenta con el tratamiento terciario de desinfección.

Es por eso que a continuación describimos las etapas un poco más detalladamente.

1.2.1. TRATAMIENTO PRELIMINAR

De una forma u otra, casi todas las cosas terminan en la alcantarilla, y de esta a la planta de tratamiento de aguas residuales.

Plásticos, pedazos de tela, grava, material sólido duro; todos estos materiales, si no son eliminados eficazmente pueden producir serias averías en los equipos. Las piedras, arenas, latas, etc., producen un gran desgaste de las tuberías

1.2.2.1. SEPARACIÓN DE GRANDES SÓLIDOS.

Cuando se prevé la existencia de sólidos de gran tamaño o una gran cantidad de arenas en el agua bruta, se debe incluir en cabecera la instalación un sistema de separación de estos grandes sólidos, el cual consiste en un pozo situado a la entrada del colector de la depuradora, de tronco piramidal invertido y paredes muy inclinadas, con el fin de concentrar los sólidos y las arenas decantadas en una zona específica donde se puedan extraer de una forma eficaz.

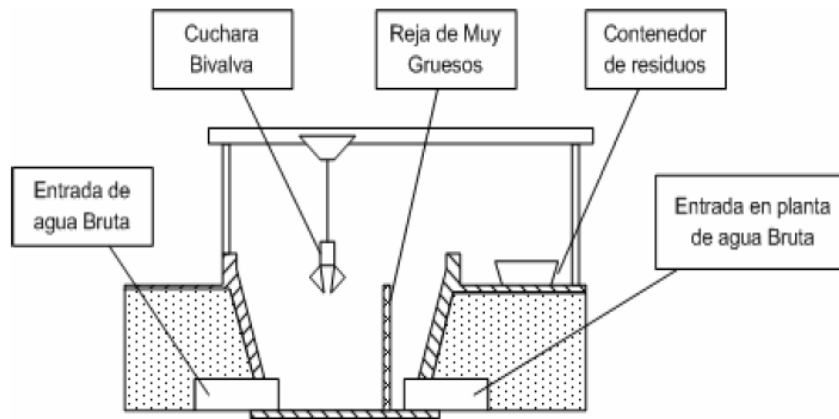
La extracción de los residuos sólidos se realiza, generalmente, con cucharas anfibia o bivalvas de accionamiento electrohidráulico.

Los residuos separados con esta operación se almacenan en contenedores para posteriormente transportarlos a un vertedero o llevarlos a incineración.

En este sistema la tarea consiste en la retirada de los grandes sólidos, para evitar que estos dificulten la llegada del agua residual al resto de la planta, y la de limpiar el fondo del pozo para que no se produzca anaerobiosis, y consecuentemente malos olores. Se debe vaciar el contenedor de forma regular, si esto no sea posible, utilizar un contenedor tapado.

Cuando se deba acercarse al pozo se debe tener cuidado de que el suelo no tenga manchas de grasa, las cuales pueden hacer resbalar y caer dentro del pozo, si aparecen manchas de grasa se debe limpiar con agua y un cepillo. Nunca hay que apoyarse contra la baranda ni subirse a ella, suele estar muy resbaladiza.

Figura 1-2 Sistema de Separación de Grandes Sólidos



[Grupo TAR - Fundación Gustavo Medina Ortiz. (2007, Enero)].

1.2.2.2. DESBASTE

Los objetivos de este paso son:

- Proteger al STARD. de la posible llegada intempestiva de grandes objetos capaces de provocar obstrucciones en las distintas unidades del sistema.
- Separar y evacuar fácilmente las materias primas voluminosas arrastradas por el agua, que podrían disminuir la eficacia de los tratamientos posteriores.

Esta operación consiste en hacer pasar el agua residual a través de una reja inclinada. De esta forma, el desbaste se clasifica según la separación entre los barrotes de la reja en:

- Desbaste fino: con separación libre entre barrotes de 10 – 25 mm.
- Desbaste grueso: con separación libre entre barrotes de 50 – 100 mm.

En cuanto a los barrotes, estos han de tener unos espesores mínimos según sea:

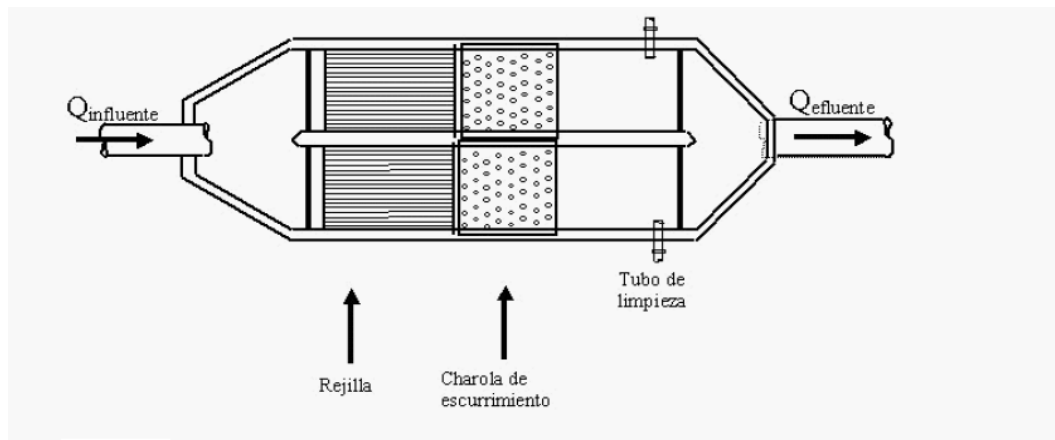
- Reja de gruesos: entre 12 – 25 mm.
- Reja de Finos: entre 6 – 12 mm.

1.2.2.3. REJAS DE LIMPIEZA MANUAL

Las rejillas están constituidas por barrotes rectos soldados a unas barras de separación situadas en la cara posterior, y su longitud no debe exceder aquella que permita rastrillarla fácilmente con la mano. Van inclinados sobre horizontal con ángulos entre 60 – 80°.

Encima de la reja se coloca una placa perforada por la que caerán los residuos rastrillados a un contenedor donde se almacenarán temporalmente hasta que se lleve a un vertedero.

Figura 1-3 Sistema Manual de Rejillas con dos Cámaras



(Allende, 2001).

Con el objeto de proporcionar suficiente superficie de reja para la acumulación de basuras la limpieza, es necesario que la velocidad de aproximación del agua a la reja sea de unos 0,45 m/s. El área adicional necesaria para limitar la velocidad se puede obtener ensanchando el canal de la reja y colocando ésta con una inclinación más suave.

Conforme se acumulan basuras, obturando parcialmente la reja, aumenta la pérdida de carga, sumergiendo nuevas zonas a través de las cuales pasará el agua.

Las tareas a realizar en las rejillas de limpieza manual son:

- Vigilar que no se acumulen muchos sólidos en la reja, para lo cual debemos de limpiarla con cierta periodicidad. Este periodo varía de una planta a otra siendo la experiencia del operador el que determine este periodo. Las razones de tener que limpiar las rejillas con cierta frecuencia es para evitar que se pudran los sólidos orgánicos allí retenidos, dando lugar a malos olores.
- Vaciar la cuba de los sólidos con cierta regularidad, por los mismos motivos antes expuestos.
- Reparar y sustituir los barrotes que se hallan rotos.

Esta zona también es de piso muy resbaladizo, se debe caminar con precaución para evitar caer en canal de desgaste o darse un golpe contra el piso. Por tanto, debe

limpiarse esta zona cuando el suelo se hace resbaladizo, usando zapatos con suela adecuada o poner en el suelo algún sistema antideslizante por ejemplo de malla de ferralla.

Problemas derivados: como la limpieza se hace periódicamente, llegamos a un grado de colmatación de materia, que al ser eliminada puede provocar un aumento brusco de la velocidad de paso del agua a través de la reja, lo cual conlleva una menor retención de residuos y una disminución en el rendimiento.

También existe el riesgo de estancamientos, por descuidos, por la llegada brusca de materias vegetales, pudiéndose dar también un desbordamiento. Con el objeto de evitar esto es necesario calcular ampliamente la superficie y la inclinación de la reja. Actualmente, se tiende a instalar rejas de limpieza mecánica aun en pequeñas instalaciones para reducir al mínimo el trabajo manual y los problemas derivados de un mantenimiento defectuoso. [*Grupo TAR - Fundación Gustavo Medina Ortiz. (2007, Enero)*]

1.3. TRATAMIENTO PRIMARIO

Los dispositivos que se usan en el tratamiento primario, están diseñados para retirar de las aguas negras servidas los sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables, mediante el proceso físico de sedimentación, esto se lleva a cabo reduciendo la velocidad del flujo. Las alcantarillas se construyen para mantener una velocidad de unos 60 cm por segundo, la cual es apropiada para arrastrar con las aguas negras todos los sólidos y prevenir que se depositen en las líneas del alcantarillado. En el tratamiento preliminar se disminuye esta velocidad hasta unos 30 cm por segundo, durante un corto lapso de tiempo, durante el cual se depositan como arenas los sólidos inorgánicos más pesados. En el tratamiento primario la velocidad de flujo se reduce hasta uno o dos cm por segundo en un tanque de asentamiento o sedimentación, durante el tiempo suficiente, para dejar que se depositen la mayor parte de los sólidos sedimentables, que son principalmente orgánicos, separándose de la corriente de las aguas negras.

Los principales dispositivos para el tratamiento primario o cámaras sépticas, son los tanques de sedimentación, algunos de los cuales tienen también la función adicional de servir para la descomposición de los sólidos orgánicos sedimentados, lo cual se conoce como digestión de los lodos. [*Departamento de Sanidad del Estado de New York, (1990)*].

1.3.1. TANQUE SÉPTICO

La Cámara o el tanque séptico se caracterizan porque la sedimentación y la digestión ocurren dentro del mismo tanque con distintos compartimentos; así, se evitan los problemas de complejidad de construcción y excavación profunda del tanque Imhoff.

EL tanque séptico consiste esencialmente en uno o varios compartimientos, en serie, para la sedimentación de sólidos. La función más utilizada del tanque séptico es la de acondicionar las aguas residuales para disposición subsuperficial en lugares donde no existe un sistema de alcantarillado sanitario. En estos casos sirve para:

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

La remoción de DBO en un tanque séptico puede ser del 30 al 50%, de grasas y aceites un 70 a 80%, de fósforo un 15% y de un 50 a 70% de SS, para aguas residuales domésticas típicas. Para la localización de un tanque séptico se recomienda tener en cuenta los siguientes criterios:

1. Para proteger las fuentes de agua, el tanque debe localizarse a más de 15 m de cualquier fuente de abastecimiento.
2. El tanque debe encontrarse a una distancia mayor de 2 m de cualquier fuente de abastecimiento.
3. El tanque no debe estar expuesto a inundación y debe disponer de espacio suficiente para la construcción del sistema de disposición o tratamiento posterior a que haya lugar.

4. El tanque debe tener acceso apropiado para que su limpieza y mantenimiento sean fáciles.

1.3.1.1. CAPACIDAD DEL TANQUE SÉPTICO

De acuerdo a lo expuesto por **Jairo Alberto Romero Rojas, (1999)**, la capacidad total de un tanque séptico se determina de diferente manera: con base en la población servida o con base al caudal afluente y el tiempo de retención. Entre los criterios usados se tienen los del código británico (1972) (ecuación 4.1) y los del USPHS (ecuaciones 4.2 y 4.3).

$$C = 0,18 P + 2 \quad (\text{I-1})$$

$$C = 1,5 Q \quad (\text{I-2})$$

$$C = 4,26 + 0,75 Q_1 \quad (\text{I-3})$$

Donde: C = capacidad total del tanque en m^3

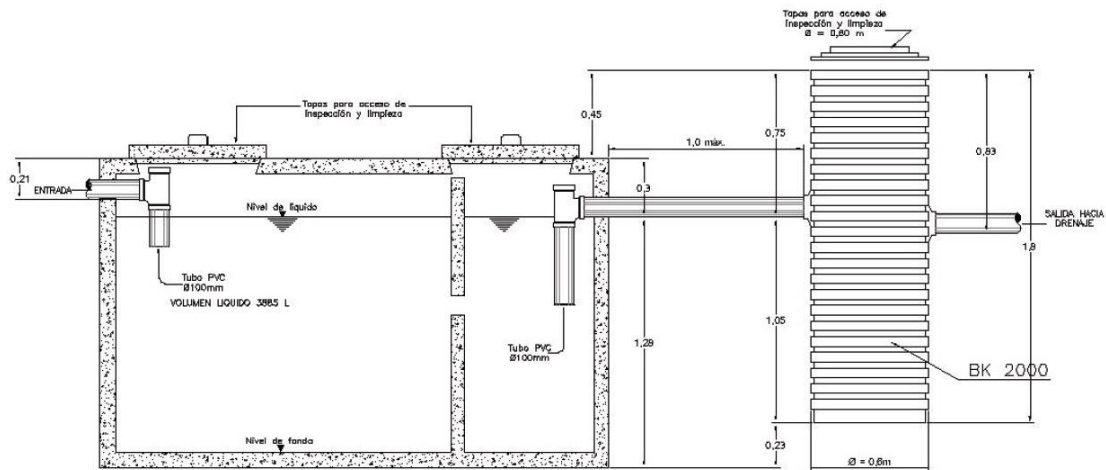
P = población servida

Q = caudal de aguas residuales, m^3/d , para $Q < 5,7 \text{ m}^3/\text{d}$

Q_1 = caudal de aguas residuales, m^3/d , para $Q < 5,7$ a $380 \text{ m}^3/\text{d}$

La experiencia ha demostrado que para obtener una sedimentación efectiva y un periodo de desenlode apropiado, el tiempo de retención del tanque debe ser uno a tres días. La frecuencia de limpieza puede calcular suponiendo una capacidad para lodo de un tercio del volumen del tanque y una tasa de acumulación de $0,04 \text{ m}^3$ por persona servida por año. [**Jairo Alberto Romero Rojas, (1999)**. *Tratamiento de Aguas Residuales Teoría y Principios de Diseño*]

Figura 1-4 Tanque o cámara Séptica



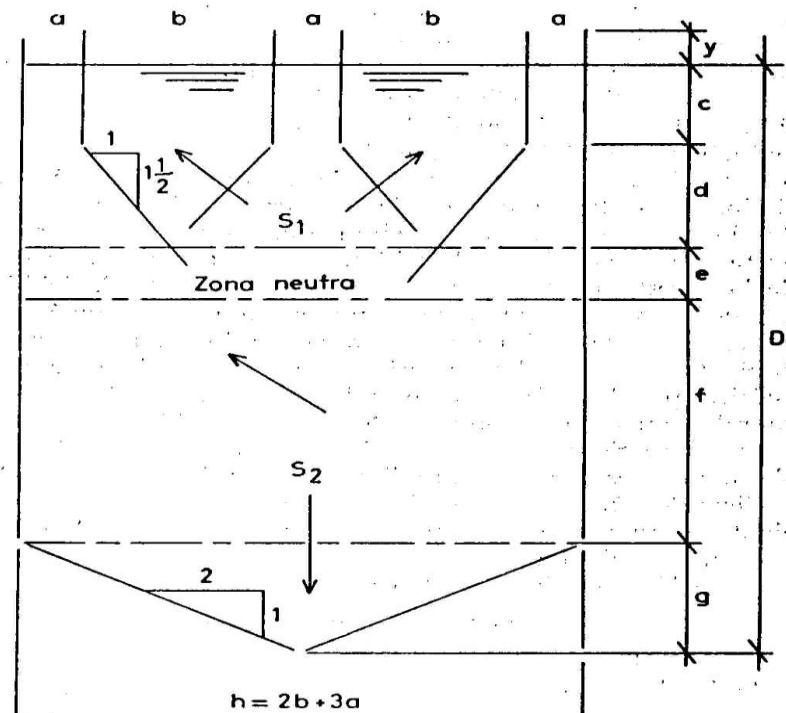
Fuente: www.muchotanque.com

1.3.2. TANQUE IMHOFF

El tanque Imhoff es un sistema de tratamiento anaerobio de dos pisos. El tanque consta de un compartimento inferior para la digestión de los sólidos sedimentados y de una cámara superior de sedimentación. Los sólidos sedimentados pasan a través de la abertura del compartimento superior hacia la zona de digestión. La espuma se acumula en la zona de sedimentación y en las zonas de ventilación adyacentes a las cámaras de sedimentación. El gas producido por el proceso de digestión, en la cámara de lodos, escapa a través de la zona de ventilación. Entre las ventajas del tanque Imhoff se señalan las siguientes: [Jairo Alberto Romero Rojas, (1999). *Tratamiento de Aguas Residuales Teoría y Principios de Diseño*]

- Simple de operar.
- No requiere personal técnico especializado.
- La operación consiste en remover diariamente la espuma y en descargarla sobre la zona de ventilación, así como en extraer periódicamente los lodos hacia los lechos de secado.

Figura 1 – 5 Tanque Imhoff



Fuente: www.monografias.com

1.3.3. PROCESO ANAEROBIO DE CONTACTO

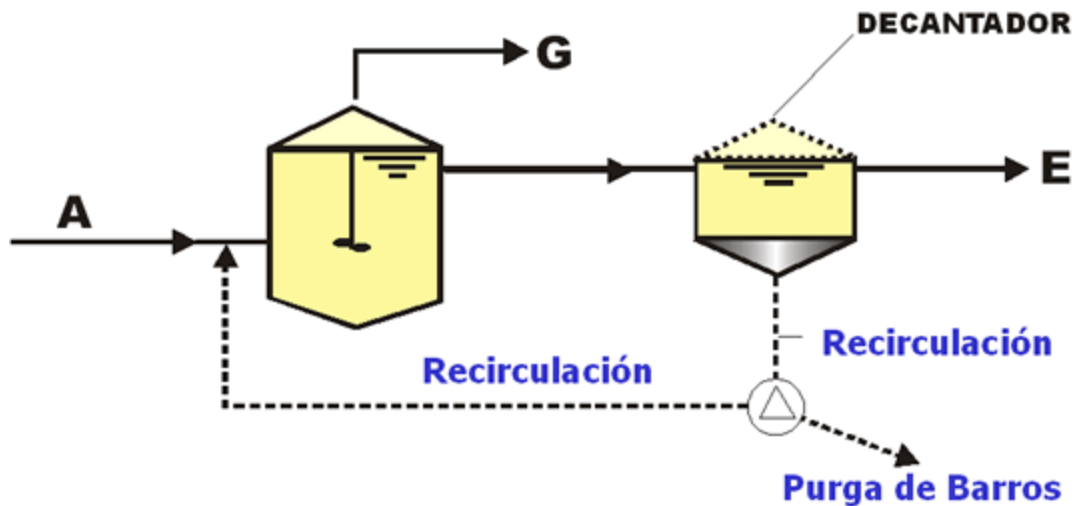
En el proceso anaerobio de contacto se mezclan aguas residuales crudas con lodos recirculados y se dirigen a un reactor sellado, sin entrada de aire.

Este proceso fue desarrollado en 1955 por Schroeffer y otros, para tratar aguas residuales con tiempos de retención cortos y edades de lodos prolongadas. El proceso es considerado muy sensible y de control difícil, no apropiado para tratar afluentes de concentración muy variable. Se recomienda mantenerlo con carga hidráulica y carga orgánica relativamente constante, para evitar problemas operacionales.

El contenido del reactor se mezcla completamente, por medio de agitadores mecánicos o por la inyección de biogás, y el efluente del mismo se separa en un tanque de sedimentación o de flotación. El sobrenadante del sedimentador se descarga o se trata adicionalmente; el lodo anaerobio sedimentado se recircula al reactor. La existencia de la recirculación de sólidos permite incrementar la edad de

los lodos, en forma semejante a la de un proceso de lodos activados. [Jairo Alberto Romero Rojas, (1999). *Tratamiento de Aguas Residuales Teoría y Principios de Diseño*]

Figura 1-6 Proceso Anaerobio de Contacto



Fuente: www.eg-ingenieria.com.ar

1.4. TRATAMIENTO SECUNDARIO

El tratamiento secundario está diseñado para degradar sustancialmente el contenido biológico del agua residual, el cual deriva de residuos humanos, residuos de alimentos, jabones y detergentes. La mayoría de las plantas municipales utilizan procesos biológicos aeróbicos para este fin.

1.4.1. FANGOS ACTIVOS

Las plantas de fangos activos usan una variedad de mecanismos y procesos para usar oxígeno disuelto y promover el crecimiento de organismos biológicos que remueven sustancialmente materia orgánica. También puede atrapar partículas de material y puede, bajo condiciones ideales, convertir amoníaco en nitrito y nitrato, y en última instancia a gas nitrógeno. La eficiencia del sistema de lodos activados esta entre:

nitrógeno total con una remoción entre 29,3 y 52,3 %, el fósforo entre 24,8 y 57,7 %, la DBO se situó entre 94,2 y 98,6 % y DQO entre 73,3 y 90,2%

1.4.2. CAMAS FILTRANTES (CAMAS DE OXIDACIÓN)

Figura 1 - 7 Filtro oxidante en una planta rural.



Fuente: wikimedia.org

Se utiliza la capa filtrante de goteo utilizando plantas más viejas y plantas receptoras de cargas más variables, las camas filtrantes son utilizadas donde el licor de las aguas residuales es rociado en la superficie de una profunda cama compuesta de coque (carbón, piedra caliza o fabricada especialmente de medios plásticos). Tales medios deben tener altas superficies para soportar las biopelículas que se forman. El licor es distribuido mediante unos brazos perforados rotativos que irradian de un pivote central. El licor distribuido gotea en la cama y es recogido en drenes en la base. Estos drenes también proporcionan un recurso de aire que se infiltra hacia arriba de la cama, manteniendo un medio aerobio. Las películas biológicas de bacterias, protozoarios y hongos se forman en la superficie media y se comen o reducen los contenidos orgánicos. Esta biopelícula es alimentada a menudo por insectos y gusanos.

1.4.3. PLACAS ROTATIVAS Y ESPIRALES

En algunas plantas pequeñas son usadas placas o espirales de revolvimiento lento que son parcialmente sumergidas en un licor. Se crea un flóculo biótico que proporciona el substrato requerido.

1.4.4. REACTOR BIOLÓGICO DE CAMA MÓVIL

El reactor biológico de cama móvil (MBBR, por sus siglas en inglés) asume la adición de medios inertes en vasijas de fangos activos existentes para proveer sitios activos para que se aglutine la biomasa. Esta conversión hace como resultante un sistema de crecimiento. Las ventajas de los sistemas de crecimiento adjunto son:

- 1) Mantener una alta densidad de población de biomasa.
- 2) Incrementar la eficiencia del sistema sin la necesidad de incrementar la concentración del licor mezclado de sólidos (MLSS).
- 3) Eliminar el costo de operación de la línea de retorno de fangos activos (RAS).

1.4.5. FILTROS AIREADOS BIOLÓGICOS

Filtros aireados (o anóxicos) biológicos (BAF) combinan la filtración con reducción biológica de carbono, nitrificación o desnitrificación. BAF incluye usualmente un reactor lleno de medios de un filtro. Los medios están en la suspensión o apoyados por una capa en el pie del filtro. El propósito doble de este medio es soportar altamente la biomasa activa que se une a él y a los sólidos suspendidos del filtro. La reducción del carbón y la conversión del amoníaco ocurre en medio aerobio y una vez alcanzado en un solo reactor mientras la conversión del nitrato ocurre en una manera anóxica. BAF es también operado en flujo alto o flujo bajo dependiendo del diseño especificado por el fabricante.

1.4.6. REACTORES BIOLÓGICOS DE MEMBRANA

MBR es un sistema con una barrera de membrana semipermeable o en conjunto con un proceso de fangos. Esta tecnología garantiza la remoción de todos los contaminantes suspendidos y algunos disueltos. La limitación de los sistemas MBR es directamente proporcional a la eficaz reducción de nutrientes del proceso de fangos activos. El coste de construcción y operación de MBR es usualmente más alto que el de un tratamiento de aguas residuales convencional de esta clase de filtros.

1.4.7. SEDIMENTACIÓN SECUNDARIA

El paso final de la etapa secundaria del tratamiento es retirar los flóculos biológicos del material filtrante, y producir agua tratada con bajos niveles de materia orgánica y materia suspendida. En una planta de tratamiento rural, esto se realiza en el tanque de sedimentación secundaria.

1.5. TRATAMIENTO TERCIARIO

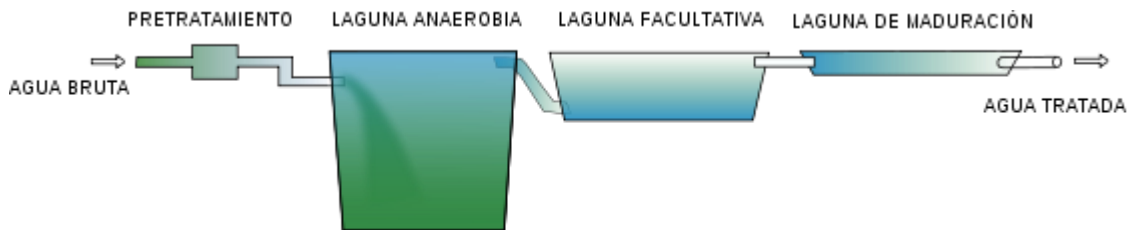
El tratamiento terciario proporciona una etapa final para aumentar la calidad del efluente o acondicionar las aguas al estándar requerido antes de que éste sea descargado al ambiente receptor (mar, río, lago, cultivos, etc.) Más de un proceso terciario del tratamiento puede ser usado en una planta de tratamiento. Si la desinfección se practica siempre en el proceso final, es siempre llamada pulir el efluente.

1.5.1. FILTRACIÓN

La filtración de arena remueve gran parte de los residuos de materia suspendida. El carbón activado sobrante de la filtración remueve las toxinas residuales.

1.5.2. LAGUNAJE

Figura 1 – 8 Esquema de una depuradora por lagunaje.



El tratamiento de lagunas de oxidación proporciona el establecimiento necesario y fomenta la mejora biológica de almacenaje en charcos o lagunas artificiales. Se trata de una imitación de los procesos de autodepuración que sucede en un río o un lago al agua residual de forma natural. Estas lagunas son altamente aerobias y la colonización por algas, se dan a menudo.

El sistema de lagunaje tiene bajos costos de inversión y operación, es fácil de mantener pero presenta los inconvenientes de necesitar gran cantidad de espacio y de ser poco capaz para depurar las aguas de grandes núcleos poblacionales.

1.5.3. HUMEDALES ARTIFICIALES

Las tierras húmedas tanto naturales como construidas suelen tener también camas de junco, totora y un rango similar de metodologías similares que proporcionan un alto grado de mejora biológica aerobia y pueden ser utilizados a menudo en lugar del tratamiento secundario para las comunidades pequeñas, también como un medio la fitoremediación.

Un ejemplo es una pequeña cama de cañas (o camas de lámina) utilizada para limpiar el drenaje del lugar de los elefantes en el parque zoológico de Chester en Inglaterra.

Figura 1 - 9 Humedal Artificial



Fuente: www.aguamarket.com

1.5.4. REMOCIÓN DE NUTRIENTES

Las aguas residuales poseen nutrientes, pueden también contener altos niveles de nitrógeno y fósforo que en ciertas formas pueden ser tóxicos para peces e invertebrados en concentraciones muy bajas (por ejemplo amoníaco) o eso puede crear condiciones insanas en el ambiente de recepción (por ejemplo: mala hierba o crecimiento de algas). Las malas hierbas y las algas pueden parecer ser una edición estética, sin embargo algunas algas pueden producir las toxinas, y su muerte y consumo por las bacterias pueden agotar el oxígeno en el agua y asfixiar los peces y otra forma de vida acuática. Cuando se recibe una descarga de los ríos a los lagos o a los mares bajos, los nutrientes agregados pueden causar pérdidas entrópicas severas perdiendo muchos peces sensibles a la contaminación en el agua. La retirada del

nitrógeno o del fósforo de las aguas residuales se puede alcanzar mediante la precipitación química o biológica.

La remoción del nitrógeno se efectúa con la oxidación biológica del nitrógeno del amoníaco a nitrato (nitrificación que implica nitrificar bacterias tales como Nitrobacter y Nitrosomonus), y entonces mediante la reducción, el nitrato es convertido al gas nitrógeno (desnitrificación), que se lanza a la atmósfera. Estas conversiones requieren condiciones cuidadosamente controladas para permitir la formación adecuada de comunidades biológicas. Los filtros de arena, las lagunas y las camas de lámina se pueden utilizar para reducir el nitrógeno. Algunas veces, la conversión del amoníaco tóxico al nitrato solamente se refiere como tratamiento terciario.

La retirada del fósforo se puede efectuar biológicamente en un proceso llamado retiro biológico realizado del fósforo. En este proceso específicamente bacteriano, llamado Polyphosphate que acumula organismos, se enriquecen y acumulan selectivamente grandes cantidades de fósforo dentro de sus células. Cuando la biomasa enriquecida en estas bacterias se separa del agua tratada, los biosólidos bacterianos tienen un alto valor del fertilizante. La retirada del fósforo se puede alcanzar también, generalmente por la precipitación química con las sales del hierro (por ejemplo: cloruro férrico) o del aluminio (por ejemplo: alumbre). El fango químico que resulta, sin embargo, es difícil de operar, y el uso de productos químicos en el proceso del tratamiento es costoso. Aunque esto hace la operación difícil y a menudo sucia, la eliminación química del fósforo requiere una huella significativamente más pequeña del equipo que la de retiro biológico y es más fácil de operar.

1.5.5. DESINFECCIÓN

El propósito de la desinfección en el tratamiento de las aguas residuales es reducir substancialmente el número de organismos vivos en el agua que se descargará nuevamente dentro del ambiente. La efectividad de la desinfección depende de la

calidad del agua que es tratada de su turbiedad, pH, y otros parámetros del tipo de desinfección que es utilizada, de la dosis de desinfectante (concentración y tiempo), y de otras variables ambientales. El agua turbia será tratada con menor éxito puesto que la materia sólida puede blindar organismos, especialmente de la acción de la luz ultravioleta o si los tiempos del contacto son bajos. Generalmente, tiempos de contacto cortos, dosis bajas y altos flujos influyen en contra de una desinfección eficaz. Los métodos comunes de desinfección incluyen el ozono, la clorina, o la luz UV. La Cloramina, que se utiliza para el agua potable, no se utiliza en el tratamiento de aguas residuales debido a su persistencia.

La desinfección con cloro sigue siendo la forma más común de desinfección de las aguas residuales en Norteamérica debido a su bajo historial de costo y del largo plazo de la eficacia. Una desventaja es que la desinfección con cloro del material orgánico residual puede generar compuestos orgánicamente clorados que pueden ser carcinógenos o dañinos al ambiente. La clorina o las "cloraminas" residuales pueden también ser capaces de tratar el material con cloro orgánico en el ambiente acuático natural. Además, porque la clorina residual es tóxica para especies acuáticas, el efluente tratado debe ser químicamente desclorinado, agregándose complejidad y costo del tratamiento.

La luz ultravioleta (UV) se está convirtiendo en el medio más común de la desinfección en el Reino Unido debido a las preocupaciones por los impactos de la clorina en el tratamiento de aguas residuales y en la clorinación orgánica en aguas receptoras. La radiación UV se utiliza para dañar la estructura genética de las bacterias, virus, y otros patógenos, haciéndolos incapaces de la reproducción. Las desventajas dominantes de la desinfección UV son la necesidad del mantenimiento y del reemplazo frecuentes de la lámpara y la necesidad de un efluente altamente tratado para asegurarse de que los microorganismos objetivo no están blindados de la radiación UV (es decir, cualquier sólido presente en el efluente tratado puede proteger microorganismos contra la luz UV).

Otro método de desinfección de las aguas residuales domésticas es con ozono O_3 , generado pasando el O_2 del oxígeno con un potencial de alto voltaje resultando un tercer átomo de oxígeno y que forma O_3 . El ozono es muy inestable y reactivo y oxida la mayoría del material orgánico con que entra en contacto, de tal manera que destruye muchos microorganismos causantes de enfermedades. El ozono se considera ser más seguro que la clorina porque, mientras que la clorina tiene que ser almacenada en el sitio (altamente venenoso en caso de un lanzamiento accidental), el ozono es colocado según lo necesitado. La ozonización de las aguas residuales también produce pocos subproductos de la desinfección menos que la desinfección con cloro. Una desventaja de la desinfección del ozono es el alto costo del equipo de la generación del ozono, y que la cualificación de los operadores debe ser elevada. [Wikipedia (2011). *Tratamiento de Aguas Residuales*].

CAPÍTULO II

PROBLEMÁTICA Y ANTECEDENTES DEL

ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO

2.1. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

Las aguas residuales domésticas e industriales en muchos países son un problema ambiental puesto que contaminan de una manera irracional los ecosistemas en donde son vertidas, lagos, lagunas, ríos, manglares, costas, entre otros; los principales afectados son los animales y plantas que habitan en estos ecosistemas; los humanos también resultamos seriamente afectados ya que muchos de estos lugares son una fuente de agua dulce o simplemente por estar ubicados cerca de poblaciones resultan una fuente de infección y contaminación para los habitantes aledaños, además de estar destruyendo nuestro patrimonio natural.

Los contaminantes de las aguas servidas municipales, o aguas servidas domésticas, son los sólidos suspendidos y disueltos que consisten en: materias orgánicas e inorgánicas, nutrientes, aceites y grasas, sustancias tóxicas, y microorganismos patógenos. Los desechos humanos sin un tratamiento apropiado, eliminados en su punto de origen o recolectados y transportados, presentan un peligro de infección parasitaria por el contacto directo con la materia fecal; hepatitis y varias enfermedades gastrointestinales, incluyendo el cólera y tifoidea mediante la contaminación de la fuente de agua y la comida.

Cuando las aguas servidas son recolectadas pero no tratadas correctamente antes de su eliminación o reutilización, existen los mismos peligros para la salud pública en las proximidades del punto de descarga. Si dicha descarga es en aguas receptoras, se presentarán peligrosos efectos adicionales p.ej. el hábitat para la vida acuática es afectada por la acumulación de los sólidos; el oxígeno es disminuido por la descomposición de la materia orgánica; los organismos acuáticos pueden ser perjudicados aún más por las sustancias tóxicas, que pueden extenderse hasta los organismos superiores por la bio-acumulación en las cadenas alimenticias. Si la descarga entra en aguas confinadas, como un lago, su contenido de nutrientes puede ocasionar la eutrofización, con molesta vegetación que puede afectar a las pesquerías y áreas recreativas. Los desechos sólidos generados en el tratamiento de las aguas

servidas (grava, cerniduras, y fangos primarios y secundarios) pueden contaminar el suelo y las aguas si no son manejados correctamente.

El sistema de tratamiento de aguas residuales domiciliarias del Valle de La Concepción es un sistema incompleto ya que solo cuenta con las primeras etapas (pre-tratamiento y primera etapa); a pesar de eso, la etapa de pre-tratamiento también se encuentra incompleta ya que solo cuenta con una rejilla para separación de sólidos

También debemos decir que no se ve algún tipo de mantenimiento adecuado para la remoción de sólidos de los diferentes procesos, convirtiéndose los mismos en un foco de contaminación ambiental y riesgos para la salud de las personas que viven alrededor del sistema de tratamiento de aguas residuales, por la proliferación de vectores y la alta cantidad de microorganismos patógenos presentes en dichos sólidos.

Otro punto que debemos considerar es que el actual sistema de tratamiento de aguas residuales del Valle de la Concepción, presenta bastante deterioro debido a la falta de mantenimiento por parte de las autoridades competentes, repercutiendo en la eficiencia del tratamiento de las aguas residuales y si a esto le sumamos el inadecuado dimensionamiento, tenemos un serio problema de contaminación ambiental en la zona.

Figura 2-1 Esquema de Árbol de problemas

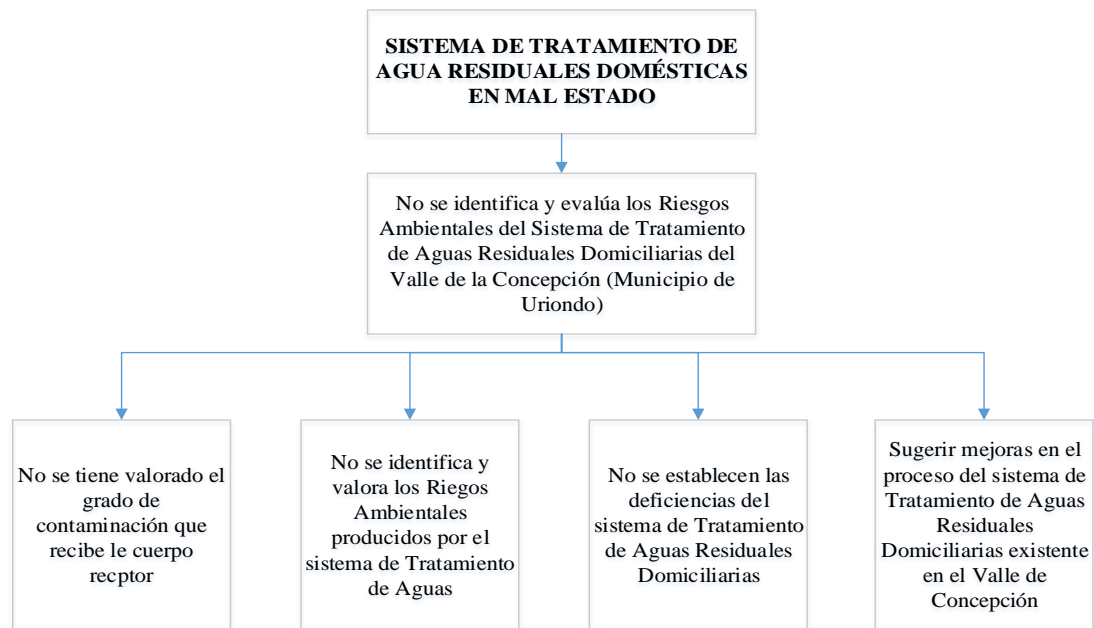


Figura 2-2 Rejilla de separación de sólidos



El área donde se encuentra este sistema de tratamiento de aguas está cerrado con malla olímpica impidiendo el acceso a personas y animales.

El punto de descarga del agua residual se encuentra a 200 metros (quebrada Quinquinal) de los predios del sistema de tratamiento de agua residual, pero no desemboca al río Camacho; el agua residual escurre un kilómetro para recién descargar en el río Camacho.

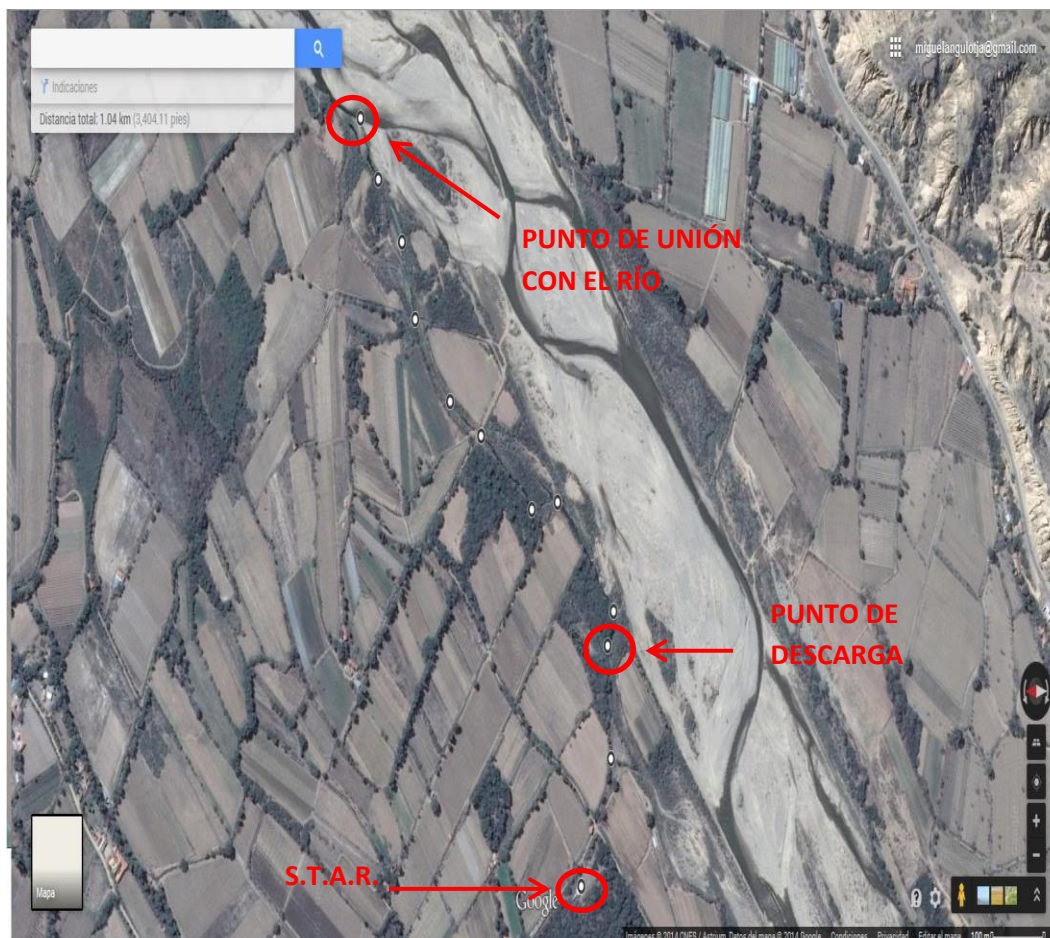
Figura 2-3 Tanque sedimentador



Figura 2-4 Filtro de cascajo



Figura 2-5 Distancia entre STAR y el cuerpo receptor



2.2. LOCALIZACIÓN

El sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas del Valle de la Concepción se encuentra en la zona de Pampa La Villa que pertenece al distrito 7 del Municipio de Uriondo.

Los beneficiarios del sistema de alcantarillado son pobladores del Valle de La Concepción; población que se encuentra ubicada geográficamente entre los 21° 13' y 22° 05' de latitud Sud y los 64° 25' y 65° 05' de longitud oeste, en el Municipio de Uriondo de la provincia Avilés del departamento de Tarija.

El Valle de Concepción, se encuentra a 25 km. de la ciudad de Tarija. Esta región se caracteriza por su abundante vegetación, que se constituye en una de las principales

zonas vitivinícolas de Bolivia, aparte de ser un lugar turístico a nivel nacional e internacional.

La Provincia Avilés se encuentra ubicada al Noroeste del departamento de Tarija, conformando los Municipios de Uriondo y Yunchará.

Figura 2-6 Ubicación del STAR



2.3. AGUAS RESIDUALES A TRATAR

Las aguas residuales a tratar son las aguas residuales domiciliarias provenientes del Valle de La Concepción, que presentan las siguientes características:

Tabla II-1 Caracterización del Agua Residual

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO
TEMPERATURA	° C	10,3
pH		7,3
DQO	mg/l	1010
DBO5	mg/l	347
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	4,60E+07
COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	2,40E+07

FUENTE: Análisis de COSAALT

2.4.1. USO DEL SUELO

La principal actividad económica de los pobladores del Municipio de Uriondo es la agricultura, que es el pilar de la actividad económica de la población, (sin dejar de lado la ganadería) entre los que podemos nombrar los cultivos de papa, maíz, cebolla, arveja, etc. pero principalmente el cultivo de la vid que les reditúa buenas ganancias cuyo producto además de ser para consumo de mesa, y para su comercialización, una parte se destina para la elaboración de vino y singani y la cría de ganado vacuno, porcino, caprino.

Siendo la agricultura la actividad principal que desarrolla alrededor de 6.000 has. De tierra cultivable – frontera que está siendo ampliada por la implementación del riego.

Debemos dejar de señalar que a esta producción le persiguen una serie de enfermedades y plagas por lo que se debe hacer uso de fertilizantes e insecticidas.

El destino de la producción agrícola para su comercialización es el mercado de la ciudad de Tarija, en un porcentaje elevado y el saldo es para su auto consumo.

Los productos del suelo son trasladados a los mercados de la ciudad de Tarija, donde se fijan los precios de los cultivos; sin embargo, en los últimos tiempos se está llevando la producción al resto del país principalmente a Santa cruz.

Tabla II-2 Uso del suelo

Uso comunal del suelo	Superficie (en Has.)
Pastoreo	2245
Cultivable	355
Cultivable bajo riego	65
Cultivable sin riego	290
Forestal	1.000
Superficie total aproximada	3815

Fuente: PDM Uriondo 2007 – 2011.

2.4.2. CLIMA

El clima en el Valle de la Concepción varía por ser semiárido fresco, con una temperatura media anual de 17.5 °C que varía de temperaturas medias anuales entre (16 - 20°C) y precipitaciones más abundantes (600 mm anuales).

2.4.3. PRECIPITACIONES PLUVIALES

Las lluvias mayormente son de origen orográfico siendo principalmente por la condensación de las masas húmedas provenientes del sur este, esto presenta precipitaciones altas en la zona montañosa, aspectos que se puede observa en los mapas.

El periodo de lluvias está comprendido entre los meses de octubre a marzo, este periodo es considerado de mucha importancia porque coincide con la época de siembra por que las familias aprovechan para dedicarse a la siembra.

Las precipitaciones mínimas son entre abril a julio

Dando un promedio de 600 mm anuales

2.4.4. VEGETACIÓN

La vegetación con que cuenta esta zona refleja características particulares de topografía y climáticas de la región, cabe destacar que la vegetación es muy tupida al tratarse de una zona que está muy cerca del río Camacho, en la cual predominan los arbustos y sauces a orillas del mismo.

Tabla II-3 Vegetación de la Zona

TIPO DE VEGETACIÓN PREDOMINANTE	PRINCIPALES PLANTAS SILVESTRES
<ul style="list-style-type: none"> ▫ Molle ▫ Algarrobo ▫ Tusca ▫ Eucalipto ▫ Sauce 	<ul style="list-style-type: none"> ▫ Churqui ▫ Keuña ▫ Tola ▫ Aliso ▫ Tusca ▫ Taco

Fuente: PDM Uriondo 2007 – 2011.

2.4.5. FAUNA

En la región se encuentra una gran variedad de animales silvestres como: liebres, viscachas, palomas, huaycos, conejos, etc.

Cada una de estas especies se encuentra dependiendo de la zona más húmeda, poca humedad y mayor vegetación.

También debemos nombrar a los animales de granja como gallinas, vacas y caballos que son criados en la zona por las personas que colindan con el sistema de tratamiento de aguas residuales, siendo estos, al igual que las personas vecinas, los más afectados por la contaminación.

Tabla II-4 Fauna de la Zona

PRINCIPALES ANIMALES SILVESTRES	PRINCIPALES ANIMALES DE GRANJA
<ul style="list-style-type: none"> ▫ Viscacha ▫ Zorro ▫ Cóndor ▫ Chancho de monte ▫ Urina ▫ Perdiz ▫ Paloma 	<ul style="list-style-type: none"> ▫ Vaca ▫ Caballo ▫ Gallina ▫ Chancho ▫ Oveja

Fuente: PDM Uriondo 2007 – 2011.

2.5. MEDIO RECEPTOR DE LAS AGUAS RESIDUALES

Sub Cuenca del Río Camacho cuyas aguas nacen también en la cordillera de Sama (Rejará), siendo el río más importante el Río Camacho, que pasa por las poblaciones de Camacho, Chaguaya, Chocloca y El Valle de Concepción e irriga importantes áreas agrícolas de las provincias Arce y Avilés. Los datos más importantes de la sub cuenca son:

Tabla II-7 Características del Medio Receptor

Superficie	950 Km ²	Poblaciones Importantes	Chaguaya, Chocloca y V. de Concepción
Altura	1.675 a 4.598 msnm	Municipios	Padcaya y Uriondo
Precipitación	694,44 mm/año	Actividad Económica	Agrícola y pecuaria

Fuente: PDM Uriondo 2007 – 2011.

Tabla II-6 Caudal del Río Camacho

MES	CAUDAL (m ³ /s)
Enero	15,60
Febrero	14,49
Marzo	14,74
Abril	11,40
Mayo	3,58
Junio	1,98
Julio	1,38
Agosto	1,25
Septiembre	0,83
Octubre	0,81
Noviembre	2,32
Diciembre	3,14

Fuente: Datos del SENHAMI

2.6. SITIOS DE VALOR HISTÓRICO CULTURAL

El Valle de La Concepción fue bautizado por los españoles con el nombre de Valle de Nuestra Señora de la Concepción, luego de la fundación de la Villa de San Bernardo de la Frontera de Tarixa, el 4 de julio de 1574, por el sevillano Capitán Luis de Fuentes y Vargas (1530-1598).

Revela un significativo potencial turístico con un ramillete de atractivos turísticos naturales y culturales. En Concepción, La Compañía, Chocloca y Juntas, cuenta con

el valioso legado cultural histórico de los jesuitas (1572 - 1776), franciscanos y de los heroicos patriotas de la Guerra de Guerrillas (1810-1825), Guerra del Pacífico (1879-1880), Guerra del Acre (1900) y Guerra del Chaco (1932-1935). .

Mediante Ley de la República N° 2080 de 19 de abril del año 2000, promulgada en el Gobierno del General Hugo Banzer Suárez, la recuperación, preservación y conservación del Patrimonio Histórico Religioso y Cultural del MUNICIPIO DE URIONDO del departamento de Tarija, ha sido declarada de Necesidad y Utilidad Regional y Nacional.

Esta Ley dispone como parte fundamental del patrimonio de Tarija y de Bolivia, la creación de las casas históricas de los hermanos Uriondo, José María Avilés y Delfín Pino Ichazo; el Museo Costumbrista en el valle de la Purísima Concepción y la Casa o Monumento Nacional Presidente Aniceto Arce de Charaja. Igualmente, la creación del calendario Histórico-Religioso -Cultural, que formará parte del calendario nacional.

2.6.1. MEMORIA HISTÓRICA. ÉPOCA PREHISPANICA

Antes de la colonización española los parajes de Concepción, Chocloca y Guairivana (hoy Huayrihuana), estuvieron habitados por los indios churumatas, conforme nos ilustra el padre Alejandro M. Corrado (1830-1890) en su libro El Colegio Francisco de Tarija y sus Misiones (1880). Estos indios churumatas, según el padre jesuita Pedro Lozano en su Descripción Chorographica del Gran Chaco Gualamba (1733) los ocupaban los emperadores ingas en las minas y conquista de la cordillera. Para Olga Demitropulos, (1991) los churumatas eran originarios de Ledesma, provincia de Jujuy-Argentina y según Mario Barragán Vargas (2006) fueron del valle de Tarija.

2.6.2. EPOCA COLONIAL

La vieja población de Nuestra Señora de la Concepción proviene de la colonia y sus primeros asentamientos españoles son quizá coetáneos a la fundación de la ciudad de Tarija el 4 de julio de 1574.

La zona de la Compañía, que comprendía la parte más productiva y pintoresca del valle de la Concepción, fue de propiedad de Luís de Fuentes y Vargas (1530 -1598).

2.6.3. DATOS HISTÓRICOS DE CONCEPCIÓN

En Padcaya, el 1886, el Dr. Domingo Paz Arce (1855-1910), Prefecto de Tarija, contribuyó con un aporte económico personal a la construcción de un camino de herradura a Concepción y Tarija, obra que la hizo realidad el 1888 desde la Presidencia del H. Concejo Municipal de Tarija.

Según el Dr. Luis Paz Arce (1854-1928) en el año 1887 el Distrito Municipal de Concepción, tenía 2 escuelas públicas, la Escuela Bolívar de Varones con 56 alumnos y la Escuela del Carmen de Niñas con 34 alumnas.

2.7. CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN Y SUS ACTIVIDADES

El productivo, apacible y embriagador Valle de Concepción, con su agradable clima benigno, es tierra de sol, de viñedos, de la uva y del buen vino. Desde la Colonia sus moradores se entregaron, esencialmente, a cultivar la vid.

Las personas que viven en el Valle de la Concepción siempre se caracterizaron de tener una calidez y simpatía única y eso es reflejado en la afluencia de turistas que llegan a esta población.

Es importante resaltar que el Valle de la Concepción es un lugar de referencia nacional en la elaboración de vinos artesanales, con bodegas familiares de más de 400 años de historia y recorrido.

Las principales festividades que se llevan a cabo las citamos a continuación:

- Festividad de la Vendimia
- Fiesta de La Pascua
- Fiesta de La Cruz
- Fiesta de San Santiago

2.8. ÁREAS DE RIESGO

Las principales áreas de riesgo son los cultivos que se encuentran alrededor del Sistema de Tratamiento de Agua Residual del Valle de La Concepción, aproximadamente un kilómetro desde el mismo hasta el punto de unión con el Río Camacho, tal como se puede ver en la imagen de abajo.

Imagen 2-8 Áreas de riesgo



CAPÍTULO III
METODOLOGÍA DE LA IDENTIFICACIÓN,
ANÁLISIS Y VALORACIÓN DE LOS
IMPACTOS

3.1 METODOLOGÍAS DE IDENTIFICACIÓN DE ASPECTOS AMBIENTALES

Existen varias metodologías para Identificar los Aspectos y Evaluar los Impactos en el medio ambiente, todo según el grado de información que se requiera como, por ejemplo para identificar los Aspectos Ambientales como:

- Método de la cadena de valor (proceso principal)
- Método de identificación de materiales
- Método de cumplimiento de regulaciones
- Método de flujo del proceso (todos los procesos)

3.1.1. MÉTODO DE LA CADENA DE VALOR

Está enfocado a identificar los aspectos ambientales asociados a la cadena generador de valor de la organización (Procesos Principales).

Abarca desde los Aspectos Ambientales relacionados a los proveedores hasta la disposición del producto.

Considera los balances de masa y energía.

3.1.2. MÉTODO DE IDENTIFICACIÓN DE MATERIALES

Involucra los Aspectos Ambientales con todos los materiales usados en la producción

Considera preponderadamente el uso de sustancias químicas y peligrosas.

Obvia otros aspectos como son agua y energía.

3.1.3. MÉTODO DE CUMPLIMIENTO DE REGULACIONES

Enfoca los Aspectos Ambientales relacionados con las sustancias reguladas por instituciones del Estado.

Aspectos no regulados no son identificados.

3.1.4. MÉTODO DEL FLUJO DE PROCESO

Este proceso se caracteriza porque divide la organización del proceso en partes manejables, bien delimitadas, interrelacionadas. Cada proceso y sus actividades tiene su propio diagrama de flujo. Examina cada proceso y actividad individualmente e identifica los Aspectos Ambientales. (*Ibnoorca 2013 Curso de especialista en Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001; 2004*)

Para realizar la evaluación de los riesgos ambientales se eligió el Método de Flujo de Proceso ya que es el que mejor se acomoda para la identificación de Aspectos Ambientales. Al ser un método que evalúa los procesos por separado, permite realizar una identificación de Aspectos ambientales acorde a las actividades que se realizan en el proceso y así poder evaluar los impactos de manera minuciosa y simple. (*Ibnoorca 2013 Curso de especialista en Sistema de Gestión Ambiental ISO 14001; 2004*)

3.2. EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

Una vez que se tienen identificados los Aspectos Ambientales, estos deben ser evaluados para determinar la magnitud del impacto y poder cuantificar los riesgos.

Los aspectos que se consideraron como se los describe en la siguiente tabla

Tabla III-1 Aspectos Ambientales

ASPECTOS AMBIENTALES
Emisión de calor
Riesgo de derrames
Consumo de agua
Consumo de energía
Generación de residuos sólidos
Generación de residuos líquidos
Emisión de gases contaminantes

Fuente: Elaboración Propia

Los impactos ambientales que pueden ser identificados para el presente, se describen en la siguiente tabla.

Tabla III-2 Impactos Ambientales

IMPACTOS AMBIENTALES
Contaminación del suelo
Contaminación del agua
Agotamiento de recursos naturales
Contaminación del aire
Daño a los seres vivos (agua, aire y suelo)

Fuente: Elaboración Propia

3.2.1. CRITERIOS Y PONDERACIÓN DE IMPACTOS

A continuación se indica los parámetros que determinan la importancia de los aspectos ambientales. Se puede ver la escala de criterios en el Anexo 4

3.2.1.1. GRAVEDAD (G)

Se refiere a la magnitud de las consecuencias de impacto y su extensión.

Toma los valores de:

Tabla III-3 Criterios de Gravedad

VALOR	REFERENCIA
5	Implica riesgo de muerte para las persona y animales
4	Implica riesgo o daño considerable para el medio ambiente
3	Implica riesgo o daño menor para el medio ambiente
2	Implica riesgo o daño para bienes propios
1	Solo implica alteración temporal

Fuente: Elaboración Propia

3.2.1.2. FRECUENCIA (F)

Se refiere a la regularidad con la que se manifiesta el aspecto, es la probabilidad de que ocurra.

Toma los valores de:

Tabla III-4 Criterios de frecuencia

VALOR	REFERENCIA
1	Discontinuo o de baja frecuencia: menos de una vez al año. Probabilidad remota que el evento ocurra
2	Frecuencia media: una vez al mes. Probabilidad media que el evento ocurra.
3	Alta frecuencia (una vez a la semana) o continuo. Muy alta probabilidad de ocurrencia del evento

Fuente Elaboración Propia

3.2.1.3. LEGISLACIÓN APLICABLE (LA)

Se refiere a si existen Leyes, Decretos u Ordenanzas que regulen y que apliquen

Toma los valores de:

Tabla III-5 Criterios de Legislación Aplicable

VALOR	REFERENCIA
0	Si no existe legislación o no aplica el tema
5	Si existe legislación referida al aspecto ambiental en cuestión

Fuente Elaboración Propia

3.2.1.4. REVERSIBILIDAD – REMEDIACIÓN (RE)

Se refiere a las posibilidades técnicas, económicas y temporales de revertir o remediar el efecto.

Toma los valores de:

Tabla III-6 Criterios de Reversibilidad - Remediación

VALOR	REFERENCIA
5	Efecto irreversible o sin posibilidades técnicas locales de remediación.
4	Efecto difícilmente reversible – costo de remediación alto o desconocido.
3	Efecto reversible – costo de remediación alto.
2	Efecto reversible – costo de remediación bajo.
1	Efecto fácilmente reversible – costo de remediación bajo.

Fuente Elaboración Propia

3.2.1.5. COMUNIDAD (CO)

Se refiere a la repercusión y efecto sobre los vecinos, comunidad y autoridades locales.

Tabla III-7 Criterios de Comunidad

VALOR	REFERENCIA
1	Repercusión baja o individual.
3	Repercusión media no masiva – improbable acciones judiciales o intervención de organismos oficiales.
5	Repercusión alta o masiva – probables acciones judiciales e intervención de organismos oficiales.

Fuente Elaboración Propia

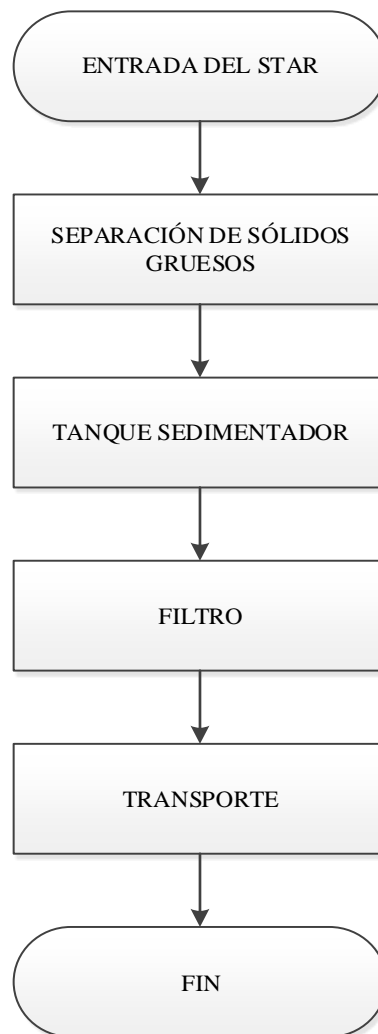
Para establecer el orden de prioridades de las medidas de mitigación se dará prioridad a los riesgos que tengan mayor puntaje hasta los que tengan menos puntaje.

$$\mathbf{RIESGO\ AMBIENTAL = G + F + LA + RE + CO} \quad (3-1)$$

3.3. IDENTIFICACIÓN DEL IMPACTO

Primeramente es necesario establecer un esquema de procesos para saber qué tipo de actividades se lleva a cabo y así poder realizar una identificación más detallada de Aspectos Ambientales y una Evaluación de Impactos más precisa.

Figura 3-1 Esquema General del STAR



Para llevar a cabo una mejor identificación se puede desglosar los procesos y evaluarlos de manera independiente realizando el balance de masa para cada uno.

Figura 3-2 Proceso de separación de sólidos gruesos

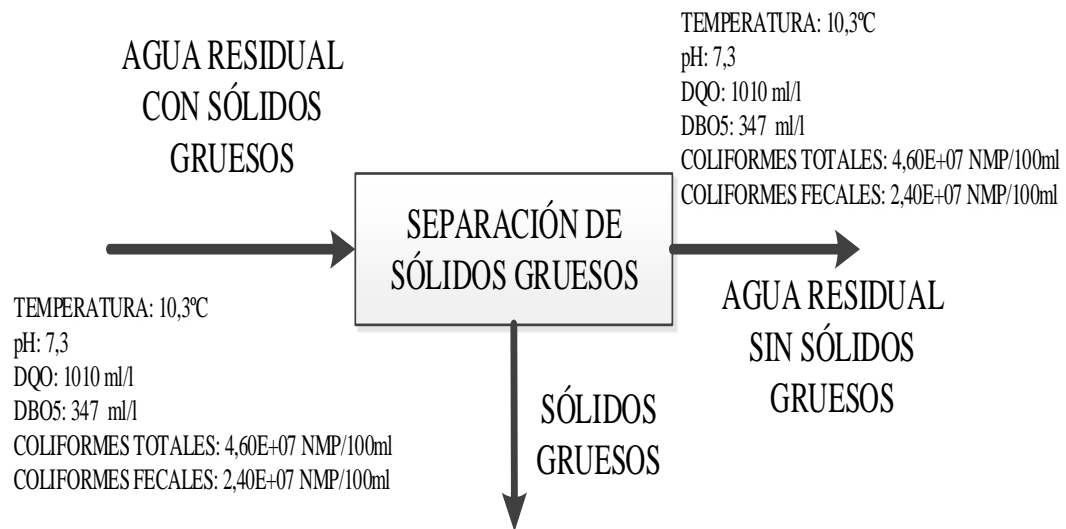


Figura 3-3 Proceso del Tanque Sedimentador

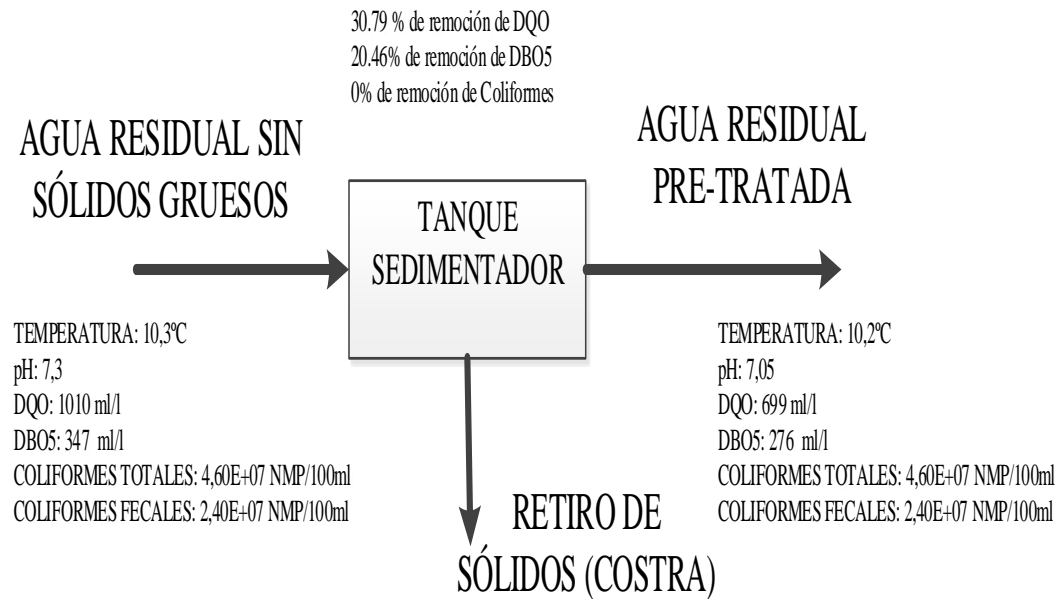


Figura 3-4 Proceso del Filtro de Cascajo

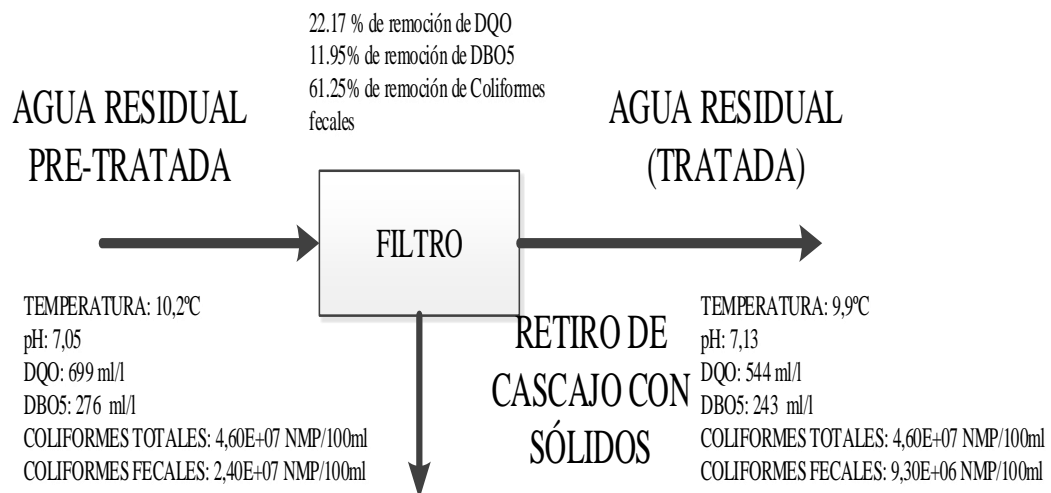


Tabla III-8 Identificación de actividades por procesos

Nº	PROCESO	ACTIVIDAD
1	Separación de Sólidos Gruesos	Taponamiento de rejilla
2	Separación de Sólidos Gruesos	Ingreso de agua residual (olores)
3	Separación de Sólidos Gruesos	Retiro de Sólidos gruesos
4	Tanque Sedimentador	Sedimentación de Agua Residual
5	Tanque Sedimentador	Fisuras del tanque
6	Tanque Sedimentador	Retiro de costra de sedimentador
7	Tanque Sedimentador	Salida de agua residual pre-tratada
8	Filtro	Filtración del agua (olores)
9	Filtro	Filtración del agua (rebalse)
10	Filtro	Retiro de cascajo con lodo
11	Transporte de agua residual desde el punto de descarga hasta el río Camacho	Transporte de Agua Residual

Fuente Elaboración Propia

Una vez identificadas estas actividades se procede a identificar qué aspectos ambientales están ligados a ellas y evaluamos los impactos.

Tabla III-9 Identificación de Aspectos Ambientales

Nº	ASPECTO	ACTIVIDAD
1	Riesgo de derrames	Taponamiento de rejilla
2	Emisión de gases contaminantes	Ingreso de agua residual (olores)
3	Generación de residuos sólidos	Retiro de sólidos gruesos
4	Emisión de gases contaminantes	Sedimentación de Agua Residual
5	Riesgo de derrames	Fisuras del tanque
6	Generación de residuos sólidos	Retiro de costra de sedimentador
7	Riesgo de derrames	Salida de agua residual pre-tratada
8	Emisión de gases contaminantes	Filtración del agua (olores)
9	Riesgo de derrames	Filtración del agua (rebalse)
10	Generación de residuos sólidos	Retiro de cascajo con lodo

11	Generación de residuos líquidos	Transporte de Agua Residual
12	Riesgo de derrames	Transporte de Agua Residual
13	Generación de residuos líquidos	Transporte de Agua Residual
14	Emisión de gases contaminantes	Transporte de Agua Residual

Fuente Elaboración propia

Tabla III-10 identificación de Impactos

Nº	ASPECTO	IMPACTO
1	Riesgo de derrames	Contaminación del suelo
2	Emisión de gases contaminantes	Contaminación del aire
3	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo
4	Emisión de gases contaminantes	Contaminación del aire
5	Riesgo de derrames	Contaminación del suelo
6	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo
7	Riesgo de derrames	Contaminación del suelo
8	Emisión de gases contaminantes	Contaminación del aire
9	Riesgo de derrames	Contaminación del suelo
10	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo
11	Generación de residuos líquidos	Contaminación del suelo
12	Riesgo de derrames	Contaminación del agua
13	Generación de residuos líquidos	Daño a los seres vivos
14	Emisión de gases contaminantes	Contaminación del aire

Fuente Elaboración propia

Seguidamente comenzamos con la ponderación de la evaluación de Impactos ambientales.

Tabla III-11 Ponderación de los Impactos

Nº	PROCESO	ASPECTO	IMPACTO	ACTIVIDAD	GRAVEDAD	FRECUENCIA	LEGISLACIÓN APLICABLE	REVERSIBILIDAD	COMUNIDAD	VALOR DE RIESGO
1	Separación de Sólidos Gruesos	Riesgo de derrames	Contaminación del suelo	Taponamiento de rejilla	3	2	5	3	5	18
2	Separación de Sólidos Gruesos	Emisión de gases contaminantes	Contaminación del aire	Ingreso de agua residual (olores)	2	3	5	3	3	16
3	Separación de Sólidos Gruesos	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	Retiro de Sólidos gruesos	4	2	5	3	5	19
4	Tanque Sedimentador	Emisión de gases contaminantes	Contaminación del aire	Sedimentación de Agua Residual	2	3	5	3	3	16
5	Tanque Sedimentador	Riesgo de derrames	Contaminación del suelo	Fisuras del tanque	4	1	5	2	5	17
6	Tanque Sedimentador	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	Retiro de costra de sedimentador	4	2	5	2	5	18
7	Tanque Sedimentador	Riesgo de derrames	Contaminación del suelo	Salida de agua residual pre-tratada	3	1	5	3	3	15
8	Filtro	Emisión de gases contaminantes	Contaminación del aire	Filtración del agua (olores)	2	3	5	3	3	16
9	Filtro	Riesgo de derrames	Contaminación del suelo	Filtración del agua (rebalse)	3	1	5	2	3	14
10	Filtro	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	Retiro de cascajo con lodo	3	2	5	2	3	15
11	Transporte de agua residual desde el punto de descarga hasta el río Camacho	Generación de residuos líquidos	Contaminación del suelo	Transporte de Agua Residual	4	3	5	4	3	19
12	Transporte de agua residual desde el punto de descarga hasta el río Camacho	Riesgo de derrames	Contaminación del agua	Transporte de Agua Residual	4	3	5	4	3	19

Nº	PROCESO	ASPECTO	IMPACTO	ACTIVIDAD	GRAVEDAD	FRECUENCIA	LEGISLACIÓN APLICABLE	REVERSIBILIDAD	COMUNIDAD	VALOR DE RIESGO
13	Transporte de agua residual desde el punto de descarga hasta el río Camacho	Generación de residuos líquidos	Daño a los seres vivos	Transporte de Agua Residual	5	3	5	4	5	22
14	Transporte de agua residual desde el punto de descarga hasta el río Camacho	Emisión de gases contaminantes	Contaminación del aire	Transporte de Agua Residual	2	3	5	3	3	16

Fuente elaboración propia.

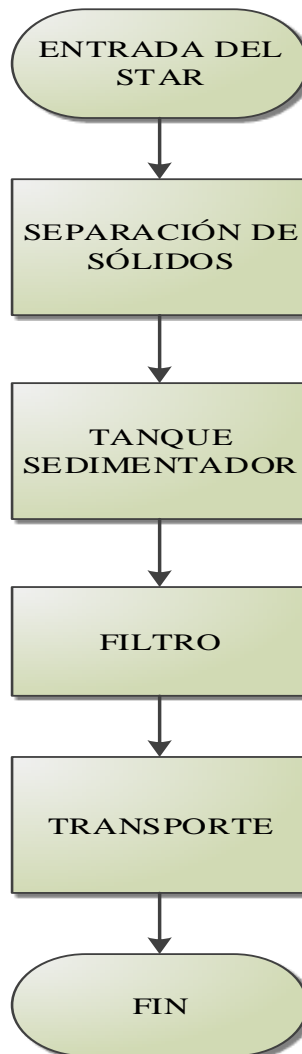
NOTA: En la matriz de impactos, se aclara que el tesista sugiere los criterios de ponderación.

3.4. ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN AMBIENTAL

Para el presente Proyecto de Grado se elaboraron unas fichas de descripción para tener un mejor análisis de la situación ambiental del sector.

Las fichas son elaboradas para cada proceso, en las cuales se evalúa los aspectos ambientales significativos, la ubicación exacta en coordenadas geográficas con imágenes satelitales, imágenes del proceso, descripción de los aspectos identificados y las características del área.

Figura 3-5 Esquema del proceso del STAR



FICHA DE ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN AMBIENTAL EN EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DEL VALLE DE LA CONCEPCIÓN

SEPARACIÓN DE SÓLIDOS GRUESOS

UBICACIÓN: Coordenadas Geográficas

LATITUD SUR	LONGITUD OESTE
-21,694443	-64,639537
21° 41' 39,9942"	64° 38' 22,3332"
ALTURA	
1697 METROS	



ASPECTOS IDENTIFICADOS

Emisión de calor	
Riesgo de derrames	X
Consumo de agua	
Consumo de energía	
Generación de residuos sólidos	X
Generación de residuos líquidos	
Emisión de gases contaminantes	X

DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS IDENTIFICADOS / CAUSAS

Riesgo de derrames.- Se produce debido a la obstrucción de la rejilla por sólidos muy gruesos como, cáscaras de frutas, bolsas que obstruyen la superficie de la rejilla etc., esto hace que el agua residual que fluye por el canal de ingreso rebalse por los costados y contamine el suelo del área.

Generación de residuos sólidos.- Se produce de la actividad del retiro de sólidos gruesos de las rejillas, que lamentablemente no tiene una disposición final adecuada, estos residuos son botados en las gradas laterales y en el terreno que se encuentra alrededor del S.T.A.R.

Emisión de Gases Contaminantes.- Este aspecto se lo consideró más que todo por el olor que emiten las aguas residuales de ingreso ya que se trata de un canal que está abierto y expuesto a la intemperie.

CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR.- La construcción de las rejillas se encuentra al inicio del STAR en un área plana donde se puede observar árboles a una distancia aproximada de 9 metros, no se observan riachuelos, quebradas cercanos, pero sí un canal de riego a una distancia aproximada de 120 metros noroeste, también se puede observar viñedos muy cercanos a una distancia aproximada de 28 metros noreste.

**FICHA DE ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN AMBIENTAL EN EL
SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DEL VALLE DE LA CONCEPCIÓN**

TANQUE SEDIMENTADOR

UBICACIÓN: Coordenadas Geográficas

LATITUD SUR	LONGITUD OESTE
-21,694528	-64,639474
21° 41' 40,3002"	64° 38' 22,1064"
ALTURA	
1697 METROS	



Emisión de calor	
Riesgo de derrames	X
Consumo de agua	
Consumo de energía	
Generación de residuos sólidos	X
Generación de residuos líquidos	
Emisión de gases contaminantes	X

DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS IDENTIFICADOS / CAUSAS

Riesgo de derrames.- Se tomó en cuenta este aspecto ante la posibilidad de una fisura en el tanque, más que todo para adoptar una medida preventiva en la elaboración de los controles.

Generación de residuos sólidos.- Se produce de la actividad del retiro de la costra, que lamentablemente esta costra tiene el mismo fin que los desechos de la rejilla. Estos residuos son botados en el terreno que se encuentra alrededor del S.T.A.R., principalmente al costado del tanque sedimentador

Emisión de Gases Contaminantes.- Este aspecto se lo consideró más que todo por el olor que emiten las aguas residuales y de la descomposición de la materia orgánica que se produce dentro del tanque y a que libera algunos gases.

CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR.- La construcción del tanque sedimentador se encuentran casi al centro del STAR en un área plana donde se puede observar árboles a una distancia aproximada de 5 metros, no se observa riachuelos, quebradas cercanos, pero si un canal de riego a una distancia aproximada de 120 metros noroeste, también se puede observar viñedos muy cercanos a una distancia aproximada de 26 metros noreste.

**FICHA DE ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN AMBIENTAL EN EL
SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DEL VALLE DE LA CONCEPCIÓN**

FILTRO	
UBICACIÓN: Coordenadas Geográficas	
LATITUD SUR	LONGITUD OESTE
-21,694786	-64,639249
21° 41' 40,3002"	64° 38' 21,2964"
ALTURA	
1694 METROS	
Emisión de calor	
Riesgo de derrames	X
Consumo de agua	
Consumo de energía	
Generación de residuos sólidos	X
Generación de residuos líquidos	
Emisión de gases contaminantes	X



DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS IDENTIFICADOS / CAUSAS

Riesgo de derrames.- Se tomó en cuenta este aspecto ante la posibilidad de un taponamiento de la cañería de salida y ya que no se cuenta con un bypass y la cañería de salida tiene un diámetro de 4 pulgadas.

Generación de residuos sólidos.- Se produce de la actividad de la renovación del cascajo, el mismo que lo disponen amontonándolo a un lado del filtro expuesto a la intemperie.

Emisión de Gases Contaminantes.- Este aspecto se lo consideró más que todo por el olor que emiten las aguas residuales y de la descomposición de la materia orgánica que aún se produce en el filtro y a que libera algunos gases al tener un tiempo de empozamiento.

CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR.- La construcción del tanque sedimentador se encuentran casi al centro del STAR en un área plana donde se puede observar árboles a una distancia aproximada de menos de 2 metros, no se observan riachuelos, quebradas cercanos, pero si un canal de riego a una distancia aproximada de 170 metros noroeste, también se pueden observar viñedos muy cercanos a una distancia aproximada de 25 metros noreste.

El punto de descarga se encuentra a una distancia aproximada de 225 metros.

**FICHA DE ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN AMBIENTAL EN EL
SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DEL VALLE DE LA CONCEPCIÓN**

**TRANSPORTE DE AGUA RESIDUAL DESDE EL PUNTO
DE DESCARGA HASTA EL RÍO CAMACHO**

UBICACIÓN: Coordenadas Geográficas

PUNTO 1		PUNTO 2	
LAT. SUR	LONG. OESTE	LAT. SUR	LONG. OESTE
-21,695	-64,637094	-21,690256	-64,631636
21° 41' 42"	64° 38' 13,5384"	21° 41' 29,9216"	64° 37' 53,8896"
ALTURA		ALTURA	
1688 METROS		1685 METROS	



ASPECTOS IDENTIFICADOS

Emisión de calor	
Riesgo de derrames	X
Consumo de agua	
Consumo de energía	
Generación de residuos sólidos	
Generación de residuos líquidos	X
Emisión de gases contaminantes	X

DESCRIPCIÓN DE LOS ASPECTOS IDENTIFICADOS / CAUSAS

Riesgos de derrames.- Se toma en cuenta este aspecto ya que hay una parte del efluente que sale al río Camacho pero no entra en contacto con las aguas del río, pero ante una crecida del río (riada), las aguas residuales pueden mezclarse.

Generación de residuos líquidos.- Al estar el punto de descarga a una distancia considerable del cuerpo receptor se tomó en cuenta este aspecto ambiental ya que conlleva varios impactos y riesgos para el medio ambiente.

Emisión de gases contaminantes.- Este aspecto se lo consideró más que todo por el olor que emiten las aguas residuales y de la descomposición de la materia orgánica que aún se produce en el transporte porque aún se tiene materia orgánica que se descompone

CARACTERÍSTICAS DEL SECTOR.- El área en el cual el agua residual escurre hasta el río Camacho está rodeada de bastante vegetación y se puede observar muchos cultivos de uva, papa, alfalfa, etc., a los alrededores, aparte de ser un escurrimiento por gravedad y natural, el agua residual está expuesta a animales y personal que tienen fácil acceso a ella. (mucho peligro de contaminación a los humanos)

3.5. RIESGOS AMBIENTALES

Una vez que hemos ponderado los Impactos Ambientales o en este caso que hemos establecido los riesgos ambientales de mayor importancia, procedemos a ponerlos en orden descendente para establecer el grado de importancia.

Tabla III-12 Riesgos Ambientales de Mayor Relevancia

Nº	PROCESO	ASPECTO	IMPACTO	ACTIVIDAD	GRAVEDAD	FRECUENCIA	LEGISLACIÓN APLICABLE	REVERSIBILIDAD	COMUNIDAD	VALOR DE RIESGO
1	Transporte de agua residual desde el punto de descarga hasta el río Camacho	Generación de residuos líquidos	Daño a los seres vivos	Transporte de Agua Residual	5	3	5	4	5	22
2	Separación de sólidos gruesos	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	Retiro de sólidos gruesos	4	2	5	3	5	19
3	Transporte de agua residual desde el punto de descarga hasta el río Camacho	Generación de residuos líquidos	Contaminación del suelo	Transporte de Agua Residual	4	3	5	4	3	19

Nº	PROCESO	ASPECTO	IMPACTO	ACTIVIDAD	GRAVEDAD	FRECUENCIA	LEGISLACIÓN APLICABLE	REVERSIBILIDAD	COMUNIDAD	VALOR DE RIESGO
4	Transporte de agua residual desde el punto de descarga hasta el río Camacho	Riesgo de derrames	Contaminación del agua	Transporte de Agua Residual	4	3	5	4	3	19
5	Separación de Sólidos Gruesos	Riesgo de derrames	Contaminación del suelo	Taponamiento de rejilla	3	2	5	3	5	18
6	Tanque Sedimentador	Generación de residuos sólidos	Contaminación del suelo	Retiro de costra de sedimentador	4	2	5	2	5	18
7	Tanque Sedimentador	Riesgo de derrames	Contaminación del suelo	Fisuras del tanque	4	1	5	2	5	17
8	Separación de Sólidos Gruesos	Emisión de gases contaminantes	Contaminación del aire	Ingreso de agua residual (olores)	2	3	5	3	3	16
9	Tanque Sedimentador	Emisión de gases contaminantes	Contaminación del aire	Sedimentación de Agua Residual	2	3	5	3	3	16
10	Filtro	Emisión de gases contaminantes	Contaminación del aire	Filtración del agua (olores)	2	3	5	3	3	16
11	Transporte de agua residual desde el punto de descarga hasta el río	Emisión de gases contaminantes	Contaminación del aire	Transporte de Agua Residual	2	3	5	3	3	16

Nº	PROCESO	ASPECTO	IMPACTO	ACTIVIDAD	GRAVEDAD	FRECUENCIA	LEGISLACIÓN APLICABLE	REVERSIBILIDAD	COMUNIDAD	VALOR DE RIESGO
	Camacho									
12	Tanque Sedimentador	Riesgo de derrames	Contaminación del suelo	Salida de agua residual pre-tratada	3	1	5	3	3	15
13	Filtro	Generación de residuos solidos	Contaminación del suelo	Retiro de cascajo con lodo	3	2	5	2	3	15
14	Filtro	Riesgo de derrames	Contaminación del suelo	Filtración del agua (rebalse)	3	1	5	2	3	14

Fuente: Elaboración propia.

A fin de tener un mejor entendimiento de los Riesgos Ambientales en este punto también se elaboraron unas fichas de descripción de los mismos, que se presentan a continuación.

FICHA DE RIESGOS EN EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DEL VALLE DE LA CONCEPCIÓN											
SEPARACIÓN DE SÓLIDOS GRUESOS											
UBICACIÓN: Coordenadas Geográficas											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>LATITUD SUR</th> <th>LONGITUD OESTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">-21,694443</td> <td style="text-align: center;">-64,639537</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">21° 41' 39,9942"</td> <td style="text-align: center;">64° 38' 22,3332"</td> </tr> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">ALTURA</th> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">1697 METROS</td> </tr> </tbody> </table>	LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	-21,694443	-64,639537	21° 41' 39,9942"	64° 38' 22,3332"	ALTURA		1697 METROS		
LATITUD SUR	LONGITUD OESTE										
-21,694443	-64,639537										
21° 41' 39,9942"	64° 38' 22,3332"										
ALTURA											
1697 METROS											
IMPACTOS AMBIENTALES											
Contaminación del suelo	X										
Contaminación del agua											
Agotamiento de recursos naturales											
Contaminación del aire	X										
Daño a los seres vivos											
DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS / EFECTOS											
<p>Contaminación del suelo.- Al no tener un área destinada para el tratamiento o disposición de sólidos, estos son desechados en el área ocasionando la contaminación del suelo del sistema de Tratamiento de Agua Residual.</p> <p>Contaminación del Aire.- Se produce debido a que el canal de ingreso se encuentra expuesto a la intemperie soltando malos olores al rededor del STAR perjudicando así a las personas que viven en las cercanías.</p>											
RIESGOS											
<p>Contaminación del suelo.- Principalmente afecta a la flora y fauna del área, evitando el crecimiento de vegetación por la cantidad de contaminantes presentes en los sólidos y también teniendo un riesgo elevado para los animales ya que al entrar en contacto estos residuos pueden contaminarse y enfermarse por los microorganismos patógenos presentes en los mismos. También es lugar propicio para la proliferación de plagas vectores como: moscas, cucarachas, ratones, sancudos, etc.</p> <p>Contaminación del Aire.- Los malos olores que salen del canal de entrada dan una mala percepción del sistema de tratamiento y esto se intensifica cuando el mismo funciona de manera inadecuada.</p>											

FICHA DE RIESGOS EN EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DEL VALLE DE LA CONCEPCIÓN											
TANQUE SEDIMENTADOR											
UBICACIÓN: Coordenadas Geográficas											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>LATITUD SUR</th> <th>LONGITUD OESTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">-21,694528</td> <td style="text-align: center;">-64,639474</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">21° 41' 40,3002"</td> <td style="text-align: center;">64° 38' 22,1064"</td> </tr> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">ALTURA</th> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">1697 METROS</td> </tr> </tbody> </table>	LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	-21,694528	-64,639474	21° 41' 40,3002"	64° 38' 22,1064"	ALTURA		1697 METROS		
LATITUD SUR	LONGITUD OESTE										
-21,694528	-64,639474										
21° 41' 40,3002"	64° 38' 22,1064"										
ALTURA											
1697 METROS											
IMPACTOS AMBIENTALES											
Contaminación del suelo	X										
Contaminación del agua											
Agotamiento de recursos naturales											
Contaminación del aire	X										
Daño a los seres vivos											
DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS / EFECTOS											
<p>Contaminación del suelo.- Al no tener un área destinada para el tratamiento o disposición de sólidos, estos son desechados en el área ocasionando la contaminación del suelo del sistema de Tratamiento de Agua Residual.</p> <p>Contaminación del Aire.- Se produce debido a que el canal de ingreso se encuentra expuesto a la intemperie soltando malos olores al rededor del STAR perjudicando así a las personas que viven en las cercanías.</p>											
RIESGOS											
<p>Contaminación del suelo.- Afecta a la flora y fauna del área, evitando el crecimiento de vegetación por la cantidad de contaminantes presentes en los sólidos; también es un riesgo elevado para los animales ya que al entrar en contacto estos residuos pueden contaminarse y enfermarse por los microorganismos patógenos presentes en los mismos. También es lugar propicio para la proliferación de plagas vectores como: moscas, cucarachas, ratones, etc.</p> <p>Contaminación del Aire.- Los malos olores que salen del tanque sedimentador se deben a la descomposición de la materia orgánica que ocurre dentro del mismo; este mal olor afecta a las personas que viven al rededor de S.T.A.R.</p>											

FICHA DE RIESGOS EN EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DEL VALLE DE LA CONCEPCIÓN											
FILTRO											
UBICACIÓN: Coordenadas Geográficas											
<table border="1"> <thead> <tr> <th>LATITUD SUR</th> <th>LONGITUD OESTE</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">-21,694786</td> <td style="text-align: center;">-64,639249</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">21° 41' 40,3002"</td> <td style="text-align: center;">64° 38' 21,2964"</td> </tr> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center;">ALTURA</th> </tr> <tr> <td colspan="2" style="text-align: center;">1694 METROS</td> </tr> </tbody> </table>	LATITUD SUR	LONGITUD OESTE	-21,694786	-64,639249	21° 41' 40,3002"	64° 38' 21,2964"	ALTURA		1694 METROS		
LATITUD SUR	LONGITUD OESTE										
-21,694786	-64,639249										
21° 41' 40,3002"	64° 38' 21,2964"										
ALTURA											
1694 METROS											
IMPACTOS AMBIENTALES											
Contaminación del suelo	X										
Contaminación del agua											
Agotamiento de recursos naturales											
Contaminación del aire	X										
Daño a los seres vivos											
DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS / EFECTOS											
<p>Contaminación del suelo.- Al no tener un área destinada para el tratamiento o disposición del cascajo con sólidos, estos son desechados en el área ocasionando la contaminación del suelo del sistema de Tratamiento de Agua Residual.</p> <p>Contaminación del Aire.- Se produce debido a que el filtro se encuentra expuesto a la intemperie soltando malos olores al rededor del STAR perjudicando así a las personas que viven en las cercanías.</p>											
RIESGOS											
<p>Contaminación del suelo.- Afecta a la flora y fauna del área, evitando el crecimiento de vegetación por la cantidad de contaminantes presentes en los sólidos; también es un riesgo elevado para los animales ya que al entrar en contacto estos residuos pueden contaminarse y enfermarse por los microorganismos patógenos presentes en los mismos. También es lugar propicio para la proliferación de plagas vectores como: moscas, cucarachas, ratones, etc.</p> <p>Contaminación del Aire.- Los malos olores que salen del filtro se deben a la descomposición de la materia orgánica que todavía tiene el agua residual; este mal olor afecta a las personas que viven al rededor de S.T.A.R.</p>											

FICHA DE RIESGOS EN EL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL DEL VALLE DE LA CONCEPCIÓN			
TRANSPORTE DE AGUA RESIDUAL DESDE EL PUNTO DE DESCARGA HASTA EL RÍO CAMACHO			
UBICACIÓN: Coordenadas Geográficas			
PUNTO 1		PUNTO 2	
LAT. SUR	LONG. OESTE	LAT. SUR	LONG. OESTE
-21,695	-64,637094	-21,690256	-64,631636
21° 41' 42"	64° 38' 13,5384"	21° 41' 29,9216"	64° 37' 53,8896"
ALTURA		ALTURA	
1688 METROS		1685 METROS	
IMPACTOS AMBIENTALES			
Contaminación del suelo		X	
Contaminación del agua		X	
Agotamiento de recursos naturales			
Contaminación del aire		X	
Daño a los seres vivos		X	
DESCRIPCIÓN DE LOS IMPACTOS / EFECTOS			
<p>Contaminación del suelo.- Debido a que no existe una aislación o impermeabilización del suelo, este está absorbiendo todo el material orgánico y otros compuestos como fósforo y nitrógeno del agua residual</p> <p>Contaminación del Agua.- El agua residual sigue su curso por gravedad y fluye muy cerca del río Camacho el mismo que durante épocas de lluvia entra en contacto con estas aguas.</p> <p>Contaminación del Aire.- Este aspecto se lo consideró más que todo por el olor que emiten las aguas residuales y de la descomposición de la materia orgánica que aún se produce en el transporte porque aún se tiene materia orgánica que se descompone.</p> <p>Daño a los seres vivos.- Como se trata prácticamente de un humedal pero natural, el mismo se encuentra al alcance de personas y animales los cuales hacen uso de esta agua contaminándose y enfermándose por la carga microbiana que tienen estas aguas.</p>			
RIESGOS			
<p>Contaminación del suelo.- El daño que se ocasiona es considerable ya que abarca gran extensión aprox de 1 km y al no tener algún aislante los contaminantes están en contacto directo con el suelo</p> <p>Contaminación del Agua.- El agua residual fluye muy cerca del río Camacho, prácticamente los divide uno cuanto metros de gaviones y acumulaciones de tierra, en épocas de lluvias, la crecida del río entra en contacto con las aguas residuales.</p> <p>Contaminación del Aire.- Al igual que los otros procesos en esta etapa sigue la descomposición de la materia orgánica generando malos olores al rededor.</p> <p>Daño a los seres vivos.- Como el agua residual se encuentra totalmente expuesta es de fácil acceso, en conversaciones con habitantes de la zona indican que tienen serios problemas de enfermedades en los animales (vacas, caballos, burros, etc.), ya que al no tener un tratamiento adecuado de desinfección el agua residual tiene microorganismos patógenos que ocasionan enfermedades en personas y animales como: Hepatitis A, Sallmonela, Fiebre Tifoidea, Cólera, Disentería, etc..</p>			



3.6 CUANTIFICACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

Se tomaron muestras de agua residual y del río Camacho para realizar los análisis de DBO₅, DQO, pH, Coliformes Totales y Coliformes Fecales y saber el grado de contaminación que recibe el medio receptor y para conocer cómo trabaja el actual sistema de tratamiento de agua residual y ver qué tipo de soluciones o medidas de mitigación se pueden tomar, para eliminar o disminuir los riesgos ambientales.

El muestreo se realiza en 6 puntos:

1. Entrada al tanque séptico (STAR 1).
2. Salida del tanque séptico (entrada del filtro) (STAR 2).
3. Salida del filtro (STAR 3).
4. Antes de la descarga al río Camacho (RC 1).
5. En la descarga del río Camacho (RC 2).
6. Después de la descarga del río Camacho (RC 3).

Para el análisis de este punto se toma en cuenta el punto STAR 3, el caudal de salida del STAR y el punto RC1, con su correspondiente caudal del río Camacho.

Para la medición del caudal de la salida del STAR se procede a medir el tiempo que tarda en llenarse un contenedor de 20 lts.

Tabla III-13 Caudal de Salida del STAR

CAUDAL DE SALIDA DEL STAR			
HORA	TIEMPO (s)	VOLUMEN (m ³)	CAUDAL (m ³ /s)
7:00	1,8	0,02	0,011
8:00	2,3	0,02	0,009
9:00	2,5	0,02	0,008
10:00	2,6	0,02	0,008
11:00	2,7	0,02	0,007
12:00	2,5	0,02	0,008
13:00	1,5	0,02	0,013
14:00	2,1	0,02	0,010

Elaboración propia

Referente a las cantidades de contaminantes presentes en el agua residual que sale del STAR se lleva a cabo un muestreo mixto de 8 horas de duración, el cual es analizado en laboratorios de COSAALT, dando los siguientes datos.

Tabla III-14 PARÁMETROS DE SALIDA ACTUAL STAR

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO
TEMPERATURA	°C	9,9
pH		7,13
DQO	mg/l	544
DBO ₅	mg/l	243
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	4,60E+07
COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	9,30E+06

Fuente: Análisis COSAALT

Tabla III-15 Parámetros estándar de caudal y cargas contaminantes por persona día

PARÁMETRO	UNIDAD	VALOR
Qd	Lt/d	300
DBO ₅	g/hab*día	70
DQO	g/hab*día	140

Elaboración propia

Para las aguas del río Camacho se toma una muestra puntual del mismo entre 50 a 100 metros antes del punto de descarga, tal como indica el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica de la Ley 1333; esta muestra se analiza en laboratorios de COSAALT dando los siguientes datos.

TABLA III-16 Parámetros del agua del río Camacho antes de la descarga de las aguas residuales

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO
TEMPERATURA	°C	9,3
pH		7,1
DQO	mg/l	31

DBO5	mg/l	3,4
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	9,30E+02
COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	9,30E+01

Fuente: Análisis COSAALT

NOTA.- Los certificados de los análisis que se realizaron en laboratorios de COSAALT se los puede apreciar en el ANEXO 3.

Los datos del caudal de Río Camacho son proporcionados por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI).

En el Artículo 3 del anexo A del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica de la Ley 1333 nos dice que “La mezcla de agua producto de una descarga y de un río debe regirse por la ecuación (). Para cualquier parámetro de calidad, el valor total de la mezcla debe ser siempre menor que el establecido para la clase del río que corresponda”.

$$P_{xf} = \frac{P_{xi} \cdot Q_i + P_{xr} \cdot Q_r}{Q_i + Q_r} \quad (3-2)$$

Donde: P_{xf}: Parámetro de mezcla – P_{xi}: Parámetro de la descarga – P_{xr}: Parámetro del río, en punto sin impacto – Q_i: Caudal de la descarga - Q_r: Caudal del río

Ahora, si hacemos una caracterización del río Camacho según los valores obtenidos en el muestreo del punto sin impacto, podemos suponer que el río Camacho tiene la siguiente clase:

TABLA III-17 Valores máximos permitidos de parámetro en cuerpos receptores

PARÁMETRO	UNIDAD	CLASE "A"	CLASE "B"	CLASE "C"	CLASE "D"
pH	-	6,0 A 8,5	6,0 A 9,0	6,0 A 9,0	6,0 A 9,0
DBO5	mg/l	<5	<20	<30	-
DQO	mg/l	<5	<10	<40	<60
COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	<50 Y <5	<1000 Y <200	<5000 Y <1000	<50000 Y <5000

Fuente: RMCH;-Tabla: elaboración propia

TABLA III-18 Caracterización de tipo de medio receptor que es el río Camacho

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	CLASIF. RÍO CAMACHO
pH	-	7,1	CLASE "A"
DBO5	mg/l	3,4	CLASE "A"
DQO	mg/l	31	CLASE "C"
COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	93	CLASE "B"

Elaboración propia

Ahora que ya conocemos la clase de agua que tiene el río Camacho utilizamos la ecuación para obtener el grado de contaminación del río.

Y debemos tomar en cuenta que el muestreo se realiza en el mes de septiembre del 2014, por lo tanto debemos considerar el dato del caudal del mismo mes proporcionado por el SENAMHI el cual es de $0,827 \text{ m}^3/\text{s}$.

Con todos los datos disponibles calculamos el grado de la contaminación del río Camacho, una vez que se descargaron las Aguas Residuales.

Para el DBO₅:

Tabla III-19 Cambio de clase del río Camacho por contaminación de DBO₅

HORA	DBO5 (mg/l)	OBSERVACIONES
7:00	6,575	CLASE "B"
8:00	5,892	CLASE "B"
9:00	5,695	CLASE "B"
10:00	5,607	CLASE "B"
11:00	5,526	CLASE "B"
12:00	5,695	CLASE "B"
13:00	7,200	CLASE "B"
14:00	6,127	CLASE "B"
PROMEDIO	6,040	CLASE "B"

Elaboración propia

Para el DQO:

Tabla III-20 Cambio de clase del río Camacho por contaminación de DQO

HORA	DQO (mg/l)	OBSERVACIONES
7:00	37,798	CLASE "C"
8:00	36,336	CLASE "C"
9:00	35,913	CLASE "C"
10:00	35,726	CLASE "C"
11:00	35,552	CLASE "C"
12:00	35,913	CLASE "C"
13:00	39,137	CLASE "C"
14:00	36,838	CLASE "C"
PROMEDIO	36,652	CLASE "C"

Elaboración propia

Para los Coliformes Fecales:

Tabla III-21 Cambio de clase del río Camacho por Coliformes Fecales

HORA	COLIFORMES FECALES (NMP/100ml)	OBSERVACIONES
7:00	1,23E+05	CLASE "D"
8:00	9,68E+04	CLASE "D"
9:00	8,92E+04	CLASE "D"
10:00	8,58E+04	CLASE "D"
11:00	8,26E+04	CLASE "D"
12:00	8,92E+04	CLASE "D"
13:00	1,48E+05	CLASE "D"
14:00	1,06E+05	CLASE "D"
PROMEDIO	1,03E+05	CLASE "D"

Elaboración propia

A continuación pasamos a realizar un análisis comparativo respecto a la influencia de la descarga de Aguas Residuales, con todos los resultados obtenidos y comparándolos con los del río Camacho; tenemos:

Tabla III-22 Comparación de parámetros del Río Camacho antes y después de la descarga

PARÁMETRO	UNIDAD	Después del punto de descarga		Antes del punto de descarga	
		PROMEDIO	CLASE	RIO CAMACHO	CLASE
DQO	mg/l	36,652	C	31	C
DBO ₅	mg/l	6,04	B	3,4	A
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	5,08E+05	-	9,30E+02	-
COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	1,03E+05	D	9,30E+01	B

Elaboración propia

Como observamos en la tabla anterior, el río Camacho sufre un cambio de clase por el grado de contaminación que recibe del sistema de tratamiento de agua residual del Valle de la Concepción.

Si observamos los resultados del DQO, vemos que sufre un cambio leve ya que solo aumenta aproximadamente 5 mg/l de carga y no excede los valores de caracterización del río Camacho; en cambio, el DBO₅ aumenta casi el doble del valor inicial produciendo un cambio de categorización del mismo, debido al mal tratamiento del STAR del Valle de la Concepción, ya que al reunir las descargas de los efluentes de la comunidad y no teniendo un tratamiento adecuado de aguas residuales domésticas, en vez de dar solución a un problema se lo agrava por la elevada concentración que se tiene al reunir las aguas residuales de los usuarios.

Peor aún, es muy crítico el parámetro de los Coliformes fecales ya que excede 1107 veces las condiciones iniciales del río Camacho, y si antes teníamos un cuerpo receptor con una clase B que corresponde a “*Aguas de utilidad general, que para consumo humano requieren tratamiento físico y desinfección bacteriológica*”, ahora empeora su calidad bajando a **clase D** que corresponde a “*Aguas de calidad mínima, que para consumo humano, en los casos extremos de necesidad pública, requieren un proceso inicial de pre-sedimentación, pues pueden tener una elevada turbiedad por*

elevado contenido de sólidos en suspensión, y luego tratamiento físico-químico completo y desinfección bacteriológica especial contra huevos y parásitos intestinales.”

3.6.1 MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS

Aparte, otro impacto que tenemos que cuantificar es la cantidad de residuos sólidos que sale de las primeras etapas del STAR. Si tomamos en cuenta la cantidad de Sólidos Suspendidos que tienen las aguas residuales en general, podemos establecer la cantidad aproximada de residuos sólidos que se genera en estos procesos y así establecer las propuestas de disposición adecuada para evitar la contaminación del suelo y la proliferación de vectores, los mismos que son perjudiciales para las personas que viven en los alrededores.

Tabla III-23 Composición típica de aguas residuales urbanas

COMPOSICIÓN TÍPICA DE AGUAS RESIDUALES URBANAS (ARU)			
Parámetro	Concentración (mg/l)		
	ARU débil	ARU media	ARU fuerte
Sólidos totales	350	720	1200
- disueltos totales	250	500	850
- sólidos en suspensión	100	220	350

Fuente: Trabajo final de est. Daniela Quiroz

Para realizar el cálculo se toma en cuenta el caudal actual y se hace una proyección con el caudal en los próximos 10 años.

$$Q_{\text{actual}} = 796366,49 \text{ l/día}$$

$$\text{Cantidad de residuos} = \text{SS} * Q * \text{Eficiencia} \quad (3-3)$$

$$\text{Residuos} = 796366,49 \frac{l}{\text{día}} * 220 \frac{mg}{l} * \frac{1Kg}{1000000mg} * 0,8$$

$$\text{Residuos} = 140,16 \text{ kg}$$

$$Q_{2025} = 1284112,81 \text{ l/día}$$

$$\text{Residuos} = 1284112,81 \frac{l}{\text{día}} * 220 \frac{mg}{l} * \frac{1Kg}{1000000mg} * 0,8$$

$$\text{Residuos} = 226,00 \text{ kg}$$

Ahora que hemos determinado la cantidad de residuos sólidos que se obtiene de STAR del Valle de la Concepción, es necesario plantear acciones, para que se tenga una disposición adecuada y así disminuir y/o eliminar el riesgo ambiental que se presenta por la mala operación en el manejo de residuos sólidos.

Análisis del proceso de transporte del Agua residual del STAR al río Camacho.

Si observamos el mapa de la vista satelital del STAR vemos que entre el punto en que el agua residual entra en contacto con el ambiente hasta el punto en que se une al río, hay una distancia de 830 metros, expuesto a todo ser vivo que habite por la zona. Una solución (fácil) sería enmallar este canal que se hizo de manera natural con el transcurso del tiempo, para evitar el contacto, pero, esta no es una solución que dé con la causa raíz de todos los problemas.

Si vamos a plantear soluciones debemos garantizar que el agua residual que se descargue cumpla los requerimientos legales ambientales aplicables y no afecte en lo posible al medio ambiente, y para eso se debe trabajar en el STAR.

3.7 Aplicación de Normas y Leyes

Para el presente trabajo se tomó en consideración la Ley 1333, en especial el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica, el mismo que se encuentra en el Anexo 1.

CAPÍTULO IV
IDENTIFICACIÓN Y EVALUACIÓN DE
ACCIONES

4.1. ANÁLISIS DE ACCIONES A REALIZAR

Según la evaluación de riesgos ambientales llevada a cabo en el punto 3.5 observamos que el riesgo de mayor consideración es el “Daño a los seres vivos” de la zona (animales, personas) por la elevada carga bacteriana que se tiene por el mal tratamiento del STAR.

Luego se tiene el riesgo de la mala disposición de residuos por el “Retiro de sólidos gruesos”, y así sucesivamente podemos nombrar los 14 riesgos identificados. Entonces para el presente proyecto se proponen las siguientes acciones que darán una posible solución a los problemas y riesgos encontrados hasta el momento.

- Implementación de la etapa Secundaria en el STAR
- Mejoramiento de la etapa de desinfección
- Mejoramiento de la disposición de sólidos.

4.2 DESCRIPCIÓN DE PROCESOS, TECNOLOGÍAS, DISEÑO Y OPERACIÓN

Si realizamos un análisis del STAR actual tenemos dos etapas que funcionan correctamente y estas son:

1. Pre-tratamiento (rejillas separadoras de sólidos gruesos)
2. Tratamiento Primario (tanque sedimentador)

Y un tratamiento completo de aguas residuales consta de 4 Etapas:

1. Pre-tratamiento
2. Tratamiento Primario
3. Tratamiento Secundario
4. Tratamiento Terciario.

Entonces observamos que faltan las últimas dos etapas, para tener un tratamiento completo y adecuado.

En el presente Proyecto de Grado se ha propuesto algunas opciones de los tratamientos faltantes, secundario y terciario, con el fin de garantizar el cumplimiento de la normativa legal ambiental.

4.3. TRATAMIENTO SECUNDARIO

Para el tratamiento secundario se aconseja utilizar un bio-filtro de grava ya que actualmente existe uno en el STAR pero con muchas falencias por falta de deflectores y dimensionamiento inapropiado para población futura y según el diseño que se realice se pueden hacer adaptaciones al filtro que ya está funcionando para que puedan bajar los costos de construcción.

4.3.1. DISEÑO DEL BIOFILTRO Y DEL CLARIFICADOR

Estimación del caudal de Diseño:

Caudal de consumo de agua per cápita: $Q_m = 80 \text{ l}/(\text{persona} \cdot \text{día})$

Se considera que el Biofiltro se diseñará para un horizonte de vida de 10 años:

Tabla IV-1 Proyección de la población y del caudal al 2025 según datos INE

Nº	AÑO	POBLACION	TASA DE CRECIMIENTO	CAUDAL PROYECTADO (m ³ /per*día)
1	2011	13772	1,1%	1101,76
2	2012	13923,49	1,1%	1113,88
3	2013	14076,65	1,1%	1126,13
4	2014	14231,49	1,1%	1138,52
5	2015	14388,04	1,1%	1151,04
6	2016	14546,31	1,1%	1163,70
7	2017	14706,32	1,1%	1176,51
8	2018	14868,09	1,1%	1189,45
9	2019	15031,64	1,1%	1202,53
10	2020	15196,98	1,1%	1215,76
11	2021	15364,15	1,1%	1229,13
12	2022	15533,16	1,1%	1242,65

Nº	AÑO	POBLACION	TASA DE CRECIMIENTO	CAUDAL PROYECTADO (m ³ /per*día)
13	2023	15704,02	1,1%	1256,32
14	2024	15876,77	1,1%	1270,14
15	2025	16051,41	1,1%	1284,11

Fuente elaboración propia

Se estima que la población que atenderá durante ese período será de **16051,41 personas/día**.

Población estimada: 16051,41 habitantes por día durante los próximos 10 años.

Caudal generado de agua residual por la Población Q_P :

El caudal generado de agua residual por persona es de: 80 l/(persona.día)

Por lo tanto el cuadal diario de la unidad será de:

$$Q_P = 80 \text{ l/(persona.día)} * 16051,41 \text{ habitantes} = \mathbf{1284,11 \text{ m}^3/\text{día}}$$

Caudal estimado generado por la unidad: $Q_{\text{unidad}} = \mathbf{796,65 \text{ m}^3/\text{día}}$

Tiempo de retención en el Biofiltro:

$$t = \int_{C_e}^{C_0} dC_A / -r_A \quad (4-1)$$

Tabla IV-2 Parámetros de diseño (Coliformes Fecales)

PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO	OBSERVACIÓN
DBO_{5o}	mg/l	276	Medición realizada en la salida del tanque sedimentador
DBO_{5e}	mg/l	5	Según normativa boliviana

$-r_A$	-	0,0096038[Col Fec]	Cinética de reacción obtenida de pruebas realizadas en filtros de grava (Tesis de Grado Estella Sullca)
--------	---	-----------------------	---

Fuente; Elaboración propia

Integrando tenemos:

$$t = \frac{1}{0,006966071} \ln \frac{DBO5o}{DBO5e}$$

$$t = 1050,19 \text{ min}$$

$$t = 0,73 \text{ días}$$

Caudal Total de Diseño $Q_T = Q_P + Q_{\text{unidad}} = 1284,11 + 796,65 = 2080,76 \text{ m}^3/\text{día}$

Volumen vacío del lecho: V_v donde $T = 0,73$ día

$$V_v = Q_T * T \quad (4-2)$$

$$V_v = 2080,76 * 0,73 = 1517,49 \text{ m}^3$$

Volumen total del lecho: V_t donde $X = \text{porosidad de la grava } 7/8'' = 0.4663$
porosidad

$$V_t = V_v / X \quad (4-3)$$

$$V_t = 1517,49 \text{ m}^3 / 0.4663 = 3254,33 \text{ m}^3$$

$$V_t = 3300 \text{ m}^3$$

Dimensionamiento del Biofiltro

$$V_t = l_t * a_t * h_t \quad (4-4)$$

LARGO: ANCHO: ALTO

$$2: 1: 0.7 \quad (4-5)$$

Donde:

$h_t = 0.7$ m Altura del nivel de agua

$l_t =$ Largo del Biofiltro

$a_t =$ ancho del Biofiltro

$$V_t = 2 a_t * a_t * 0.7 = 3300$$

$$a_t^2 = 3300/1.4$$

$$a_t = 48,55 \text{ m}$$

$$l_t = 2 a_t$$

$$l_t = 97,10 \text{ m}$$

$$V_t = 48,55 * 97,10 * 0.70 = 3300 \text{ m}^3$$

Para el diseño del Biofiltro nos basamos en la relación de la relación de dimensiones:

LARGO: ANCHO: ALTO.....(4-6)

$$2: 1: 0.7$$

Se tiene que el volumen total será:

$$V_t = 3300 \text{ m}^3$$

Y estará dado por las siguientes relaciones:

$$97,10 : 48,55 : 0.70$$

Por lo que con el objetivo del diseño se asumirán los siguientes valores de diseño:

$l_t = 97,10$ m Largo del Biofiltro

$a_t = 48,55$ m Ancho del Biofiltro

$h_t = 0.70$ m Altura del nivel de agua

$V_t = 3300$ m³

4.3.2. CALCULO DEL NÚMERO DE DEFLECTORES:

Los deflectores son empleados para aumentar el tiempo de retención del fluido y lograr una distribución más uniforme de la corriente fluida y la degradación de los contaminantes.

Para calcular el número de deflectores, se calcula primero la separación que debe haber entre deflectores, para aumentar el tiempo de retención en el Biofiltro.

Se emplea una relación de ancho deflector: espaciado entre deflectores que está dada por:

Ancho del Biofiltro: espaciado entre deflectores: 4:1 (4 / 1)

a_1 = espaciado entre deflectores

$a_t = 48,55$ m Ancho del Biofiltro

$$\frac{4}{1} = \frac{48,55}{a_1} \quad (4-7)$$

Por lo tanto, la relación correspondiente es:

Entonces: $a_1 = 12,138$ m

que es el espacio vacío entre deflectores. Al cual se adicionan 0,2 m por el espesor de la pared:

$$a_1 = 12,138 \text{ m} + 0,2 \text{ m} = 12,338 \text{ m}$$

$N = \text{Número de deflectores} = l_t = \text{largo del biofiltro} / \text{espaciado entre deflectores}$ (4-8)

$$N = l_t / a_1 = 97,10 / 12,338 = 7,87$$

Entonces $N = 8$ el mismo que contempla la pared final.

Calculo del largo de los deflectores: a_2

El largo de los deflectores está dado por: $a_2 = 0,75 * a_1$ (4-9)

$$a_2 = 0,75 * 48,75 = 26,89 \text{ m}$$

$$a_2 = 36,41 \text{ m}$$

Por lo que se puede apreciar, que entre deflectores debe existir 12,336 m de espacio para formar los canalitos de este ancho. Con lo que se obtuvieron 8 barreras que constituyen los deflectores.

Tabla IV-3 Resumen de dimensiones del biofiltro

PARÁMETRO	SÍMBOLO	MEDIDAS PARA DBO ₅	MEDIDAS COLIFORMES FECALES	UNIDAD
Volumen total del Biofiltro	V_t	1800	3300	m ³
Largo del Biofiltro	l_t	71,71	96,43	m
Ancho del Biofiltro	a_t	35,86	48,21	m
Altura del nivel de agua	h_t	0,7	0,7	m
Altura total del Biofiltro	h	0,80	0,80	m
Espaciado entre deflectores	a_1	8,96	12,14	m
Largo de los deflectores	a_2	26,89	36,41	m
Número de deflectores	N	8	8	

Fuente: Elaboración propia

Como observamos en la tabla anterior, las dimensiones para un Biofiltro que trabaja con la cinética de Coliformes Fecales es mucho mayor que trabajar con la cinética de DBO₅, lo cual nos garantiza que la DBO₅ estará cumpliendo los parámetros exigidos por la legislación boliviana.

4.4. TRATAMIENTO Terciario

Como describíamos líneas arriba, que una vez que hemos garantizado el tratamiento de la DBO₅ debemos también garantizar la desinfección del agua residual doméstica tratada, mediante la clarificación y la dosificación de cloro, ya sea como hipoclorito de calcio o sodio

4.4.1. DISEÑO DEL CLARIFICADOR

Para el dimensionamiento del tanque de refinación se utiliza la ecuación 4-4:

$$V_t = l_t * a_t * h_t$$

Donde:

$h_t = 2$ m Altura

$l_t =$ Largo del tanque de refinación

$a_t =$ ancho del tanque de refinación

$$V_t = 2a_t * a_t * 2 = 3300$$

$$a_t^2 = 3300/4$$

$$a_t = \mathbf{28,72m}$$

$$l_t = 2a_t$$

$$l_t = 57,44 \text{ m}$$

$$V_t = 57,44 * 28,72 * 2 = 3300 \text{ m}^3$$

Para el diseño del tanque basados en la relación de sus dimensiones:

LARGO: ANCHO : ALTO

2: 1: 2

Se tiene que el volumen total es

$$V_t = 3300 \text{ m}^3$$

Estará dado por las siguientes relaciones:

57,44 : 28,72 : 2

Por lo que a objeto del diseño se asumen los siguientes valores de diseño:

$l_t = 57,44$ m largo del tanque de refinación.

$a_t = 28,72$ m ancho del tanque de refinación.

$h_t = 2$ m altura del tanque de refinación.

$$V_t = 3300 \text{ m}^3$$

4.4.2.1 PARÁMETROS PARA DESINFECCIÓN.

Para este punto se recomienda la desinfección del agua residual mediante cloro; sea con hipoclorito de sodio o hipoclorito de calcio que son los desinfectantes más económicos, recomendables y más usados en estos tipos de tratamiento.

Para realizar una adecuada dosificación y obtener la demanda de cloro y el cloro residual se recomienda que se lleve a cabo un trabajo de investigación debido a que varios autores expertos en esta materia sugieren que se realice una serie de pruebas para la determinación de la dosis de cloro recomendada.

Para llevar a cabo una desinfección con cloro hay que tomar en cuenta ciertos aspectos, por ejemplo:

- Los subproductos de la desinfección
- Pruebas de dosificación de la dosis de cloro
- Contenido de cloro residual.

4.4.2.2. LOS SUBPRODUCTOS DE LA DESINFECCIÓN

El Consejero científico Antoine Montiel nos dice en su artículo de Desinfección del Agua, que cuando se aplica cloro, un poderoso oxidante en aguas cargadas con materia orgánica da lugar a reacciones químicas particulares.

Y que desde hace mucho tiempo se ha prestado atención a las reacciones secundarias más complejas, en particular con ciertas materias orgánicas presentes de forma natural en el agua. Se trata esencialmente de ácidos húmicos y de los ácidos fúlvicos. La consecuencia de estas reacciones secundarias es la producción de moléculas químicas particulares denominadas “organocloradas”. Algunas de dichas sustancias han resultado cancerígenas en animales de laboratorio.

El Centro de Investigación sobre el Cáncer ha evaluado los estudios, concluyendo que no es posible afirmar que el consumo de agua potable clorada pueda derivar en cánceres en el hombre.

4.4.2.3. PRUEBAS DE DOSIFICACIÓN DE LA DOSIS DE CLORO

La dosis de cloro que se va a inyectar corresponde a la cantidad de la demanda de cloro, íntimamente ligada a la calidad química y microbiológica del agua residual, y a la tasa residual deseada en el punto de descarga.

Por ello, es conveniente que antes de iniciar la desinfección, se efectúen pruebas para determinar el consumo de cloro.

En situaciones de emergencia, se recurrirá a una primera aproximación efectuada en laboratorio. Este método consiste en introducir cantidades crecientes de cloro (por ejemplo de 1 a 10 mg/l) en las muestras de agua que se van a tratar. Al cabo de media hora, las tasas de cloro que hay que inyectar indicará la muestra que contiene la tasa de cloro residual que más se aproxime a la deseada. Por supuesto, será necesario un ajuste de las dosis en el transcurso de la desinfección real a la salida del STAR.

4.4.2.4. CONTENIDO DE CLORO RESIDUAL.

Es muy importante asegurar que exista cloro libre a la salida del STAR: en adición a la acción bactericida del agua tratada en esta forma, el hecho de encontrar cloro en el agua demuestra que no se ha introducido materia orgánica que consumiera el cloro, y por tanto, probablemente tampoco microbios tras el tratamiento. Por el contrario, la ausencia anormal del desinfectante, debe hacer que los responsables apliquen de inmediato medidas de emergencia.

La cantidad de cloro residual es por consiguiente, una señal de alarma eficaz, inmediata y poco costosa, que permite monitorear la evolución de la calidad microbiológica de la descarga.

La medición regular del contenido de cloro residual permite controlar el funcionamiento adecuado de STAR y la ausencia de contaminantes en el punto de descarga. Dicha medición reviste, por tanto, un carácter indispensable. Hoy en día existen en el mercado Kits analíticos de campo que permiten efectuar, de forma simple, la dosificación del cloro. El método más recomendado y confiable a utilizar es el método de medición con el DPD (Dietil – fernilen – diamina).

4.4. DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS Y SEMISÓLIDOS

Cuando nos acercamos al STAR del Valle de la Concepción observamos a simple vista una inadecuada disposición de residuos sólidos que se sacan de las rejillas de separación

y residuos semisólidos que se retira del tanque sedimentador, como se pueden ver en las imágenes de abajo

Figura 4-1 Sólidos gruesos de las rejillas



Figura 4-2 Semisólidos provenientes del tanque sedimentador



Como se puede observar en las imágenes, existe un deficiente manejo de residuos sólidos lo cual origina malos olores, proliferación de vectores y daño a la vegetación del área.

Para esto se plantea lo siguiente:

1. Disposición de residuos de las rejillas en lugares autorizados
2. Elaboración de abono o compost a partir de costra y lodos del tanque sedimentador.

4.4.1 DISPOSICIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LAS REJILLAS

Para este punto tenemos que considerar

- Lugar de acopio temporal.
- Transporte de residuos.
- Disposición final.

4.4.2. LUGAR DE ACOPIO TEMPORAL

Para el caso de los residuos semisólidos se debe ubicar y construir un lugar donde el agua pueda escurrir y ser introducida al ingreso del STAR para que los semisólidos se deshidraten y puedan ser manejados con residuos sólidos.

Para el lugar de acopio temporal se recomienda usar contenedores con tapa para evitar la contaminación del agua de lluvia y la proliferación de vectores, construidos de plástico de alta densidad para que puedan ser lavados y sanitizados, que permiten fácil manejo y vaciado para ser usados en el transporte hasta el lugar de disposición.

Aparte que pueden ser apilables cuando se encuentran vacíos y acomodarlos en lugares donde no incomoden al personal.

4.4.3. TRANSPORTE Y DISPOSICIÓN FINAL DE RESIDUOS

El transporte y la disposición final pueden ser brindados por la Entidad Municipal de Aseo Tarija, ya que cuenta con servicio al Valle de la Concepción para el recojo de residuos sólidos domésticos aparte que cuenta con camiones adecuados para el transporte de los residuos y un lugar de disposición final que es el relleno sanitario de Pampa Galana en cual tiene toda la documentación ambiental necesaria.

CAPÍTULO V
ESTRATEGIA DE MANEJO AMBIENTAL

5.1. PLAN DE MITIGACIÓN DE IMPACTOS

Para comenzar con el plan de mitigación se deben ejecutar las propuestas del anterior capítulo para tener un mejor seguimiento y contrastar con los riesgos identificados, plantear acciones y actividades para la mitigación de los riesgos ambientales.

Es posible que una acción minimice o elimine uno o más riesgos; para mejor identificación, en la tabla V-1 se muestran plan de mitigación.

En la primera columna se tienen las actividades que se realizan en el STAR, en la segunda se tiene el impacto evaluado de la actividad, en la tercera tenemos en número de riesgo de la tabla III-12 (Riesgos Ambientales de Mayor Relevancia), en la cuarta se presenta la acción de mitigación, en la quinta se tiene el desglose de las acciones (actividades) y finalmente en la sexta columna tenemos los responsables del seguimiento de las actividades.

Tabla V-1 Plan de Mitigación

ITEM	ACTIVIDAD DEL STAR	IMPACTO	Nº DE RIESGO	ACCIÓN	ACTIVIDADES DE LAS ACCIONES	RESPONSABLE
1	Transporte de Agua Residual	Daño a los seres vivos	1	Implementación de la etapa Secundaria en el STAR	Diseños del filtro	Encargado de Planta y empresa constructora.
2	Transporte de Agua Residual	Contaminación del suelo	3		Limpieza del área y preparación del terreno	Empresa Constructora.
3	Filtración del agua (olores)	Contaminación del aire	10		Encofrado y vaciado del bio filtro y clarificador	Empresa Constructora.
4	Transporte de Agua Residual	Contaminación del aire	11		Llenado de grava	Empresa Constructora.
5	Salida de agua residual pre-tratada	Contaminación del suelo	12		Pruebas y monitoreo	Encargado de Planta y técnico de laboratorio.
6	Ingreso de agua residual (olores)	Contaminación del aire	8	Mejoramiento de la etapa de desinfección	Caracterización del efluente de salida del filtro	Encargado de Planta y técnico de laboratorio
7	Sedimentación de Agua Residual	Contaminación del aire	9		Pruebas de laboratorio (dosificación y cloro residual)	Técnico de Laboratorio

ITEM	ACTIVIDAD DEL STAR	IMPACTO	Nº DE RIESGO	ACCIÓN	ACTIVIDADES DE LAS ACCIONES	RESPONSABLE
8	-	-	-		Monitoreo	Encargado de Planta y técnico de laboratorio
9	Retiro de Sólidos gruesos	Contaminación del suelo	2	Mejoramiento de la disposición de sólidos.	Relevamiento de cantidad de contenedores necesarios	Técnico de Laboratorio
10	Transporte de Agua Residual	Contaminación del agua	4		Cotización de contenedores	Encargado de Planta
11	Taponamiento de rejilla	Contaminación del suelo	5		Compra de contenedores	Encargado de Planta
12	Retiro de costra de sedimentador	Contaminación del suelo	6		Elaboración de convenio o contrato con EMAT	Encargado de Planta
13	Retiro de casajo con lodo	Contaminación del suelo	13		Monitoreo	Encargado de Planta y técnico de laboratorio
14	Fisuras del tanque	Contaminación del suelo	7	Contingencias	Evaluación de contingencias del STAR	Encargado de Planta
15	Filtración del agua (rebalse)	Contaminación del suelo	14		Elaboración de plan de contingencias del STAR	Encargado de Planta

Fuente elaboración propia

Una vez que se proponen las medidas de mitigación, estas tienen que entrar en un cronograma para que formen parte de las medidas restauradoras de acuerdo al nivel del riesgo y así poder establecer de mejor manera los costos de inversión en las medidas compensatorias, restauradoras u otras

5.2 PLAN DE PREVENCIÓN DE RIESGOS Y CONTINGENCIAS

Dentro de la evaluación de impactos ambientales (tabla III -12) se tomaron en cuenta posibles actividades de contingencia que pueden afectar al STAR. y también se las incluyó en el plan de mitigación (tabla V-1), pero hay algunas actividades que requieren de un seguimiento en particular por ejemplo los riesgos Nº 7 y 14.

A continuación, definimos todas estas actividades de contingencia que fueron identificadas en la tabla III-12

Tabla V-2 Actividades de Contingencia

N° de Riesgo	PROCESO	ASPECTO	IMPACTO	ACTIVIDAD	GRAVEDAD	FRECUENCIA	LEGISLACIÓN APLICABLE	REVERSIBILIDAD	COMUNIDAD	TOTAL
4	Transporte de agua residual desde el punto de descarga hasta el río Camacho	Riesgo de derrames	Contaminación del agua	Transporte de Agua Residual	4	3	5	4	3	19
5	Separación de Sólidos Gruesos	Riesgo de derrames	Contaminación del suelo	Taponamiento de rejilla	3	2	5	3	5	18
7	Tanque Sedimentador	Riesgo de derrames	Contaminación del suelo	Fisuras del tanque	4	1	5	2	5	17
12	Tanque Sedimentador	Riesgo de derrames	Contaminación del suelo	Salida de agua residual pre-tratada	3	1	5	3	3	15
14	Filtro	Riesgo de derrames	Contaminación del suelo	Filtración del agua (rebalse)	3	1	5	2	3	14

Fuente: Elaboración propia

Las actividades 4, 5, 12 están incluidas en el plan de mitigación, las mismas serán subsanadas una vez que entren en ejecución las medidas restauradoras y compensatorias para las actividades 7 y 14 como ya se dijo se tiene que plantear un seguimiento

5.2.1 INSPECCIONES DE SEGUIMIENTO Y MONITOREO DEL STAR

Para llevar a cabo un adecuado seguimiento es necesario establecer inspecciones y monitoreos y lo que se recomienda para el presente trabajo son dos tipos de inspección:

- Inspección Visual externa
- Inspección Visual interna

5.2.1.1 INSPECCIÓN VISUAL EXTERNA

La inspección visual externa se puede establecer de manera mensual para realizar correcciones rápidas. La misma consiste en una evaluación del estado del tanque, verificación que no existan fisuras, filtraciones, desportilladuras, todo tipo de daño físico y que sea visual

5.2.1.2 INSPECCIÓN VISUAL INTERNA

Para la inspección visual interna se recomienda que se realice de manera semestral parando la planta o realizando un by-pass para poder realizar la inspección de manera adecuada

5.3 PLAN DE MEDIDAS COMPENSATORIAS, RESTAURADORAS U OTRAS

Para las medidas compensatorias se recomienda primeramente elaborar un estudio para ver el grado de contaminación que tiene el suelo y se propone lo siguiente.

Como es casi 1 kilómetro que recorre el agua residual desde el punto que se libera hasta el punto donde se descarga al cuerpo receptor, se plantea que una vez que el agua residual tenga un adecuado tratamiento y el punto donde se llegue a unir al cuerpo receptor sea el adecuado (que se una directamente al cuerpo receptor), la tierra que antes estaba en contacto con el agua residual sea tratada adecuadamente, se trate el suelo según el grado de contaminación a fin de evitar contaminación en posibles acuíferos y daño a los seres vivos de la zona (ya en el estudio que se lleve a cabo se determinará el tipo de tratamiento según los tipos de contaminantes).

CAPÍTULO VI

**SISTEMAS DE SEGUIMIENTO,
VIGILANCIA Y CONTROL**

6.1. CONTROL.

El control debe estar a cargo del Municipio de Uriondo mediante la implementación de un laboratorio de análisis de aguas residuales ya que la planta de tratamiento depende del mismo.

Pueden realizarse controles tres veces al día, ya que se manejan aguas residuales domésticas y no hay variaciones muy considerables en la calidad del agua residual

6.2 SEGUIMIENTO

El organismo de seguimiento debe ser en este caso la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Agua Potable y Saneamiento Básico (AAPS) dependiente del Ministerio de Medio Ambiente la misma que cuenta con los reglamentos administrativos para llevar a cabo esta tarea.

La AAPS debe llevar a cabo el seguimiento de los resultados del control del tratamiento de aguas residuales y los mismos deben estar dentro de los parámetros exigidos por las normativas legales aplicables

CAPÍTULO VII
RESULTADOS OBTENIDOS,

7.1. RESULTADOS OBTENIDOS

Los resultados del análisis de las aguas residuales salidos del Sistema de Tratamiento de Agua Residual del Valle de la Concepción que se realizó en los laboratorios de COSAALT se muestran en la siguiente tabla.

Tabla VII-1 Resultados de las AR al ingreso del STAR

ENTRADA TANQUE		
PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO
TEMPERATURA	°C	10,3
pH		7,3
DQO	mg/l	1010
DBO5	mg/l	347
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	4,60E+07
COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	2,40E+07

Fuente: Análisis por COSAALT

Tabla VII-2 Resultados de las AR a la salida del tanque sedimentador

SALIDA TANQUE		
PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO
TEMPERATURA	°C	10,2
pH		7,05
DQO	mg/l	699
DBO5	mg/l	276
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	4,60E+07
COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	2,40E+07

Fuente: Análisis por COSAALT

Tabla VII-3 Resultados del tratamiento de las AR a la salida del STAR

SALIDA FILTRO		
PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO
TEMPERATURA	°C	9,9
pH		7,13
DQO	mg/l	544
DBO5	mg/l	243
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	4,60E+07

COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	9,30E+06
---------------------------	-----------	----------

Fuente: Análisis por COSAALT

Tabla VII-4 Resultados de las Aguas del Río Camacho antes del punto de Descarga

ANTES DE LA DESCARGA		
PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO
TEMPERATURA	°C	9,3
pH		7,1
DQO	mg/l	31
DBO5	mg/l	3,4
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	9,30E+02
COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	9,30E+01

Fuente: Análisis por COSAALT

Tabla VII-5 Resultados de las Aguas del Río Camacho en el punto de descarga

EN LA UNIÓN DE DESCARGA		
PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO
TEMPERATURA	°C	10,3
pH		7,15
DQO	mg/l	124
DBO5	mg/l	46
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	4,60E+03
COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	2,40E+03

Fuente: Análisis por COSAALT

Tabla VII-6 Resultados de las Aguas del Río Camacho después del punto de descarga

DESPUÉS DE LA DESCARGA		
PARÁMETRO	UNIDAD	RESULTADO
TEMPERATURA	°C	9,6
pH		7,42
DQO	mg/l	62
DBO5	mg/l	10,3
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	2,40E+03

COLIFORMES	NMP/100ml	4,30E+02
FECALES		

Fuente: Análisis por COSAALT

Para corroborar los valores de estos parámetros se presenta la fotocopia del documento original en el anexo 3,

El muestreo se realizó en temporada seca, llevando todos los materiales necesarios al punto de muestreo. En este caso se realizó un muestreo de 8 horas, tomando cada hora una muestra y midiendo el caudal de salida del STAR, para poder obtener la cantidad de carga contaminante que recibe el cuerpo receptor, el río Camacho.

Esta metodología se la aplicó también al punto de muestreo del ingreso del STAR y a la salida del tanque sedimentador, pero solo se midieron los caudales de entrada y salida del STAR que sería el ingreso al tanque sedimentador y salida del filtro correspondientemente.

Los muestreos que se realizaron en el río Camacho fueron puntuales, se realizaron alrededor de 50 metros antes del punto de descarga, en el punto de unión de los efluentes con las aguas del río Camacho y 50 metros más abajo del punto de unión de los efluentes con las aguas del río Camacho

Aclaremos que el punto de salida del STAR y el punto de unión de los efluentes con las aguas del río Camacho se encuentran a una distancia considerable de aproximadamente 1 km, tal como se puede apreciar en la imagen de abajo y de esta distancia solo los primeros 150 metros aproximadamente cuentan con tubería.

Figura 7-1 Distancia del STAR y el Punto de unión



CAPÍTULO VIII
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES,

8.1. CONCLUSIONES

Se ha cumplido con el objetivo general del presente Trabajo de Grado de Identificar y Evaluar los Riesgos Ambientales del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domiciliarias del Valle de la Concepción (Municipio de Uriondo), los mismos que son 14 y se los puede ver en la Tabla Tabla III-12 Riesgos Ambientales de Mayor Relevancia.

- Se cumplió con el objetivo de realizar el análisis físico químico y microbiológico de las aguas residuales del sistema de tratamiento del Valle de la Concepción, cuyos resultados nos muestra la eficiencia de cada proceso, como se puede observar en la tabla de abajo que son eficiencias de remoción muy bajas

Tabla VIII – 1 Eficiencia de remoción de contaminante del tanque sedimentador

PARÁMETRO	UNIDAD	ENTRADA AL SEDIMENTADOR	SALIDA AL SEDIMENTADOR	EFICIENCIA DEL PROCESO
DQO	mg/l	1010	699	31%
DBO5	mg/l	347	276	20%
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	4,60E+07	4,60E+07	0%
COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	2,40E+07	2,40E+07	0%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla VIII – 2 Eficiencia de remoción de contaminante del filtro de grava

PARÁMETRO	UNIDAD	ENTRADA AL FILTRO	SALIDA AL FILTRO	EFICIENCIA DEL PROCESO
DQO	mg/l	699	544	22%
DBO5	mg/l	276	243	12%
COLIFORMES TOTALES	NMP/100ml	4,60E+07	4,60E+07	0%
COLIFORMES FECALES	NMP/100ml	2,40E+07	9,30E+06	61%

Fuente: Elaboración Propia

- Se cumplió con el objetivo de realizar el análisis físico químico y microbiológico de las aguas del río Camacho para poder estimar la carga

contaminante que recibe el mismo y ver si cambia de clase o no ya que el Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica reglamenta lo mencionado.

Como se observó en el Capítulo III del presente trabajo, el río Camacho sufre un cambio de clase de C a D, según la tabla III-21, lo cual es regulado por la legislación ambiental aplicable según los artículos 6 y 7 del Reglamento en Materia de Contaminación Hídrica

- También se cumplió con el objetivo de valorar los riesgos ambientales para poder establecer las deficiencias del sistema de tratamiento de aguas del Valle de la Concepción, pudiendo así constituir los principales riesgos que afectan al medio ambiente como se muestran en la Tabla III-12 Riesgos Ambientales de Mayor Relevancia.
- Al establecer los principales riesgos se puede proponer medidas de mitigación para las deficiencias del sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domiciliarias existente en el Valle de Concepción las mismas que se desarrollaron en el capítulo IV del presente trabajo y también se establecieron las medidas de mitigación que se pueden apreciar en la tabla V-1 Plan de Mitigación.

8.2. RECOMENDACIONES

Como en el presente Trabajo de Grado se planteó que se identifiquen los riesgos ambientales, se plantea y recomienda la ejecución de las acciones de mitigación para la remediación del daño ambiental que sufre el entorno y el cuerpo receptor realizando o incorporando dentro del Plan Operativo Anual del Municipio de Uriondo.

Según los resultados de los análisis del agua residual se puede observar que el Sistema de tratamiento de Aguas Residual del Valle de la Concepción es un sistema incompleto, el mismo que no garantiza el tratamiento adecuado de las aguas residuales según normativa ambiental aplicable; es más, al centralizar las descargas

domiciliarias, concentra la contaminación en un solo punto ocasionando daños considerables a los seres vivos de la zona y poniendo en riesgo la salud de las personas y comunidades que viven alrededor y para ello se recomienda lo siguiente.

- Como ya mencionamos que se tiene actualmente un sistema incompleto, se recomienda la implementación de la etapa de tratamiento secundario adecuada para reducir el DBO5 y el DQO.
- También se recomienda la implementación de la etapa terciaria, la que corresponde la desinfección de las aguas residuales con cloro, tal vez la etapa más importante para prevenir enfermedades a los seres vivos de la zona, como ser personas y animales.
- Se recomienda llevar a cabo un manejo adecuado de los residuos sólidos del STAR para prevenir la contaminación del suelo y la proliferación de vectores.
- Se recomienda que se realice de manera inmediata la restricción del acceso a personas particulares al STAR, para evitar posibles daños al proceso de tratamiento de agua residual.
- Se recomienda la implementación de medidas de control para el monitoreo de los parámetros del agua residual, para llevar a cabo un seguimiento adecuado y poder prevenir desvíos y malos manejos en el proceso de tratamiento.
- Pedir al Municipio de Uriondo que se tome en cuenta dentro del Plan de inversiones el presupuesto para las mitigaciones de los riesgos ambientales identificados
- Finalmente, se recomienda que se socialice y se informe a las personas de los alrededores del tipo de tratamiento que se lleva a cabo en los predios de STAR, para que tengan conocimiento de los riesgos a los que están expuestos.

BIBLIOGRAFÍA

Departamento de Sanidad del Estado de New York (1990). *Manual de Tratamiento de Aguas Negras*. Editorial Limusa, S.A. de C.V. Balderas 95, Primer piso, 06040, México, D.F.

Grupo TAR - Fundación Gustavo Medina Ortiz. (2007, Enero). *Guía del curso de verano: Ingeniería y Gestión de Aguas Residuales*. Libro en formato digital (PDF).

Ing Ariel Ortega; *Cumbre vial departamental gobernacion seccional de Uriondo* [Artículo en línea]. Fecha de consulta: 13 de noviembre de 2014.
<http://www.tarija.gob.bo/documentos/plan-vial-departamental-2012/plan-vial-departamental-URIONDO.pdf>

Jairo Alberto Romero Rojas, (1999). *Tratamiento de Aguas Residuales Teoría y Principios de Diseño*. Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería, Avenida 13 N° 205-59. Santa Fé de Bogotá.

Janette Ortega; *Valle de la Concepción*, Elpaisonline; [Artículo en línea]. Fecha de consulta: 13 de noviembre de 2014.

<http://www.elpaisonline.com/index.php/cantaro/item/115255-valle-de-concepcion>
rincondelvago.com (1998). *Tratamiento de Aguas Residuales*. De :
<http://html.rincondelvago.com/tratamiento-de-aguas-residuales.html>

Rodriguez, J. R. (2011). *Elaboración del manifiesto ambiental de abandono del relleno sanitario de la comunidad "el cinco" de la ciudad de Bermejo* (Licenciado en Ing. Química). Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, Facultad de Ciencias y Tecnología. Tarija (Bolivia).

Wikipedia, (2011, Noviembre 24). *Tratamiento de Aguas Residuales*. De :
http://es.wikipedia.org/wiki/Tratamiento_de_aguas_residuales#Tratamiento_primario