

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

**FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



TRABAJO DIRIGIDO

**EVALUACIÓN DEL NIVEL DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS EN
UNIDADES DE TRATAMIENTO Y EN QUEBRADAS NATURALES DEL
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE ARAPATA (La Paz)**

Juana Acarapi Blanco

LA PAZ – BOLIVIA

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**EVALUACIÓN DEL NIVEL DE TRATAMIENTO DE AGUAS SERVIDAS EN
UNIDADES DE TRATAMIENTO Y EN QUEBRADAS NATURALES DEL
SISTEMA DE ALCANTARILLADO SANITARIO DE ARAPATA (La Paz)**

Trabajo Dirigido presentado como
requisito parcial para optar al Título
de Ingeniero Agrónomo.

Juana Acarapi Blanco

ASESOR:

Ing. Roberto Miranda Casas

.....

TUTOR:

Ing. Amb. Nathan Reents

.....

COMITÉ REVISOR:

Dr. Vladimir Orsag Céspedes

.....

Dr. Aquiles Arce Laura

.....

Dr. Magali García Cárdenas

.....

APROBADA

Presidente:

.....

LA PAZ – BOLIVIA

2007

INDICE

PARTE I	INTRODUCCIÓN	1
1,1	Descripción del problema	1
1,2	Justificación	1
1,3	Objetivos	4
1.3.1	Objetivo general	4
1.3.2	Objetivos específicos	4
PARTE II	SECCIÓN DIAGNOSTICA	5
2,1	Descripción metodológica del estudio	
2.1.1	Físico – Social y Económico	5
2.1.2	Descripción general de la zona y del estudio	5
2.1.2.1	Ubicación geográfica	5
2.1.2.2	Características de la cuenca hidrográfica	6
2.1.2.3	Características del ecosistema	6
2,2	Descripción social y económica del Municipio de Arapata	6
2.2.1	Servicios básicos	7
2.2.1.1	Educación	7
2.2.1.2	Salud	7
2.2.1.3	Organizaciones existentes	7
2.2.2	Cálculo de la población de diseño	8
2.2.3	Tamaño de la población por unidad de tratamiento	9
2,3	Descripción de parámetros de evaluación de aguas servidas	9
2.3.1	Parámetros de monitoreo considerados en el estudio	12
2.3.1.1	pH	12
2.3.1.2	Sólidos Totales Suspendidos (STS)	13
2.3.1.3	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	13
2.3.1.4	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	14
2.3.1.5	Nitratos (NO ₃)	16
2.3.1.6	Fosfatos Totales (SUR)	17
2.3.1.7	Sólidos Disueltos (Turbidez)	17
2.3.1.8	Coliformes Fecales	18
2.3.2	Selección de los puntos de monitoreo	18
2.3.2.1	Punto de muestreo en la cámara de ingreso con rejilla	18
2.3.2.2	Punto de muestreo en el cuerpo receptor	19
2.3.2.3	Punto de muestreo en la quebrada natural	19
2.3.3	Frecuencia de muestreo	19
2.3.4	Metodología del análisis	19
2,4	Diseño de las plantas de tratamiento de aguas residuales	20
2.4.1	Cálculos de diseño	20
2.4.1.1	Generación diaria por habitante	20

2.4.1.2	Parámetros de diseño de la planta de tratamiento	21
2.4.2	Componentes de la unidad de tratamiento	26
2.4.2.1	Cámara de ingreso con rejilla	26
2.4.2.2	Tanque séptico	26
2.4.2.3	Filtro biológico anaeróbico	27
2.4.2.4	Cabezal de descarga	27
2.4.2.5	Lecho de secado de lodos	28
2.5	Evaluación de las unidades de tratamiento de aguas servidas	28
2.5.1	Determinación de los parámetros ambientales	28
2.5.1.1	pH	28
2.5.1.2	Sólidos Totales Suspendidos	29
2.5.1.3	Demanda Química de Oxígeno	30
2.5.1.4	Demanda Bioquímica de Oxígeno	31
2.5.1.5	Nitratos	32
2.5.1.6	Fosfatos Totales	33
2.5.1.7	Sólidos Disueltos	34
2.5.1.8	Coliformes Fecales	35
2.5.2	Evaluación del grado de contaminación mediante índices	36
2.5.2.1	Índices de contaminación de los STS	37
2.5.2.2	Índices de contaminación de la DQO	38
2.5.2.3	Índices de contaminación de la DBO	39
2.5.2.4	Índices de contaminación de los Coliformes	39
2.5.3	Evaluación de la eficiencia de las unidades de tratamiento	40
2.5.3.1	Eficiencia de la unidad de tratamiento Uno	40
2.5.3.2	Eficiencia de la unidad de tratamiento Dos	42
2.5.3.3	Eficiencia de la unidad de tratamiento Tres	43
2.5.3.4	Eficiencia de la unidad de tratamiento Cuatro	45
2.5.3.5	Eficiencia de la unidad de tratamiento Seis	46
PARTE III	SECCION PROPOSITIVA	49
3.1	Propuesta de gestión ambiental para la EPSA	49
3.2	Ciclo del Sistema de Gestión Ambiental incorporada a la EPSA	49
3.3	Políticas Ambientales de la EPSA y H.A.M.	50
3.4	Planificación de la EPSA	51
3.4.1	Aspectos Ambientales	51
3.4.2	Objetivos y Metas Ambientales de la EPSA	52
3.4.3	Implementación y operación de la EPSA	56
3.4.3.1	Recursos, funcione, responsabilidades y autoridades	56
3.4.3.2	La capacitación	57
3.4.3.3	Control operativo de la EPSA	58
3.5	Verificación de Acciones Correctivas y Preventivas de la EPSA	59
PARTE IV	SECCIÓN CONCLUSITIVA	60

4.1	Operación de las unidades de tratamiento de aguas servidas	60
4.2	Clasificación de las aguas servidas tratadas	60
4.2.1	Clasificación de la unidad de tratamiento uno	60
4.2.2	Clasificación de la unidad de tratamiento dos	60
4.2.3	Clasificación de la unidad de tratamiento tres	61
4.2.4	Clasificación de la unidad de tratamiento cuatro	61
4.2.5	Clasificación de la unidad de tratamiento seis	61
4.3	Funcionalidad de la unidad de tratamiento	62
4.4	Capacitación de recursos humanos	62
4.5	Actores principales para lograr la Sostenibilidad	63
PARTE V	BIBLIOGRAFIA	64

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1	Proyección de la tasa de crecimiento	8
Cuadro 2	Población beneficiada	9
Cuadro 3	Generación de aguas residuales por uso domestico	21
Cuadro 4	Generación de aguas residuales por otros usos	21
Cuadro 5	Parámetros para el diseño de las cámaras sépticas	23
Cuadro 6	Parámetros para el diseño de los filtros anaeróbicos	25
Cuadro 7	Parámetros para el diseño de los lechos de secado	26
Cuadro 8	Índice de contaminación del factor de STS	37
Cuadro 9	Índice de contaminación del factor de la DQO	38
Cuadro 10	Índice de contaminación del factor de la DBO	39
Cuadro 11	Índice de contaminación del factor de Coliformes	40
Cuadro 12	Eficiencia de la unidad de tratamiento Uno	41
Cuadro 13	Eficiencia de la unidad de tratamiento Dos	42
Cuadro 14	Eficiencia de la unidad de tratamiento Tres	44
Cuadro 15	Eficiencia de la unidad de tratamiento Cuatro	45
Cuadro 16	Eficiencia de la unidad de tratamiento Seis	47
Cuadro 17	Aspectos / Impactos Ambientales de la Unidad de Tratamiento	52
Cuadro 18	Objetivos y Metas Ambientales	53
Cuadro 19	Programas de gestión ambiental	54
Cuadro 20	Planes de Emergencia	58

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Planta de tratamiento de aguas servidas	20
Figura 2	Dinámica del pH en la unidad de tratamiento	29
Figura 3	Dinámica de los STS en de la unidad de tratamiento	30
Figura 4	Dinámica de la DQO en de la unidad de tratamiento	31
Figura 5	Dinámica de la DBO en de la unidad de tratamiento	32
Figura 6	Dinámica del nitrato en de la unidad de tratamiento	33
Figura 7	Dinámica de los fosfatos en de la unidad de tratamiento	34
Figura 8	Dinámica de los SD en de la unidad de tratamiento	35
Figura 9	Dinámica de los Coliformes en de la unidad de tratamiento	36
Figura 10	Eficiencia de la unidad de tratamiento Uno por variables evaluadas	41
Figura 11	Eficiencia de la unidad de tratamiento Dos por variables evaluadas	43
Figura 12	Eficiencia de la unidad de tratamiento Tres por variables evaluadas	44
Figura 13	Eficiencia de la unidad de tratamiento Cuatro por variables evaluadas	46
Figura 14	Eficiencia de la unidad de tratamiento Seis por variables evaluadas	47
Figura 15	Ciclo del Sistema de Gestión Ambiental de la EPSA	49

ANEXO

ANEXO 1	Análisis físico químico con equipo portátil
ANEXO 2	Análisis bacteriológico
ANEXO 3	Diseño de las unidades de tratamiento
ANEXO 4	Parámetros de evaluación del reglamento ambiental 1333
ANEXO 5	Fotografías

AGRADECIMIENTO

*Agradezco a mis padres y hermanos que me apoyaron
en todo momento de mi vida a culminar el sueño de
toda la familia que es defender mi Trabajo D irigido .*

DEDICATORIA

Dedico este Trabajo Dirigido a mis padres y hermanos por haber apoyado tanto moral y materialmente en todo éste proceso de culminación de mis estudios superiores a nivel Licenciatura en la carrera de Ingeniera Agrónoma.

Especialmente va dedicado a mi Carrera de Ingeniería Agronómica, Facultad de Agronomía y Plantel Docente que forjaron mi formación académica en la etapa de estudiante.

Lo dedico a la institución ACDI/VOCA, por el apoyo en la ejecución de este Trabajo Dirigido que ayudo a evaluar el nivel de tratamiento que reciben las aguas servidas en el sistema de alcantarillado sanitario y sus unidades de tratamiento.

Con éstas palabras dedico mi Trabajo Dirigido a toda la Familia Acarapi y Familia Blanco quienes son el vivo testigo de éste sueño.

Va dedicado a una persona muy especial en mi vida presente que me apoyo en cumplir mis sueños a nivel profesional.

Además hago llegar mis sinceros agradecimientos a tos mis amigos y compañeros de estudio y trabajo.

Va dedicado al aprovechamiento de los conocimientos implementados a todos los lectores de mi Trabajo Dirigido.

RESUMEN

En resumen este Trabajo Dirigido contribuirá a identificar el nivel de tratamiento que reciben las aguas servidas antes y después de ser tratadas en las respectivas unidades de tratamiento en estudio.

Existe un vacío en este tema concreto de evaluación de la calidad de aguas servidas en unidades de tratamiento, con mi trabajo dirigido se completará y generará información para la institución ACADI/VOCA, población beneficiada de Arapata y lectores interesados.

Además, es necesario certificar la calidad de aguas servidas ya tratadas mediante un Sistema de Gestión Ambiental que lo implementará la EPSA y la tarea de la H.A.M. de Coripata es implementar las Políticas de Gestión Ambiental propuestas en este trabajo dirigido.

Se obtuvo los siguientes resultados según las Normas vigentes del Reglamento de Medio Ambiente (Ley 1333), La clasificación de las descargas de aguas servidas de las unidades de tratamiento N° 1, N° 2, N° 4, N° 6 corresponde a la Clase C, según la clasificación de los cuerpos de agua por su aptitud de uso, N° 3 genera descargas que corresponden entre la Clase C y Clase D, basado en la clasificación de los cuerpos de agua según su aptitud de uso.

Para abastecimiento de agua potable se debe cumplir los siguientes pasos, un tratamiento físico químico completo.

Es importante la capacitación de Recursos Humanos, debido a que ellos son los actores principales que garantizan la funcionalidad y sostenibilidad de las unidades de tratamiento.

SUMMARY

In summary this Directed Work will contribute to identify the treatment level that you/they receive the waters served before and after being treated in the respective treatment units in study.

It exists an it emptied in this concrete topic of evaluation of the quality of waters served in treatment units, with my directed work it was completed and it generated information for the institution ACIDI/VOCA, benefitted population of Arapata and interested readers.

Also, it is necessary to certify the quality of waters already served tried by means of a System of Environmental Administration that implemented it the EPSA and the task of the H.A.M. of Coripata it is to implement the Politicians of Environmental Administration proposed in this directed work.

It was obtained the following results according to the effective Norms of the environment Regulation (Law 1333), The classification of the discharges of served waters of the treatment units N° 1, N° 2, N° 4, N° 6 corresponds to the Clase C, according to the classification of the bodies of water for its use aptitude, N° 3 generates discharges that correspond between the Clase C and Clase D, based on the classification of the bodies of water according to its use aptitude.

For supply of drinkable water it should be completed the following steps, a complete chemical physical treatment.

It is important the training of human resources, because they are the main actors that guarantee the functionality and sostenibilidad of the treatment units.

PARTE I INTRODUCCION

1.1 Descripción del problema

La población de Arapata no presenta una noción verdadera de los beneficios que implica la instalación de un sistema de tratamiento de aguas servidas, ya que esta tiene como función disminuir la contaminación del ambiente. En este sentido se utilizarán equipos especializados para determinar el grado de tratamiento que estén recibiendo las aguas servidas en las unidades de tratamiento del sistema de alcantarillado sanitario.

La población beneficiada de este sistema de alcantarillado no tiene noción de los beneficios de la implementación de las unidades de tratamiento para la depuración de las aguas servidas. Los beneficiados con este proyecto no tienen un conocimiento real de los impactos medio ambientales que causan las aguas servidas.

Mi trabajo dirigido contribuirá a identificar el nivel de tratamiento que reciben las aguas servidas antes y después de ser tratadas en las respectivas unidades de tratamiento en estudio.

Las aguas servidas previamente tratadas se descargan a las quebradas naturales o cuerpos de agua donde pasa otro proceso de tratamiento natural, la cual será utilizada en diversas actividades, como la agricultura.

1.2 Justificación

Con el desarrollo de la ciencia y la tecnología, se ha elevado el estándar de vida de la población en determinadas regiones y el continuo aumento de la población a nivel mundial ha originado un aumento considerable de las necesidades de agua potable para satisfacer la demanda de la población. Las estadísticas indican que

en los últimos 80 años la población mundial creció 2.2 veces, mientras que el consumo de agua aumentó siete veces.

Existe un vacío en este tema concreto de evaluación de la calidad de aguas servidas en unidades de tratamiento, con mi trabajo dirigido se completara y generara información para la institución, población beneficiada y lectores interesados.

Se calcula que las necesidades mínimas de la población rural se pueden satisfacer con 50 litros/habitante-día, según el periodo del año. Siendo gran parte de esta agua enviada hacia ríos, lagos incrementando su contaminación, lo que constituye un problema grave por la contaminación creciente de las napas subterráneas, cauces ó drenes donde se desechan, produciendo contaminación de aguas y suelos.

Las aguas residuales son materiales derivados de residuos domésticos, los cuales por razones de salud publica y por consideraciones económica y estética, no pueden desecharse vertiéndolas sin tratamiento.

El tratamiento de las aguas residuales da como resultado la eliminación de microorganismos patógenos, evitando así que estos microorganismos lleguen a ríos o a otras fuentes de abastecimiento.

Por consiguiente, ACIDI/VOCA promueve actividades y proyectos orientados a construir y mejorar las condiciones de vida de los pobladores y de esta manera proteger al medio ambiente. Por tal motivo, se llevo la evaluación del nivel de tratamiento de las aguas servidas con un equipo especial de análisis, que determina la eficiencia las unidades de tratamiento.

De acuerdo a la ley del medio ambiente señala, que todo unidad de tratamiento debe ser monitoreado cada cierto tiempo.

Así mismo, esta agua deberá ser reutilizada para el riego de los productos agrícolas. Además, es necesario certificar su calidad.

De acuerdo a la Ley de Medio Ambiente 1333 mi trabajo dirigido contribuirá en la identificación del cumplimiento de los parámetros permitidos de acuerdo a ley.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo general

- Evaluación del nivel de tratamiento de aguas servidas en unidades de tratamiento y en quebradas naturales del sistema de alcantarillado sanitario de Arapata.

1.3.2 Objetivos específicos

- Describir las unidades de tratamiento de la población beneficiada.
- Identificar el nivel de tratamiento y la calidad de agua que se obtiene de las aguas servidas antes y después de ser tratadas en las seis unidades de tratamiento tanto en quebradas naturales.
- Plantear los manejos de operación y mantenimiento para las unidades de tratamiento de aguas residuales.

PARTE II SECCION DIAGNOSTICO

2.1 Descripción metodológica del estudio

2.1.1 Fisico – Social y Economico

La identificación de los sitios de muestreo en la zona de trabajo se realizó a mediados del mes de enero del 2006. Esta actividad consistió en determinar los puntos de muestreo antes y después de ser tratadas las aguas servidas en las unidades de tratamiento y en quebradas naturales se determinó la distancia de toma de muestra de 200 metros aguas abajo.

De acuerdo al trabajo dirigido se llevó adelante un diagnostico preliminar de la población, se identificó que la población beneficiada de Arapata, anteriormente no gozaban de este beneficio como es el alcantarillado sanitario con sus respectivas unidades de tratamiento. Por tanto se trabajo de forma directa con autoridades y usuarios las cuales apoyaron con la s descripción socio cultural de la zona.

Se identifico de donde provenían los recursos económicos de parte de la población beneficiada, las cuales solventaban sus gastos diarios de acuerdo a un diagnostico preliminar que se levantó con todas las autoridades de la población, con el apoyo de la institución ACDI/VOCA.

2.1.2 Descripción general de la zona y del estudio

2.1.2.1 Ubicación geográfica

las unidades de tratamiento se localiza en el Municipio de Arapata, Provincia de Nor Yungas del Departamento de La Paz, situado entre los 15° 30` 39.5`` de

latitud sur y los 67° 09` 35.6`` de longitud oeste del meridiano de Greenwich, a una altura promedio de 1600 msnm.

2.1.2.2 Características de la cuenca hidrográfica

La zona pertenece a la cuenca del Río Pery, donde las aguas tratadas de las unidades de tratamiento son descargadas a las quebradas naturales las cuales se conectan con el Río Pery. También, cabe mencionar que en el río se descargan las aguas provenientes de otras comunidades aledañas que aun no tienen un sistema de alcantarillado sanitario.

2.1.2.3 Características de ecosistema

La zona se localiza en la parte altas de los Yungas, donde la principal actividad de la población es el cultivo de la coca, y con una demografía creciente. Según la clasificación forestal nacional, la zona pertenece a un bosque denso o ralo mesofítico de altura.

Presenta en su geología rocas conformadas por, pizarras esquistos, cuarcitas y arenisca. Su vegetación es propia de formaciones subserales y áreas antrópicas. Presenta suelos con pendientes inclinadas a muy escarpadas, poco profundos, afloramientos rocosos, y suelos arcillo limosos, capas de hoja rasca en descomposición y humus en la superficie suavemente ácidos, bosque denso en algunas zonas, y cultivos de subsistencia. El clima es calido y húmedo con una temperatura promedio anual que oscila alrededor de los 22 °C (SENAMHI)

2.2 Descripción social y económica del Municipio de Arapata

La población mantiene sus costumbres y valores tradicionales propios del lugar de origen aymará en la mayoría. Es evidente la fuerte tradición de adoración a la pachamama, de acuerdo al calendario religioso. El rol de los varones esta

dedicado fundamentalmente a la producción agrícola en especial con plantaciones de coca, las mujeres al mismo tiempo apoyan con el mismo trabajo y además llevan adelante las labores de casa, acopio y comercialización de productos de cosecha, la población solo migra en época de sequía a zonas más calidas como ser al Municipio de la Asunta (H.A.M. de Coripata).

El ingreso promedio mensual es de 500 Bs. por familia, este dato se identifico mediante la elaboración de un diagnostico comunitario con lideres de la población de Arapata.

2.2.1 Servicios básicos

2.2.1.1 Educación

La población de Arapata, cuenta con dos unidades educativas para primaria y secundaria lo que cubre todos los grados requeridos, por el nivel que tiene asisten alumnos desde otros asentamientos fuera de Arapata.

2.2.1.2 Salud

Se cuenta con una posta sanitaria dependiente de la alcaldía de Coripata y la departamental SEDES La Paz, el cual ofrece atención sanitaria básica a los pobladores de diferentes comunidades.

2.2.1.3 Organizaciones existentes

El Sindicato Agrario, el Agente Cantonal son las Autoridades máximas de la población, además cuenta con una Junta de Vecinos, Junta de Padres de Familia, Transportistas y Liga Deportiva.

2.2.2 Cálculo de la población de diseño

A partir de datos conocidos del INE de 1992 y 2001 se proyecta la población actual y futura para el periodo de diseño de 30 años y 5 años para las unidades de tratamiento. En el cual se emplean los siguientes métodos.

- Método de Interés Simple o Aritmético
- Método de crecimiento Exponencial
- Método de Crecimiento Geométrico

Los resultados se observan en el siguiente cuadro:

Cuadro 1. Proyección de la tasa de crecimiento

Población censo 2001: 1557 habitantes
Censo 2 (Tf): 2001
Año inicial (To): 2003
Año (TI): 2008
Año final (Tf): 2033

	Aritmético	Exponencial	Geométrico	Promedio
	$P = P_0 \times [1 + r \times (T - T_0)]$	$P = P_0 \times e^{r \times (T - T_0)}$	$P = P_0 \times (1 + r)^{(T - T_0)}$	
Tasa de crecimiento (%)	4.91	4.07	4.15	4.37
Población 2003 (hab.)	1613.05	1614.07	1613.56	1614
Población 2008 (hab.)	1759.26	1766.00	1764.58	1763
Población 2033 (hab.)	2485.56	2769.64	2756.37	2688

Tasa de Crecimiento adoptado: 1.8%
Población inicial (Po): 1614 habitantes

Se observa una tasa de crecimiento muy alta debido a fenómenos migratorios que van desapareciendo, por lo que se adopta una tasa acorde al crecimiento del municipio.

2.2.3 Tamaño de la población por unidad de tratamiento

El cuadro 2, presenta el número de familias beneficiarias con el proyecto de alcantarillado sanitario, con sus respectivas unidades de tratamiento de aguas servidas. La unidad de tratamiento cinco no fue sujeto de análisis en el estudio, debido a que solo existen cinco familias conectadas, las cuales no aportan significativamente las aguas servidas que están en estudio, actualmente la unidad de tratamiento número cinco no está aun en funcionamiento. Las unidades de tratamiento N° 1, N° 2, N° 3, N° 4, N° 6 son las que están sujetas a evaluación.

Así mismo, parte de las demás unidades no se encuentran funcionando al 100% de su capacidad por la migración de su población, mencionado anteriormente. Sin embargo, el volumen generado por el uso de los servicios básicos en las demás unidades, es suficiente para someter a un muestreo.

Cuadro 2. Población beneficiada

Unidad de tratamiento	Número de Beneficiarios
Uno	394
Dos	434
Tres	444
Cuatro	246
Cinco	125
Seis	64
TOTAL	1707

Fuente: Elaboración propia.

2.3 Descripción de parámetros de evaluación de aguas servidas

El pH.- Para este análisis se levanto una muestra 100 ml. de agua servida antes y después de ser tratada en las unidades de tratamiento y en las quebradas naturales que están en estudio.

El proceso de análisis de pH se dio de la siguiente forma:

1. Se llenó un tubo de ensayo de 10 ml.
2. Se añadió una tableta de "Phosphate HR", se lo trituró y mezcló hasta que se disolvió.
3. Se espero durante 10 minutos para la lectura del resultado.
4. Se tomó la lectura de análisis con el "Test Card Kid" o (tarjeta de análisis).
5. Se colocó la tarjeta de análisis contra la luz del sol y se colocó el tubo de ensayo contra el viso translucido y se comparó con los colores estándares de la tarjeta.
6. La lectura de la tarjeta indica el resultado del análisis.
7. La tarjeta de análisis da los resultados tanto de aguas de origen acidas, básicas y neutras.

Sólidos Totales Suspendidos (STS), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Bio Química de Oxígeno (DBO), Nitratos (NO₃) y Fosfatos Totales (SUR).- Para estos parámetros de análisis se levanto una muestra 100 ml. de agua servida antes y después de ser tratada en las unidades de tratamiento y en las quebradas naturales que están en estudio. Además las muestras se transportaron refrigeradas, con un tiempo de traslado menor a las 24 horas al lugar de evaluación.

El proceso de análisis de los mismos se dio de la siguiente forma:

1. Se aspiró 1 ml. de la muestra en evaluación utilizando la micro pipeta calibrada para 1 ml., la manipulación fue lentamente de forma homogénea.
2. Se limpió la cubeta o (probeta) de forma rectangular en la cual se coloca la muestra en estudio con ayuda de la micro pipeta.
3. Limpió de toda impureza que exista en la cubeta o (probeta) rectangular con un paño o algodón limpio.
4. Luego se agito la muestra en estudio que se encuentre en la cubeta o (probeta) rectangular, esto para homogenizar la muestra.

5. Encendido del equipo portátil ASSISTEMON.
6. Luego se introduce la cubeta (probeta) rectangular dentro del equipo portátil de análisis físico químico ASSISTEMON.
7. El equipo portátil ASSISTEMON tiene dos tipos de tarjetas ópticas una de 5 mm y otra de 10 mm, a la cual se introduce la cubeta con la muestra. Esta es evaluada con rayos ultravioleta fluorescentes y con la cual se obtiene los resultados de todos los parámetros en estudio.
8. El tiempo de resumen del resultado de cálculo dura cuarenta segundos, el resultado sale de inmediato en la pantalla del equipo portátil ASSISTMON.

Sólidos Disueltos (Turbidez) .- Para este análisis se levantó una muestra de 1000 ml. de agua servida antes y después de ser tratada en las unidades de tratamiento y en las quebradas naturales que están en estudio.

El proceso de análisis de los Sólidos Disuelto (turbidez) se dio de la siguiente forma:

1. El tubo de medición de turbidez tiene un rango de 5 a 2,000 UTN (unidades nanométricas).
2. Se acopla los dos tubos de turbiedad, luego se asegura con sus grapas en ángulo recto, en el parte más baja del tubo se observa un círculo negro en la base del tubo. Se debe asegurar que exista iluminación buena disponible para este propósito.
3. Verter a raudales la muestra de agua simplemente en el tubo hasta que el círculo negro desaparece cuando vea de la cima del tubo. también se debe evitar crear las burbujas al interior del tubo por que esto nos da una lectura falsa.

4. El tubo de turbiedad es graduado en una balanza de logarítmica con los valores más críticos. El resultado es el valor de la línea más cercana la palanca de agua. Esto nos permite una estimación razonable de la turbiedad de la muestra de agua.

Coliformes fecales.- Para este análisis se levanto una muestra 200 ml. de agua servida antes y después de ser tratada en las unidades de tratamiento y en las quebradas naturales que están en estudio. Además las muestras se transportaron refrigeradas, con un tiempo de traslado menor a las 24 horas al lugar de evaluación.

El proceso de análisis de los coliformes fecales se dio de la siguiente forma: la evaluación de las muestra se realizó en Laboratorios de la Facultad de Ingeniería Sanitaria.

2.3.1 Parámetros de monitoreo considerados en el estudio

Para determinar la eficiencia de las unidades de tratamiento de aguas servidas la Ley de Medio Ambiente. Pone en consideración determinar parámetros de evaluación, tales como; pH, Sólidos Totales Disueltos, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, concentración de Nitratos y Fosfatos, los cuales son considerados por el estudio como parámetros físicos. La población bacteriana y restos de material orgánico como (coliformes fecales), son parámetros biológicos.

2.3.1.1 pH

La concentración del ión hidrogeno es un importante parámetro de calidad tanto para aguas naturales como aguas residuales. El intervalo de concentración para la existencia de la mayoría de la vida biológica es muy estrecho y crítico. El agua residual con una concentración adversa de ión de hidrogeno es difícil de tratar con

métodos biológicos y si la concentración no se altera antes de la evacuación, el efluente puede alterar la concentración de las aguas naturales (SILVA, 2002).

Estos niveles de pH pueden causar perturbaciones celulares y la eventual destrucción de la flora y fauna acuática.

El pH de los sistemas acuosos puede medirse convencionalmente con un pH-metro, así como se pueden utilizar indicadores que cambian de color a determinados valores de pH.

La alcalinidad en el agua residual se debe a la presencia de hidroxilo, carbonatos y bicarbonatos de elementos tales como calcio, magnesio, sodio, potasio o amoníaco, esta alcalinidad la va adquiriendo del agua de suministro, del agua subterránea y de materias añadidas durante el uso doméstico. En aguas residuales con concentraciones de alcalinidad deba efectuarse un tratamiento químico o muestras en que se deba eliminar el amoníaco (LOPEZ, 2005).

2.3.1.2 Sólidos Totales Suspendidos (STS)

Los Sólidos Totales Suspendidos (TSS) constituyen una medida de la parte de sólidos en una muestra de agua que pasa a través de un poro nominal de 2.0 μm (o menos) en condiciones específicas (STRHALER, 1987).

Las aguas tratadas saldrán de la unidad de tratamiento con un bajo contenido de materiales orgánicos disueltos pero arrastrarán las células bacterianas que se han desarrollado a partir de los materiales orgánicos de la carga. Estas células se manejan en forma de sólidos suspendidos (ARRIGNON, 1979).

2.3.1.3 Demanda Química de Oxígeno (DQO)

La Demanda Química de Oxígeno (DQO) es una medida del equivalente en oxígeno del contenido de materia orgánica en una muestra que es oxidable

utilizando un oxidante fuerte. Es diferente a la prueba de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), pues la DBO mide sólo la fracción orgánica oxidable biológicamente (CARDENAS, 2003).

El tratamiento anaeróbico de las aguas residuales supone la descomposición de la materia orgánica y/o inorgánica en ausencia de oxígeno molecular. La mayor aplicación se halla en la digestión de los fangos de aguas residuales una vez concentrados (RIVERO,1992).

Los microorganismos causantes de la descomposición de la materia se dividen en dos grupos:

- **Bacterias formadoras de ácidos**, estas hidrolizan y fermentan compuestos orgánicos complejos a ácidos simples, de los cuales los más corrientes son el ácido acético y el ácido propiónico.
- **Bacterias formadoras de metano**, estas convierten los ácidos formados por las bacterias del primer grupo en gas Metano (CH_4) y CO_2 (RIVERO, 1999).

Por tanto, la demanda química de oxígeno, es una magnitud de concentración de oxígeno que requiere para degradar material orgánico (biodegradable y no biodegradable). Es así que la magnitud de la demanda química de oxígeno será siempre mayor a la demanda bioquímica de oxígeno.

2.3.1.4 Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)

La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) es la cantidad de oxígeno usado por las bacterias bajo condiciones aeróbicas en la oxidación de la materia orgánica para obtener CO_2 y H_2O . Esta prueba proporciona una medida de la contaminación orgánica del agua, especialmente de la materia orgánica biodegradable (SETUAIN, 2002).

Además de la materia orgánica, existen también, compuestos inorgánicos que producen DBO. El compuesto mas importante es el amoniaco (NH_3), ya que su presencia en el efluente de la planta puede estimular el descenso del oxígeno disuelto en la corriente receptora través del proceso biológico de nitrificación. El amoniaco se oxida biológicamente a nitrito y este es seguidamente oxidado por otro grupo de microorganismos a nitrato, que es el estado de oxidación final de los compuestos de nitrógeno y como tal representa su producto estabilizado (RIVERO, 1999).

La Demanda Bioquímica de Oxígeno se usa como una medida de la cantidad de oxígeno requerido para la oxidación de la materia orgánica biodegradable presente en la muestra de agua y como resultado de la acción de oxidación bioquímica aeróbica, es por esto que este parámetro de polución sea tan utilizado en el tratamiento de las aguas residuales, ya que con los datos arrojados se pueden utilizar para dimensionar las instalaciones de tratamiento, medir el rendimiento de algunos de estos procesos.

Con los datos de la DBO se puede así mismo, calcularse la velocidad a la que se requerirá él oxígeno. La demanda de oxígeno de aguas residuales es resultado de tres tipos de materiales:

- **Materiales Orgánicos Carbónicos**, utilizados como fuentes de alimentación por organismos aeróbicos.
- **Nitrógeno Oxidable**, derivado de la presencia de nitritos, amoniaco y en general compuestos orgánicos nitrogenados que sirven de alimento para bacterias específicas.
- **Compuestos Químicos Reductores.**

El oxígeno que se consume, o DBO, es proporcional a la materia orgánica transformada, y por tanto la DBO es una medida relativa de la materia orgánica biológicamente degradable presente en el sistema (RIVERO, 1999).

La acción degradativa o depuradora de los microorganismos en un proceso de tratamiento se mide por el porcentaje de disminución de la DBO. Dicha disminución depende de la capacidad de aireación, del tipo de residuos y de la carga de contaminantes de las aguas residuales (LORENZO, 2000).

Por consiguiente, la eficiencia de un proceso de tratamiento de aguas residuales, se expresa en términos de porcentaje de disminución de la DBO inicial.

2.3.1.5 Nitratos (NO_3)

Los Nitratos (NO_3), son parte fundamental de la composición de la materia orgánica; se estima que el 60% de la materia orgánica lo compone los carbohidratos, el 30% las proteínas y el restante es aceite, grasas y minerales (LLOPIS, 1989).

Durante el tratamiento biológico habitual, la mayor parte de los compuestos orgánicos de nitrógeno se convierte en amoníaco NH_3 , (amonificación). A continuación el amoníaco pasa a oxidarse en forma de nitratos NO_3 (nitrificación) mediante la acción de las bacterias nitrificantes (nitrosomas y nitrobacter) que son organismos aeróbicos (ubicados en el filtro del sistema).

Posteriormente se eliminan los nitratos en un proceso llamado desnitrificación. Para esto se usan bacterias anaeróbicas (ubicadas en el filtro percolador) que hacen reaccionar el nitrato con parte del carbono. Como resultado de la reacción se forma CO_2 y N_2 que se desprende a la atmósfera (SOENGAS, 1997).

2.3.1.6 Fosfatos totales (SUR)

Los Detergentes Disueltos (SUR) es una variable relacionada a la existencia de residuos de fósforo en forma de fosfatos (PO_4) producto del uso de jabones y detergentes (FIESTAS, 1977),

El fósforo procedente de los detergentes, también puede formar espumas que entorpecen la depuración, al impedir la oxigenación del habitat de la algas bacterias aeróbicas, además de obstruir el paso de la luz.

El ciclo del fósforo en la naturaleza adquiere formas inorgánicas y orgánicas, perdiéndose grandes cantidades de este elemento por las características de inmovilización que posee. La forma química mas común es la del ácido ortofosfórico (PO_4H_3), dando su radical aniónico para la composición de distintas sales en combinación con diversos cationes (Ca, Fe, Al) (AYERS, 1987).

El fósforo se elimina mediante el proceso "anaerobio" (el cual se lleva a cabo en el filtro biológico anaeróbico), que facilita a las bacterias que pueden degradar y asimilar este elemento químico.

2.3.1.7 Sólidos Disueltos (Turbidez)

En general gran parte de su concentración que conforman los Sólidos Disueltos (SD), son restos de material orgánico derivados de la unidad de tratamiento. De allí se adecua la definición de **biosólidos**, estos deben ser retiradas mediante un sistema de separación adecuado, que suele ser efectuado por sedimentación (ESTRHALER, 1987).

2.3.1.8 Coniformes fecales

Los objetivos que persigue el tratamiento biológico del agua residual son la coagulación y eliminación de los sólidos coloidales no sedimentables y la estabilización de la materia orgánica (SETUAIN, 2002).

Las aguas residuales tiene una gran cantidad de organismos (microscópicos o no) procedentes de las excretas de las personas, muchos de ellos son patógenos y pueden originar desde un simple proceso diarreico hasta enfermedades muy graves que pueden llegar a ser mortales como el cólera (CADENAS, 2003).

Las propias poblaciones que realizan el tratamiento secundario acaban a veces con estos organismos.

2.3.2 Selección de los puntos de monitoreo

El monitoreo de las descargas requiere una cuidadosa evaluación, sobre todo, donde recolectar las muestras.

Se realizo la toma de las muestras en tres sitios previamente definidos; cámara de ingreso con rejilla, salida al cuerpo receptor y en la quebrada natural, así mismo, se consideraron diferentes periodos de muestreo; durante la mañana, al medio día y por la tarde.

2.3.2.1 Punto de muestreo en la cámara de ingreso con rejilla

Este punto consiste en el primer tramo del muestreo, donde simultáneamente se tomaran las muestras en las cinco unidades de tratamiento y en los periodos establecidos (mañana, medio día y tarde).

2.3.2.2 Punto de muestreo en el cuerpo receptor

La salida al cuerpo receptor, son sitios determinantes y definitivos para evaluar el grado de tratamiento de las descargas de aguas servidas. Por consiguiente, fue necesario muestrear de manera similar a al anterior y en los periodos establecidos.

2.3.2.3 Punto de muestreo en la quebrada natural

Las quebradas naturales, también es considerado de importancia para el diagnostico de la contaminación de las aguas servidas, por lo cual, se tomaran las muestras en las cinco unidades de tratamiento de forma simultanea y en los periodos establecidos.

El muestreo se realiza a 200m hacia abajo del cuerpo receptor.

2.3.3 Frecuencia del monitoreo

Para una mejor interpretación de la dinámica de los datos, se considera que las muestras sean tomadas en diferentes épocas pluviales. Se tomaron las muestras en la época de lluvia, esto nos permite realizar una mejor evaluación de las unidades de tratamiento de aguas servidas.

2.3.4 Metodología de análisis

Para el análisis físico, químico de las muestras de usa un equipo portátil llamado ASSITEMON, este equipo determina concentraciones en aguas residuales, aguas que requieren tratamiento físico-químico, y aguas que requieren tratamiento físico.

2.4 Diseño de las plantas de tratamiento de aguas residuales

Las plantas de tratamiento de aguas servidas son instalaciones destinadas a tratar las aguas conducidas por los alcantarillados, disminuyendo principalmente el contenido de materia orgánica y los microorganismos.

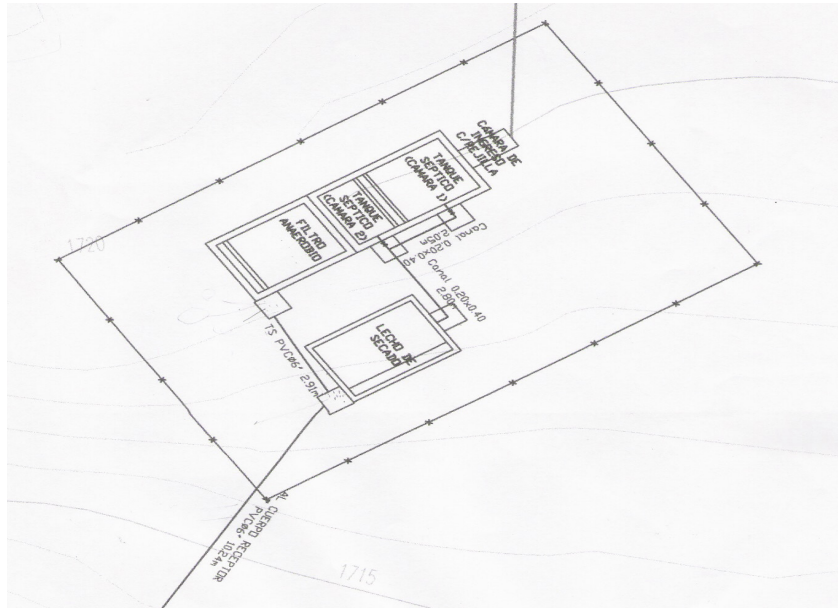


Figura 1. Planta de tratamiento de aguas servidas

En el gráfico se observa el unidad de tratamiento, presenta los siguientes componentes: una cámara de ingreso con rejilla removible, un tanque séptico, un filtro biológico, un cabezal de descarga y un lecho de secado de lodos.

2.4.1 Cálculos de diseño

2.4.1.1 Generación diaria por habitante

Según el cuadro 3, la generación de aguas residuales por habitante en la zona, se estima en 96 litro por día. Esta variable permite calcular las dimensiones de las unidades de tratamiento de aguas servidas.

Cuadro 3. Generación de aguas residuales por uso domestico

USO DOMESTICO	Lt
Higiene personal	20 lt
Artefactos sanitarios	40 lt
Uso culinario	10 lt
Bebida	5 lt
Otros usos	6 lt
Lavado de ropa	15 lt
Total uso domestico	96 lt

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, existen factores que también generan aguas residuales excedentes. El cuadro 4, muestra un resumen del volumen generado.

Cuadro 4. Generación de aguas residuales por otros usos

USO DOMESTICO	Lt
Total uso domestico	96 lt.
USO COMERCIAL	
5% del uso domestico	4,8 lt
USO MUNICIPAL	
5% del uso domestico	4,8 lt
USO PUBLICO	
5% del uso domestico	4,8 lt
PERDIDAS	
10% del uso domestico	9,6 lt
TOTAL DOTACIÓN POR HABITANTE	120 lt

SE ASUME	120 lt/hab-día
-----------------	-----------------------

Fuente: Elaboración propia.

Para el diseño de las unidades de tratamiento de aguas residuales, se usa un volumen de 96 l/hab-día.

2.4.1.2 Parámetros de diseño de la unidad de tratamiento

➤ Tanque séptico

Las unidades de tratamiento establecidos poseen tanques sépticos cuya base y paredes son de hormigón ciclópeo, la losa techo es de hormigón armado con dos

tapas de inspección, tienen dos compartimentos separados por un diafragma también de hormigón ciclópeo. La entrada al efluente de cada tanque es por una cámara con rejilla para retener el material grosero, la salida del efluente es conducida por tubería a un filtro anaeróbico, el fondo de ambas cámaras tienen desagüe hacia los lechos de secado, según se muestra en los planos.

Caudal medio de retorno (contribución):

$$Q_{med. Retorno} = ((Ps \times Dot) / 86400) \times 08$$

Volumen de la cámara séptica de dos compartimentos:

$$V = 0.9 \times (Vs + VI)$$

$$Vs = P \times D \times t$$

$$VI = P \times r \times t$$

Donde:

V = Volumen útil en litros (l)

Vs = Volumen de aguas residuales (l)

VI = Volumen de lodos (l)

P = Población servida (hab.)

D = Contribución individual de aguas residuales (l/hab/día)

t = Periodo de retención (días)

r = Contribución unitaria de lodos (gr/hab/día) (28-54)

$$V = 0.9 \times P \times t \times (D + r)$$

Variables geométricas de la cámara séptica

Altura útil de nivel de agua:	h
Superficie útil:	$A = V / h$
Ancho de la cámara séptica:	$b = 3 \times h$
Largo de la cámara séptica:	$l = A / b$
Altura de seguridad o revancha:	$h_o = 0.40$
Profundidad de las cortinas (entrada y salida):	$y = 1/3 \times h$

Resumen general para los cálculos de diseño:

El diseño de las cámaras sépticas, se realiza mediante los parámetros del cuadro 5, estas variables consideran una población servida a 5 años, considerando una proyección a 30 años.

Cuadro 5. Parámetro para el diseño de las cámaras sépticas por unidad de tratamiento (U.T.)

Parámetros	U.T. 1	U.T. 2	U.T.3	U.T. 4	U.T. 5	U.T. 6
Población servida a 30 años (habitantes)	618	681	698	386	196	101
Tasa de crecimiento (%)	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Periodo de diseño tanque séptico	2008	2008	2008	2008	2008	2008
Población servida a 5 años (habitantes)	394	434	444	246	125	64
Contribución individual (l/hab/día)	96	96	96	96	96	96
Altura (m)	1,40	1,40	1,40	1,40	1,20	1,20
Caudal medio de retorno (l/s)	0,44	0,48	0,49	0,27	0,14	0,07
Caudal medio de retorno (l/día)	37780,47	41631,88	42671,14	23597,51	11982,16	6174,48
Periodo de retención (días)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Contribución unitaria de lodos (gr/hab/día)	42	42	42	42	42	42
Volumen de aguas residuales (l)	18890,23	20815,94	21335,57	11798,75	5991,08	3087,24
Volumen de lodos (l)	8264,48	9106,97	9334,31	5161,96	2621,10	1350,67
Volumen útil (l)	24439,24	26930,62	27602,90	15264,64	7750,96	3994,12
Volumen útil (m3)	24,44	26,93	27,60	15,26	7,75	3,99
Superficie útil (m2)	17,46	19,24	19,72	10,90	6,46	3,33
Ancho de la cámara séptica (m)	2,80	2,80	2,80	2,50	2,00	2,00
Largo de la cámara séptica (m)	6,23	6,87	7,04	4,36	3,23	1,66
Largo de la primera cámara (m)	4,16	4,58	4,69	2,91	2,15	1,11
Largo de la segunda cámara (m)	2,08	2,29	2,35	1,45	1,08	0,55
Altura de paso entre cámaras (m)	0,93	0,93	0,93	0,93	0,80	0,80
Dimensiones interiores adoptadas						
Altura total (m)	1,80	1,80	1,80	1,80	1,60	1,60
Ancho (m)	2,80	2,80	2,80	2,50	2,00	2,00
Longitud mt. 1 (m)	4,70	4,70	4,70	3,00	2,20	2,00
Longitud mt. 2 (m)	2,40	2,40	2,40	1,50	1,10	1,10

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Filtros anaeróbicos de flujo ascendente**

Se encuentran a continuación de cada tanque séptico, con paredes y base de hormigón ciclópeo y losa techo de hormigón armado con dos tapas para inspección, tienen un fondo falso hecho con losetas prefabricadas de hormigón armado con perforaciones, sobre esta una capa de pedregullo en la altura y forma indicada en los planos, el efluente será conducido mediante tubería hacia los cuerpos receptores, el fondo tiene un desagüe para limpieza y mantenimiento.

Volumen útil del filtro:

$$V = 1.6 \times P \times D \times t$$

Donde:

V = Volumen útil en litros (l)

P = Población servida (hab)

D = Contribución individual de aguas residuales (l/hab/día)

t = Periodo de retención (días)

Variables geométricas del filtro:

Altura útil del filtro:	$h_u = 1,80$
Altura del material filtrante:	$H_1 = 1,20$
Altura capa soporte de piedra (0,10 a 0,20m de diámetro):	$H_2 = 0,30$
Altura mínima del nivel de agua:	$h_0 = 0,30$
Superficie útil:	$A = V / 1,80$
Ancho máximo:	$b = 3 \times h$
Largo del filtro:	$l = A / b$

Resumen general para los cálculos de diseño:

El cuadro 6, muestra los parámetros para el diseño de los filtros anaeróbicos de flujo ascendente, los valores se presentan para las seis unidades de tratamiento.

El diseño de las unidades de tratamiento tiene una proyección de 5 años, considerando la tasa de crecimiento de la población servida.

Cuadro 6. Parámetro para el diseño de los filtros anaeróbicos por unidad de tratamiento (U.T.)

Parámetros	U.T. 1	U.T. 2	U.T.3	U.T. 4	U.T. 5	U.T. 6
Población servida (habitantes)	394	434	444	246	125	64
Contribución individual (l/hab-día)	96	96	96	96	96	96
Periodo de retención (días)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Volumen útil (l)	30224,37	33305,5	34136,92	18878,01	9585,72	4939,58
Volumen útil (m3)	30,22	33,31	34,14	18,88	9,59	4,94
Superficie útil (m2)	16,79	18,5	18,96	10,49	5,33	2,74
Ancho máximo del filtro (m)	2,80	2,80	2,80	2,50	2,00	2,00
Largo del filtro (m)	6,00	6,61	6,77	4,20	2,66	1,37
Dimensiones interiores adoptadas						
Longitud (m)	6,80	6,80	6,80	4,20	2,70	2,70

Fuente: Elaboración propia.

➤ **Lecho de secado**

Reciben como efluente los lodos provenientes del tanque séptico, su forma y características se muestran en los planos.

Resumen general para los cálculos de diseño:

El cuadro 7, muestra los parámetros para el diseño de los lechos de secado, así mismo, los valores se presentan para los seis unidades de tratamiento. El diseño de los sistemas, también, tiene una proyección de 5 años, considerando que la población aumentara según los cálculos de la tasa de crecimiento de la población servida.

Cuadro 7. Parámetros para el diseño de los lechos de secado por unidad de tratamiento (U.T.)

Parámetros	U.T. 1	U.T. 2	U.T.3	U.T. 4	U.T. 5	U.T. 6
Población servida (habitantes)	394	434	444	246	125	64
Contribución unitaria (gr/hab/día)	42	42	42	42	42	42
Peso específico de lodos (Kg/m ³)	1060	1060	1060	1060	1060	1060
Ciclos de secado por año	1	1	1	1	1	1
Altura de lodo sobre el lecho de secado (m)	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Peso anual de lodos (Kg/año)	6033,07	6648,09	6814,05	3768,23	1913,40	985,99
Volumen de lodos (m ³ /año)	5,69	6,27	6,43	11,85	6,02	3,10
Superficie útil del lecho (m ²)	18,97	20,91	21,43	11,85	6,02	3,10
Ancho máximo del lecho (m)	2,80	2,80	2,80	2,50	2,00	2,00
Largo del lecho (m)	6,78	7,74	7,65	4,74	3,01	1,55
Dimensiones adoptadas						
Longitud (m)	7,70	7,70	7,70	4,80	3,00	3,00

Fuente: Elaboración propia.

2.4.2 Componentes de la unidad de tratamiento

2.4.2.1 Cámara de ingreso con rejilla

La cámara de ingreso del agua servida al tanque séptico, con rejilla removible sirve para evitar que entren basuras, plásticos, piedras, ropas, maderas, etc.,

2.4.2.2 Tanque séptico

El tanque séptico de dos compartimientos, tiene como principal función atrapar aproximadamente la mitad de la materia orgánica existente en las aguas servidas, haciendo que se asiente en el fondo y se descompongan por acción de los microbios en ausencia de oxígeno (digestión biológica anaeróbica) generando lodos inorgánicos. Las natas, grasas y espumas quedan atrapadas en el sobrenadante (capa situada sobre el agua). En el tanque séptico, las aguas son retenidas para su tratamiento generalmente entre 12 horas y 1 día.

La salida del agua tratada en el tanque séptico es conducida por una tubería al filtro anaeróbico.

En el fondo de ambos compartimientos del tanque séptico existe un desagüe para permitir la salida de los lodos hacia los lechos de secado.

2.4.2.3 Filtro biológico anaeróbico

El filtro biológico anaeróbico de flujo ascendente (el agua va de abajo hacia arriba), que no es más que un tanque con un fondo falso perforado (para permitir que el agua suba de abajo hacia arriba) que contiene material granular graduado de grava y/o piedra pequeña en su interior.

En el fondo del filtro existe un desagüe para su mantenimiento.

El agua que sale del tanque séptico, pasa a través de la capa de grava y va generando una capa biológica alrededor de la grava donde viven colonias de bacterias, que atrapan parte de la materia orgánica en dilución para su alimentación (digestión) y a su vez atraen a nuevas bacterias para formar parte de sus colonias, contribuyendo así a que se purifiquen las aguas.

Las aguas tratadas que salen del filtro son conducidas mediante tubería a una quebrada cercana, donde se efectúa su descarga en un cabezal de descarga de hormigón ciclópeo.

2.4.2.4 Cabezal de descarga

El cabezal de descarga o babero es una estructura de hormigón ciclópeo que se construye en la quebrada donde se descargan las aguas tratadas del tanque filtro, para evitar que el agua erosione el sitio de descarga en la quebrada.

2.4.2.5 Lecho de secado de lodos

El lecho de secado de lodos es una especie de piscina que contiene varias capas de material granular (grava gruesa, grava mediana, grava fina, arena gruesa, arena fina, etc.) para permitir que los lodos que se depositan sobre la capa superior de arena fina, escurran el agua que contienen y se puedan secar más fácilmente. El agua que escurre del lodo sale por la parte inferior y se trasladan por la tubería hasta el cabezal de descarga.

2.5 Evaluación de las unidades de tratamiento de aguas servidas

2.5.1 Determinación de los parámetros ambientales

2.5.1.1 pH

El valor mas elevado de pH se registra en la salida al cuerpo receptor de la (U.T.) N° 3 con un pH de 8.1. Así mismo el valor mínimo se registró en la quebrada natural de la (U.T.) N° 3 con un pH de 7.2, los valores registrados en los distintos puntos muestreados, no presentan variaciones significativas.

La depuración biológica requiere de pH es entre 6-9, por lo cual, es importante monitorear el comportamiento del pH en los sistemas de alcantarillado.

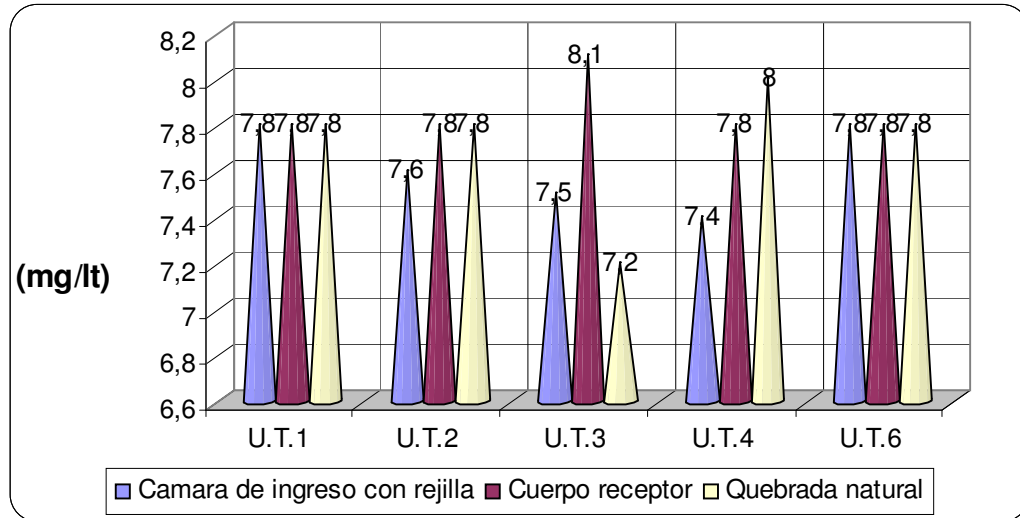


Figura 2. Dinámica del pH en las unidades de tratamiento (U.T.)

Las unidades de tratamiento de aguas servidas, no modifican en gran medida los valores del pH, por consiguiente, los microorganismos no se ven afectados en su proceso digestivo y presentan un medio adecuado para su desarrollo.

2.5.1.2 Sólidos Totales Suspendidos

La Figura 3, ilustra el comportamiento de los STS, en las cinco unidades de tratamiento en evaluación.

El valor más elevado de STS se registra al ingreso de la (U.T.) N° 3 con un valor de 245 mg/Lt de STS. Así mismo el valor mínimo se registró al ingreso de la cámara con rejilla de la (U.T.) N° 1 con un valor de 19mg/Lt de STS, los valores registrados en los distintos puntos muestreados, no presentan variaciones significativas.

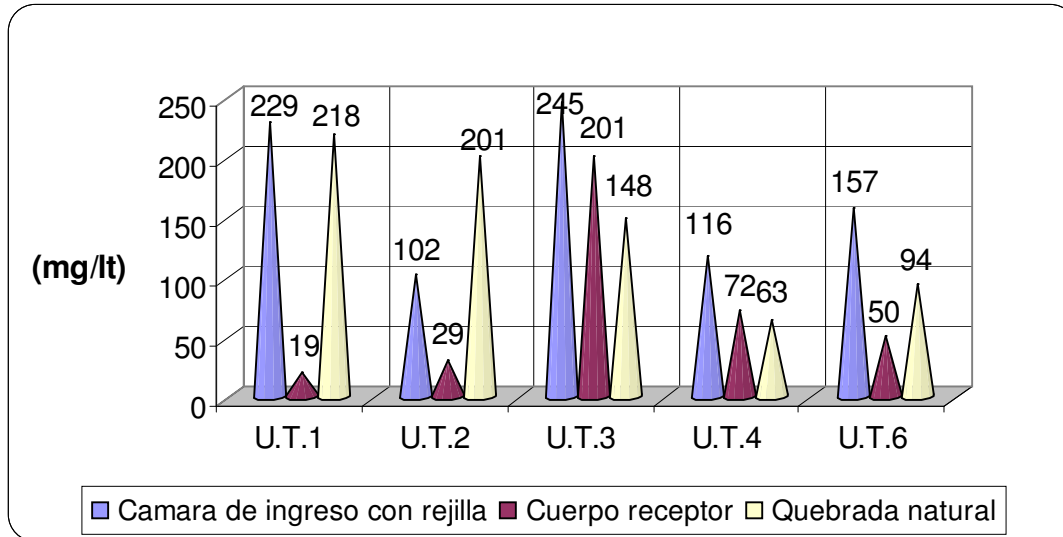


Figura 3. Dinámica de los STS en las unidades de tratamiento (U.T.)

El incremento de sólidos suspendidos en la quebrada natural, en la mayoría de las unidades se debe, a que el caudal de descarga entra en contacto con la superficie del suelo, disolviendo parte del material inorgánico (arcilla) y arrastrando material orgánico (hoja rasca), y en consecuencia aumentando la concentración.

Este incremento de sólidos en suspensión no representa un riesgo significativo para el ambiente, debido a que la concentración de coliformes en los sólidos suspendidos es baja. Este incremento también se debe a células de bacterias que se han desarrollado a partir de la materia orgánica de la carga, sin embargo el volumen de células bacterianas es relativamente bajo.

2.5.1.3 Demanda Química de Oxígeno

La Figura 4, muestra el comportamiento de la demanda de oxígeno, en las cinco unidades de tratamiento en evaluación.

El valor más elevado de DQO, que las unidades requieren para degradar la materia orgánica biodegradable y no biodegradable, se encuentra en la (U.T.) N° 3

con un valor de 403 mg/lit y el valor mas bajo se observo en la (U.T.) N° 4 con un valor de 97 mg/lit. Sin embargo, algunas unidades de tratamiento presentan un ligero incremento en la DQO, en la quebrada natural, debido a que las descargas de los sistemas, tienen contacto con restos de material orgánico presentes en el suelo.

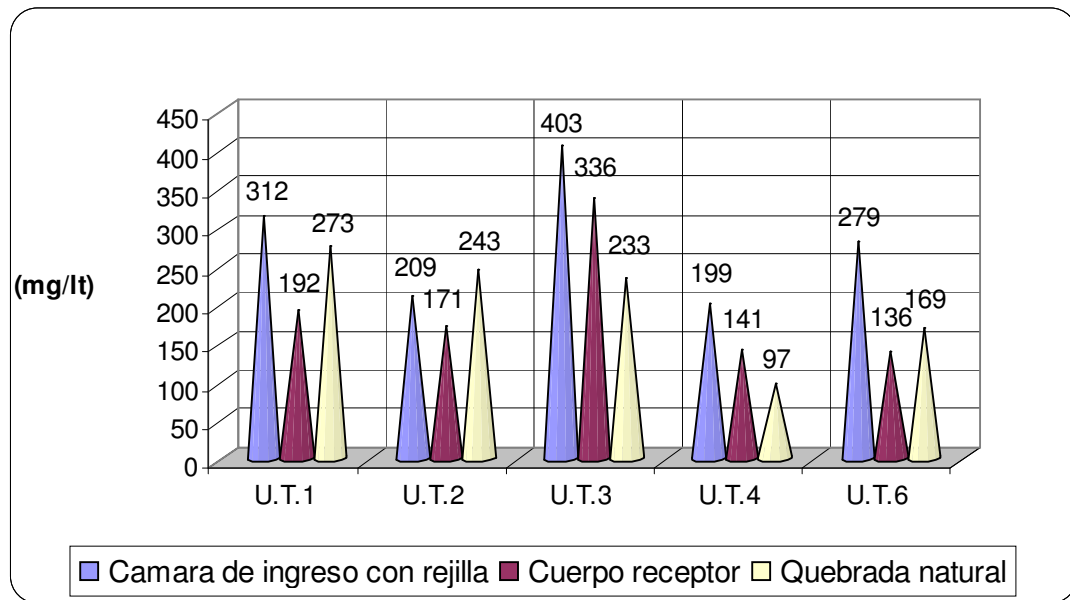


Figura 4. Dinámica de la DQO de las unidades de tratamiento (U.T.)

El ligero incremento de la demanda química de oxígeno en algunas unidades de tratamiento se debe a la existencia de material orgánico no biodegradable y la presencia de células bacterianas que se han desarrollado a partir de la materia orgánica de carga.

2.5.1.4 Demanda Bioquímica de Oxígeno

La concentración más altas de DBO, se localiza al ingreso de la (U.T.) N° 2 con un valor de 200 mg/lit de DQO y el valor mínimo se encuentra en la Quebrada natural que corresponde a la (U.T.) N° 4 con un valor de 35 mg/lit de DQO, sin embargo, la salida de la (U.T.) N° 3, muestra un requerimiento más alto de oxígeno para la

biodegradación de la materia orgánica. Esto se debe al número elevado de beneficiarios, en relación a la (U.T.) N° 1 y la (U.T.) N° 2.

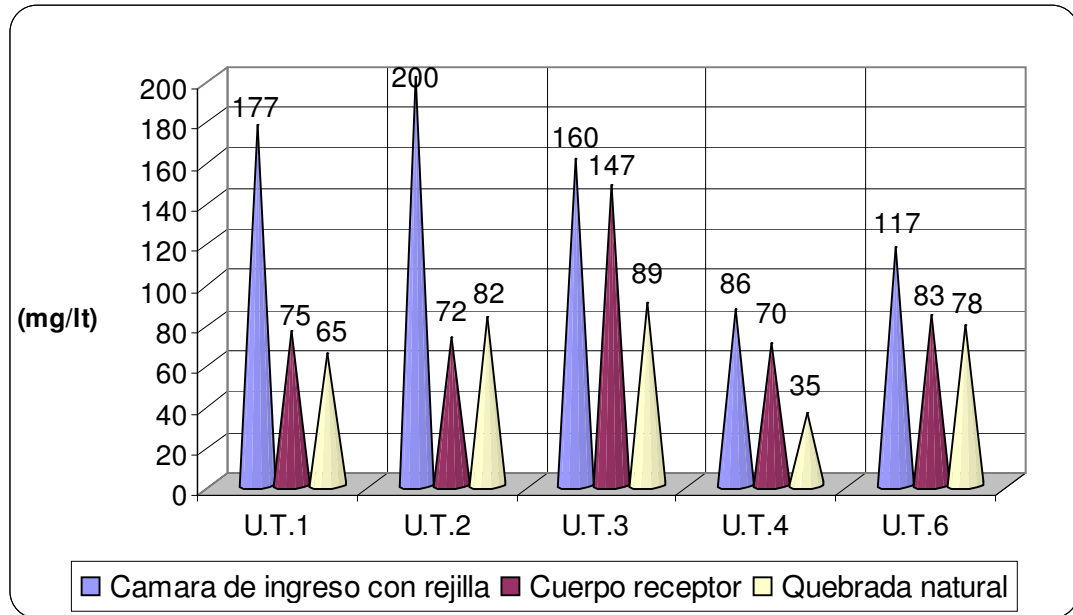


Figura 5. Dinámica de la DBO en las unidades de tratamiento (U.T.)

Así mismo, el ligero incremento de la DBO en las quebradas se debe a arrastre de material orgánico de la superficie del suelo, considerando que el muestreo se realiza a 200m de la salida de las unidades de tratamiento.

2.5.1.5 Nitratos

La concentración más alta de NO_3 , se localiza en la quebrada natural que corresponde a la (U.T.) N° 1 con un valor de 3.2 mg/lit de NO_3 y el valor mínimo se encuentra a la salida del cuerpo receptor de la (U.T.) N° 4, (U.T.) N° 6 con un valor de 0.3 mg/lit de NO_3 .

Debido a que gran parte de los nitratos, provienen de las descargas de la fumigación y la fertilización mediante el riego que se liberan directamente a la quebrada, sin someter a ningún tipo de tratamiento.

La presencia de nitratos en las aguas tratadas, se debe al proceso de nitrificación del amonio, que es producto de la síntesis del nitrógeno orgánico proveniente de la materia orgánica.

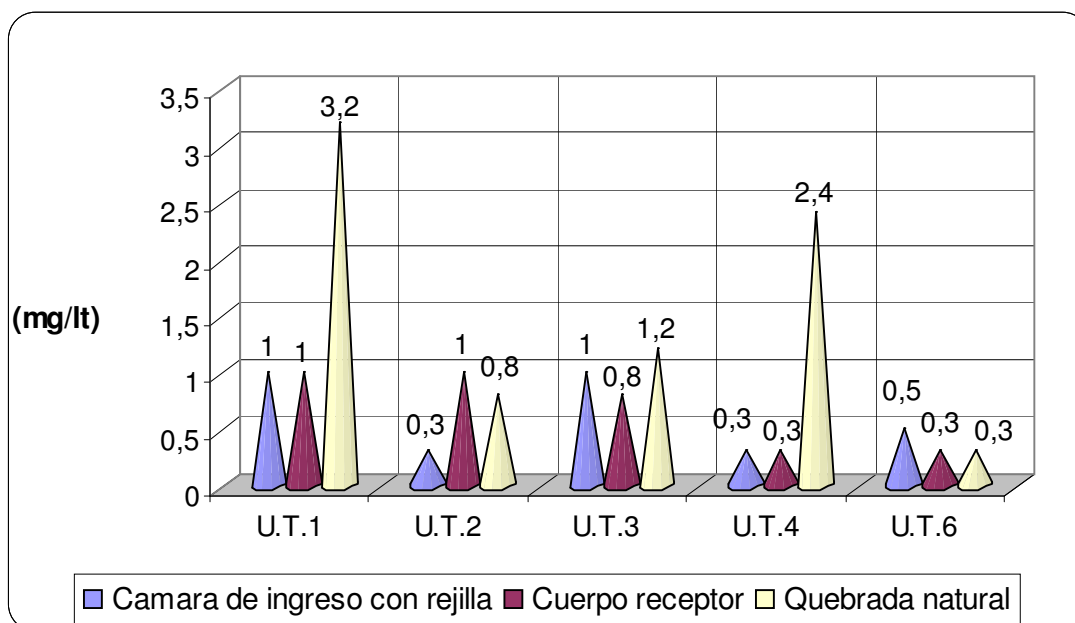


Figura 6. Dinámica del NO₃ en las unidades de tratamiento (U.T.)

La acción depuradora de los microorganismos de la unidad de tratamiento dos es muy baja, esto se debe a que la población bacteriana anaeróbica no se desarrolló aun en el sistema, considerando que fue uno de las últimas unidades de tratamiento en entrar en funcionamiento.

2.5.1.6 Fosfatos Totales (SUR)

La evaluación de los detergentes disueltos (SUR) está directamente relacionado con la concentración del fósforo.

La concentración más alta de SUR, se localiza al ingreso de la cámara con rejillas de la (U.T.) N° 4 con un valor de 2.5 mg/lt de SUR y el valor mínimo se encuentra a la salida del cuerpo receptor de la (U.T.) N° 6 con un valor de 0.5 mg/lt de SUR.

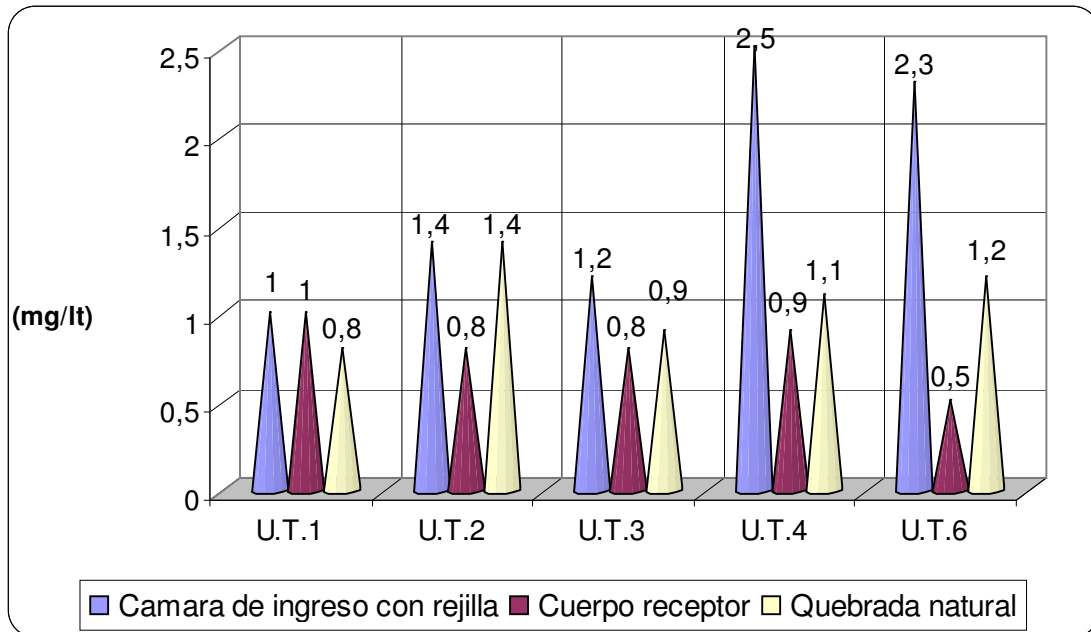


Figura 7. Dinámica de los Fosfatos en las unidades de tratamiento (U.T.)

Estos fosfatos se depuran en el filtro anaeróbico de flujo ascendente, producto de esto, es que las concentraciones de fosfatos en la salida al cuerpo receptor disminuye.

2.5.1.7 Sólidos Disueltos (SD)

La concentración más alta de SUR, se localiza en la quebrada natural que corresponde a la (U.T.) N° 1 con un valor de 333 mg/lt de SD. Y el valor mínimo se encuentra a la salida del cuerpo receptor de la (U.T.) N° 2 con un valor de 92 mg/lt de SD.

El incremento de sólidos disueltos en la quebrada natural de la mayoría de las unidades, se debe al arrastre de partículas de arcilla y otros materiales, ya que el muestreo en la quebrada se lo realiza a 200m de la salida de la unidad de tratamiento.

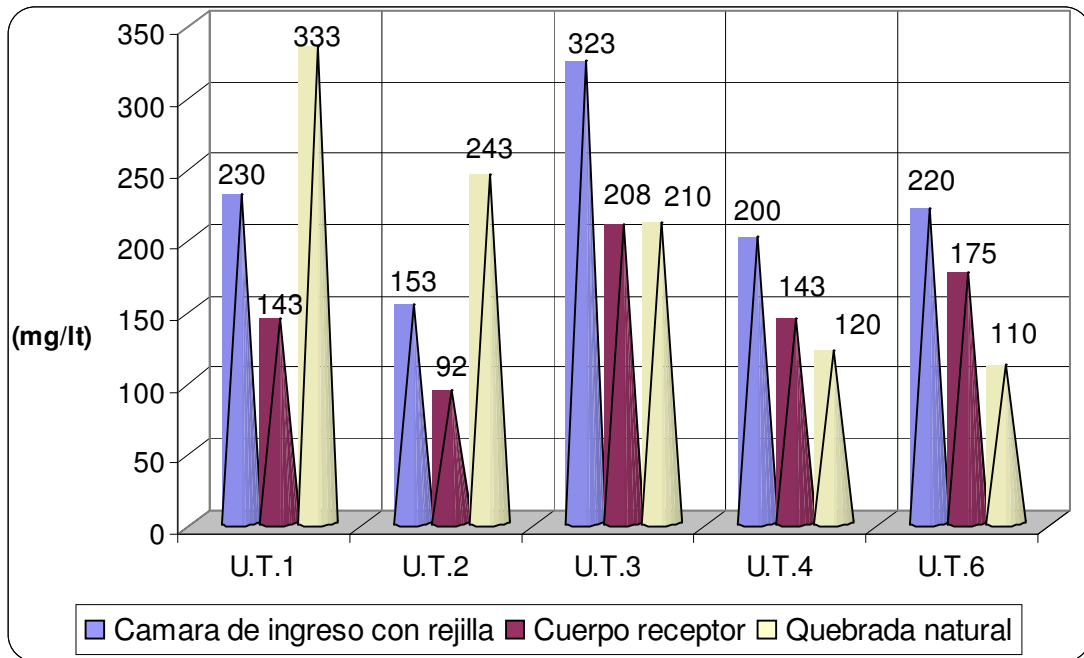


Figura 8. Dinámica de los SD en las unidades de tratamiento (U.T.)

En realidad solo parte del residuo original es verdaderamente oxidado a compuestos de bajo contenido energético tales como el NO_3^{-2} , PO_4^{-3} , SO_4^{-2} y CO_2 ; el resto es sintetizado en materia celular. De ahí la existencia de una masa considerable de sólidos disueltos, provenientes principalmente de la masa celular de las bacterias.

2.5.1.8 Coliformes Fecales

La concentración más alta de coliformes fecales, se localiza al ingreso de la cámara con rejilla de la (U.T.) N° 3 con un valor de 700000000 U.F.C./100 ml, y el valor mínimo se encuentra a la salida del cuerpo receptor de todas las unidades de tratamiento como por ejemplo en la (U.T.) N° 2 con un valor de 20000

U.F.C./100 ml, respecto a las demás unidades de tratamiento, sin embargo el grado de depuración en las unidades de tratamiento, de las bacterias de coliformes, es muy significativo, según se aprecia en la figura.

Los coliformes son bacterias principalmente asociados con los desechos humanos y animales. Los coliformes proporcionan una medida de la contaminación del agua proveniente de la contaminación fecal.

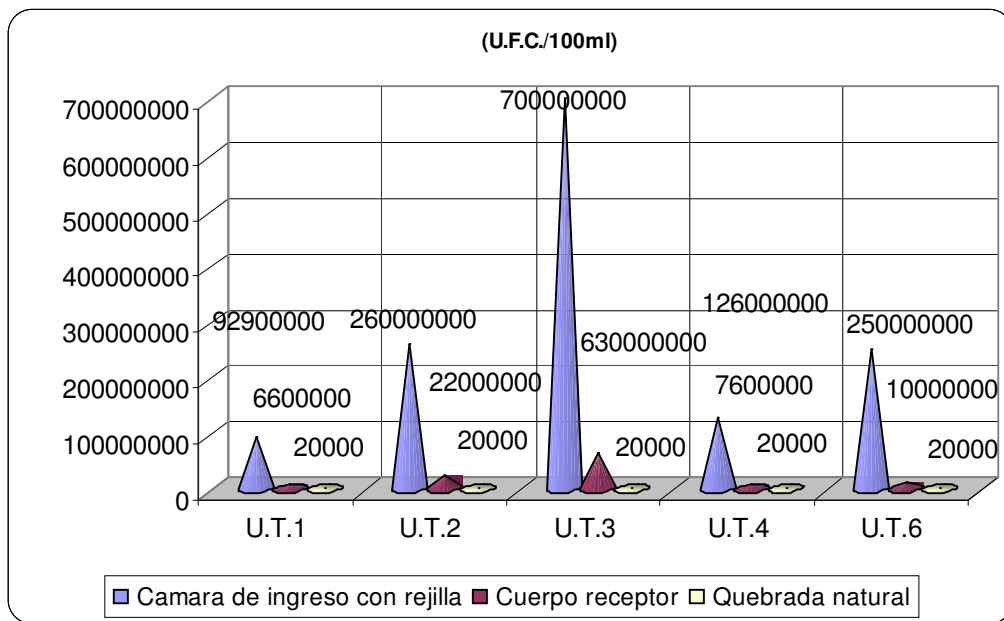


Figura 9. Dinámica de los coliformes en las unidades de tratamiento (U.T.)

Las Unidades de Colonias Formadas (U.F.C.), en las quebradas tienen un rango igual, debido a que se muestreo solamente el sistema dos, la cual se considera representativa para todas las demás unidades de tratamiento.

2.5.2 Evaluación del grado de contaminación mediante índices

Los datos obtenidos en el análisis de las aguas residuales se sometieron a una evaluación mediante el uso de índices, donde se evalúan las variables; STS, DQO, DBO y Coliformes, siendo estos los más representativos.

2.5.2.1 Índice de contaminación de los STS

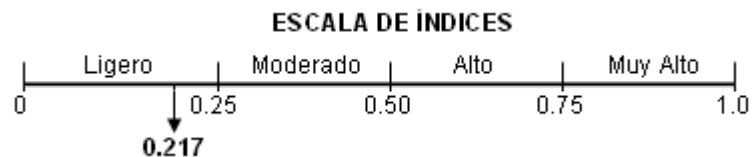
Según la metodología de índices, la unidad de tratamiento tres tiene un valor de I_{STS} igual a 1.0, debido a que sobrepasa el valor del límite permisible que equivale a $60\text{mg}_{STS}/\text{l}$, los cálculos se encuentran en el anexo N° 4 de evaluación de la contaminación mediante índices.

Cuadro 8. Índice de contaminación del factor de STS

UNIDAD DE TRATAMIENTO	STS (mg/l)	Límite permisible	Índice (I_{STS}) (Interpolando para; X_{STS})	Índice de Contaminación
U.T. 1	19	60mgSTS/l	0	LIGERO
U.T. 2	29		0	
U.T. 3	201		1.0	
U.T. 4	72		$X_{STS} = 0.085$	
U.T. 6	50		0	
		PROMEDIO	0.217	

Fuente: Elaboración propia.

Sin embargo, la unidad de tratamiento cuatro presenta una concentración de $72\text{mg}_{STS}/\text{l}$, para el cual, se tuvo que interpolar el valor de I_{STS} , que dio igual a 0.085, según los cálculos del anexo de evaluación de la contaminación mediante índices.



Tal como se aprecia en la escala de valores de índices, el grado de contaminación de los sólidos en suspensión, equivale a **0.217**, que corresponde a una contaminación **ligera**.

2.5.2.2 Índice de contaminación de la DQO

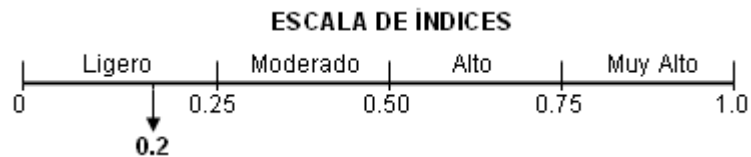
La unidad de tratamiento tres tiene un valor de I_{DQO} equivalente a 1.0, debido a que sobrepasa el valor del límite permisible que equivale a 250mg_{DQO}/l, los cálculos realizados para determinar el grado de contaminación, se encuentran en el anexo de evaluación de la contaminación mediante índices.

Cuadro 9. Índice de contaminación del factor de la DQO

UNIDAD DE TRATAMIENTO	DQO (mg/l)	Límite permisible	Índice (I_{DQO})	Índice de Contaminación
U.T. 1	192	250mgDQO/l	0	LIGERO
U.T. 2	171		0	
U.T. 3	336		1.0	
U.T. 4	141		0	
U.T. 6	136		0	
PROMEDIO			0.2	

Fuente: Elaboración propia.

Para este caso, no hubo la necesidad de interpolar, debido a que la mayor parte de los valores de DQO se encuentran por debajo del límite permisible.



Por consiguiente, se aprecia en la escala de valores de índices, el grado de contaminación de la demanda química de oxígeno, equivale a **0.2**, que corresponde a una contaminación *ligera*.

2.5.2.3 Índice de contaminación de la DBO

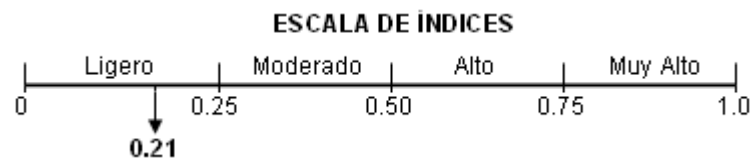
Al igual que las unidades de tratamiento anteriores, la unidad tres tiene un valor de I_{DBO} mas elevado, equivalente a 1.0, debido a que sobrepasa el valor del límite permisible que equivale a 80mg_{DBO}/l.

Cuadro 10. Índice de contaminación del factor de la DBO

UNIDAD DE TRATAMIENTO	DBO (mg/l)	Límite permisible	Índice (I_{DBO}) (Interpolando para; X_{DBO})	Índice de Contaminación
U.T. 1	75	80mg _{DBO} /l	0	LIGERO
U.T. 2	72		0	
U.T. 3	147		1.0	
U.T. 4	70		0	
U.T. 6	83		$X_{DBO} = 0.04$	
		PROMEDIO	0.21	

Fuente: Elaboración propia.

Así mismo, la unidad de tratamiento seis presenta una concentración de 83mg_{DBO}/l, para el cual, se tuvo que interpolar el valor de I_{DBO} , que dio igual a 0.004.



Por consiguiente, como se aprecia en la escala de valores de índices, el grado de contaminación de la demanda química de oxígeno, equivale a **0.21**, que también corresponde a una contaminación *ligera*.

2.5.2.4 Índice de contaminación de los Coliformes

Las concentraciones de unidades de colonias formadas (U.F.C.) en la mayoría de las unidades de tratamiento son elevadas, en relación a los límites permisibles.

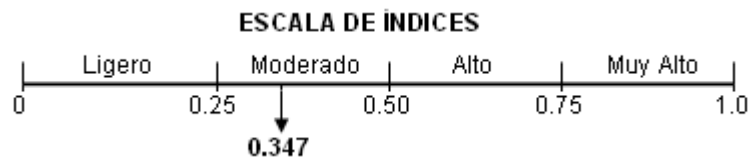
Así mismo, los índices para cada sistema alcanzan valores significativos, debiendo ser interpolados cada factor de coliformes para cada unidad.

Cuadro 11. Índice de contaminación del factor de Coliformes

UNIDAD DE TRATAMIENTO	Coliformes (UFC/100mL)	Límite permisible	Índice ($I_{\text{coliformes}}$) (Interpolando para; $X_{\text{coliformes}}$)	Índice de Contaminación
U.T. 1	6500000	1000NMP/100ml	$X_{\text{coliformes}}=0.1032$	Moderado
U.T. 2	22000000		$X_{\text{coliformes}}=0.35$	
U.T. 3	63000000		1.0	
U.T. 4	7500000		$X_{\text{coliformes}}=0.12$	
U.T. 6	10000000		$X_{\text{coliformes}}=0.16$	
PROMEDIO			0.347	

Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, como se aprecia en la escala de valores de índices, el grado de contaminación de los sólidos en suspensión, equivale a **0.347**, que corresponde a una contaminación **Moderada**.



2.5.3 Evaluación de la eficiencia de las unidades de tratamiento

2.5.3.1 Eficiencia la unidad de tratamiento Uno

Los niveles de concentración de Sólidos Totales Suspendidos, DQO, DBO y Coliformes, en la unidad de tratamiento Uno se encuentran dentro del rango permitido, según los parámetros permisibles exigidos en el reglamento ambiental (Ley Ambiental 1333).

Así mismo, para el análisis de la eficiencia se consideraron la acción depuradora de las unidades de tratamiento, considerando las variables; STS, DQO, DBO, SD y Coliformes, ya que las concentraciones de nitratos y fosfatos, presentan valores menores a los indicados en los límites permisibles.

Cuadro 12. Eficiencia de la unidad de tratamiento Uno

Parámetro	Unidad	Cámara de ingreso	Cuerpo receptor	(%) de Eficiencia	Factor de Biodegradabilidad de la MO
pH	unidades	7,8	7,8		0,385 0,576
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	229	19	91,7	
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	312	192	38,5	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	177	75	57,6	
Nitratos	mg/l	<1,0	<1,0		
Fosfatos Totales	mg/l	<1,0	<1,0		
Sólidos Disueltos	mg/l	210	163	22,4	
Coliformes Fecales	U.F.C	92,9x10 ⁶	6,5x10 ⁶	93	
PROMEDIO				60,64	0,48

Fuente: Elaboración propia.

La eficiencia de la unidad de tratamiento uno, oscila entre los **60.64% de Eficiencia**, con un Factor de Biodegradabilidad de la materia orgánica promedio de 0.48, es decir, que el 48% de la materia orgánica que ingresó a la unidad de tratamiento fue digerido por la población bacteriana.

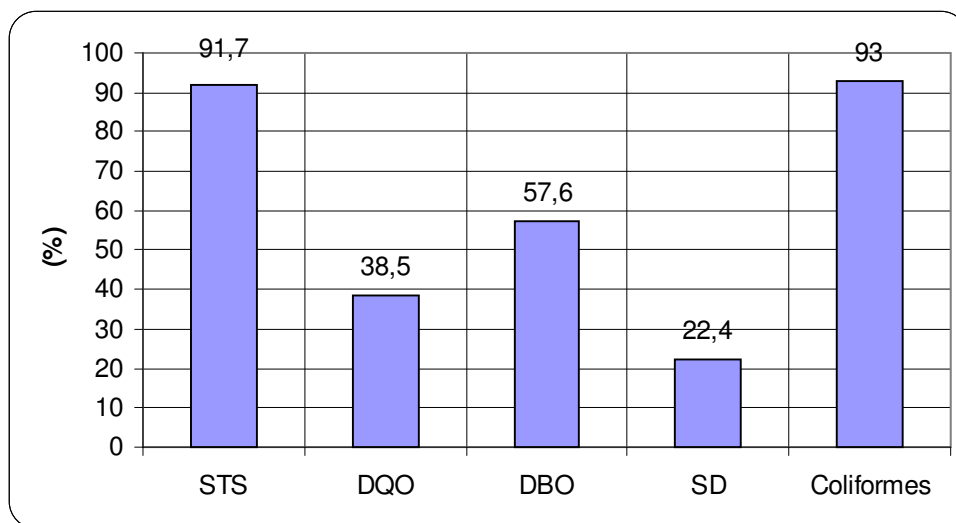


Figura 10. Eficiencia unidad de tratamiento Uno por variables evaluadas

La figura 10, muestra los porcentajes de eficiencia para cada variable analizada. Siendo, la concentración de STS y Coliformes, los que mejor tratamiento recibieron, sin embargo, los SD presentan baja eficiencia en cuanto a su tratamiento, esto se debe a la masa celular bacteriana.

2.5.3.2 Eficiencia de la unidad de tratamiento Dos

Los niveles de concentración de Sólidos Totales Suspendidos, Sólidos Disueltos, Nitratos, Detergentes y pH del Sistema Dos son bajos, según los parámetros permisibles exigidos en el reglamento ambiental.

La Demanda Bioquímica de Oxígeno y Demanda química de Oxígeno presentes en las descargas del Sistema Dos, se consideran aceptables, es decir, dentro del rango exigido por el reglamento ambiental.

Cuadro 13. Eficiencia de la unidad de tratamiento Dos

Parámetro	Unidad	Cámara de ingreso	Cuerpo receptor	(%) de Eficiencia	Factor de Biodegradabilidad de la MO
pH	unidades	7,6	7,8		0,182 0,64
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	102	29	71,6	
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	209	171	18,2	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	200	72	64	
Nitratos	mg/l	0,3	<1,0		
Fosfatos Totales	mg/l	1,4	0,8	43	
Sólidos Disueltos	mg/l	153	92	40	
Coliformes Fecales	U.F.C	2,6x10 ⁸	2,2x10 ⁷	91,54	
			PROMEDIO	54,7	0,411

Fuente: Elaboración propia.

Para el análisis de la eficiencia de la unidad de tratamiento se considera las variables de; STS, DQO, DBO, PO₄, SD y Coliformes.

La eficiencia de la unidad de tratamiento Dos es de **54.7% de Eficiencia**. Este valor indica que la unidad se encuentra operando adecuadamente. El Factor de Biodegradabilidad promedio es de 0.411.

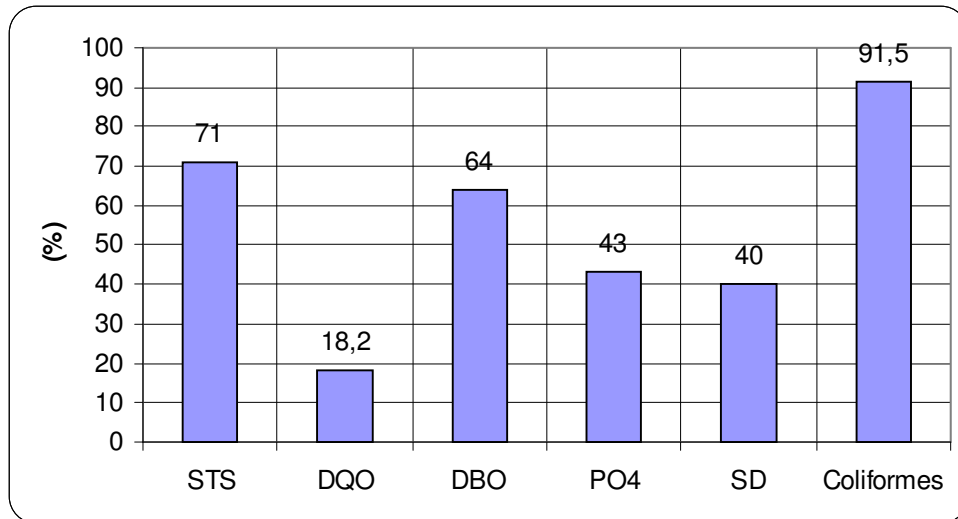


Figura 11. Eficiencia de la unidad de tratamiento Dos por variables evaluadas

La figura 11, muestra el comportamiento de la eficiencia para cada variable analizada. Los STS y Coliformes, presentan mejor tratamiento en su depuración, sin embargo, la DQO presenta baja eficiencia en su tratamiento, esto se debe a que la población bacteriana aun no se desarrollo por completo, debido a que es uno de los sistemas que ingreso recientemente en funcionamiento.

2.5.3.3 Eficiencia de la unidad de tratamiento Tres

Las concentraciones de Sólidos Totales Suspendidos, Sólidos Disueltos, Nitratos, Detergentes y pH en la unidad de tratamiento Tres son aceptables, según los límites permisibles exigidos en el reglamento ambiental.

Cuadro 14. Eficiencia de la unidad de tratamiento Tres

Parámetro	Unidad	Cámara de ingreso	Cuerpo receptor	(%) de Eficiencia	Factor de Biodegradabilidad de la MO
pH	unidades	7,5	8,1		0,17 0,08
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	254	201	21	
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	403	336	17	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	160	147	8	
Nitratos	mg/l	<1,0	0,8		
Fosfatos Totales	mg/l	0,2	0,8	33,4	
Sólidos Disueltos	mg/l	323	208	35,6	
Coliformes Fecales	U.F.C	7×10^8	$6,3 \times 10^7$	91	0,125
			PROMEDIO	34,3	

Fuente: Elaboración propia.

Si bien es cierto que los parámetros de evaluación de descargas a la quebrada natural están dentro los límites permisibles, la eficiencia de la unidad Tres es bajo, alcanzando un **34.3% de Eficiencia**.

El Factor de Biodegradabilidad promedio de la materia orgánica es de 0.125 en la unidad de tratamiento tres.

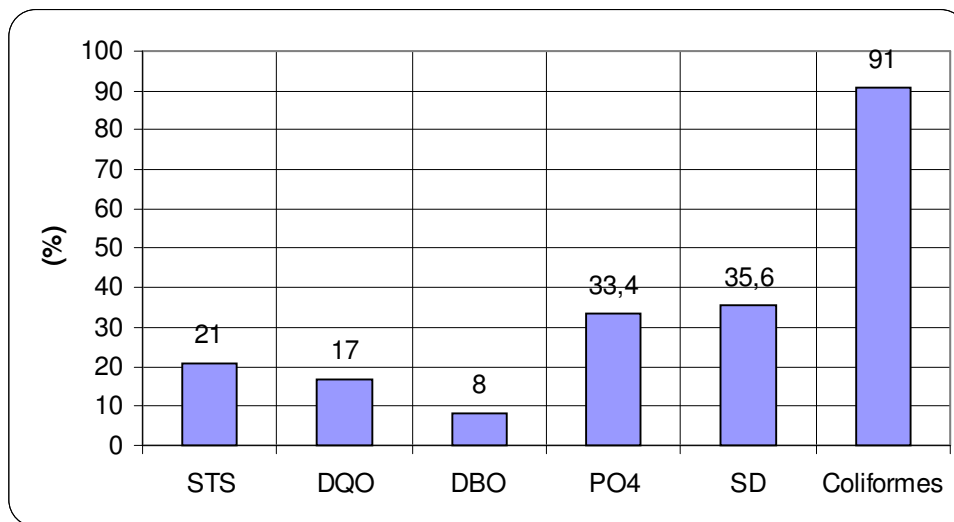


Figura 12. Eficiencia de la unidad de tratamiento Tres por variables evaluadas

La figura 12, muestra la eficiencia para cada variable analizada, solamente la variable de los coliformes, presenta una alta eficiencia. El resto de las variables presentan muy bajas, se debe a que la contribución unitaria sobrepasa los 96 litros, producto de que liberan a la red de alcantarillado, las aguas de las lluvias.

2.5.3.4 Eficiencia de la unidad de tratamiento Cuatro

Los niveles de concentración de Sólidos Totales Suspendidos, Sólidos Disueltos, Nitratos, Detergentes y pH en la unidad de tratamiento Cuatro, también son aceptables, según los límites permisibles.

Así mismo la Demanda Bioquímica de Oxígeno y Demanda química de Oxígeno presente en la unidad, se encuentra dentro de los límites permisibles.

Cuadro 15. Eficiencia la unidad de tratamiento Cuatro

Parámetro	Unidad	Cámara de ingreso	Cuerpo receptor	(%) de Eficiencia	Factor de Biodegradabilidad de la MO
pH	unidades	7,4	7,8		0,29 0,186
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	116	72	38	
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	199	141	29	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	86	70	18,6	
Nitratos	mg/l	0,3	0,3		
Fosfatos Totales	mg/l	2,5	0,9	64	
Sólidos Disueltos	mg/l	200	143	28,5	
Coliformes Fecales	U.F.C	12,5x10 ⁷	7,5x10 ⁶	94	
			PROMEDIO	45,35	0,238

Los parámetros evaluados están dentro los límites permisibles, sin embargo, la eficiencia del sistema en moderadamente bajo, alcanzando ha **45.35% de Eficiencia**, con un Factor de Biodegradabilidad promedio de 0.238, que también es bajo.

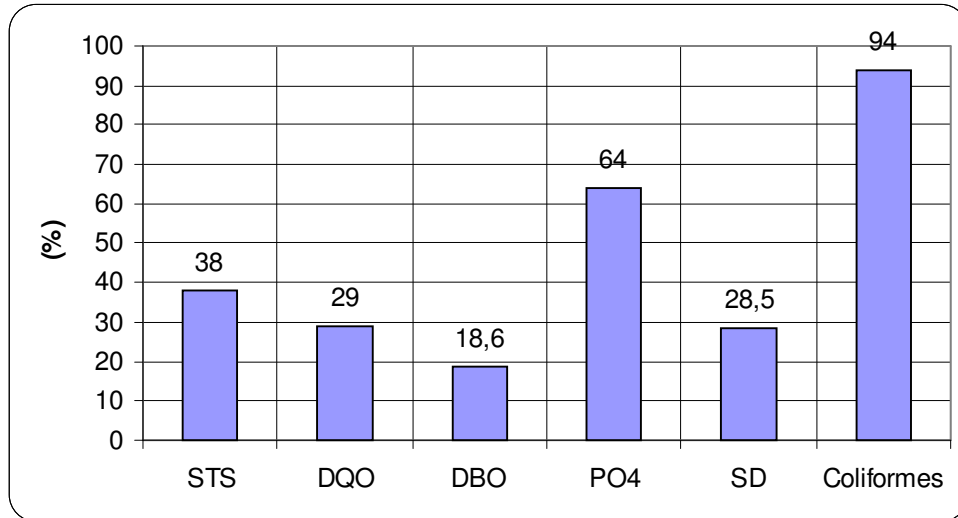


Figura 13. Eficiencia de la unidad de tratamiento Cuatro por variables evaluadas

La figura 13, muestra la eficiencia para cada variable, siendo la concentración de fosfato y Coliformes, los que mejores condiciones de tratamiento presentan, sin embargo, el resto de las variables presentan bajas eficiencia en su tratamiento.

2.5.3.5 Eficiencia de la unidad de tratamiento Seis

Los niveles de concentración de Sólidos Totales Suspendidos, Sólidos Disueltos, Nitratos, Detergentes y pH en la unidad de tratamiento son aceptables, según los límites permisibles exigidos en el reglamento ambiental. Así mismo, la Demanda Bioquímica de Oxígeno y Demanda química de Oxígeno presentes en la unidad, se encuentra dentro de los parámetros exigido.

Cuadro 16. Eficiencia de la unidad de tratamiento Seis

Parámetro	Unidad	Cámara de ingreso	Cuerpo receptor	(%) de Eficiencia	Factor de Biodegradabilidad de la MO
pH	unidades	7,8	7,8		0,513 0,29
Sólidos Totales Suspendidos	mg/l	157	50	68,2	
Demanda Química de Oxígeno	mg/l	279	136	51,3	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/l	117	83	29	
Nitratos	mg/l	0,5	0,3		
Fosfatos Totales	mg/l	2,3	0,5	78,3	
Sólidos Disueltos	mg/l	220	175	20,5	
Coliformes Fecales	U.F.C	$2,5 \times 10^8$	1×10^7	96	
PROMEDIO				57,2	0,401

Si bien es cierto que los valores de los parámetros evaluados son bajos, la eficiencia de la unidad de tratamiento es moderadamente bajo, alcanzando un **57.2% de Eficiencia**.

Así mismo, el Factor de Biodegradabilidad promedio de 0.401, siendo un promedio bajo, esto implica que solamente el 40% de la materia orgánica es degradado por la población de bacterias.

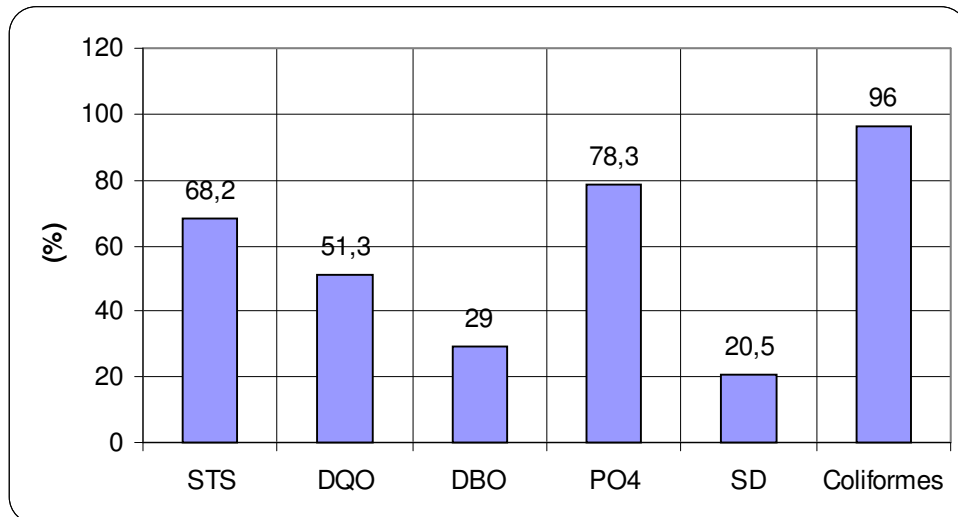


Figura 14. Eficiencia de la unidad de tratamiento Seis por variables evaluadas

Así mismo, la figura 14, muestra las eficiencias para cada variable, siendo la concentración de fosfatos y los Coliformes, los que mejor tratamiento presentan, considerando su eficiencia, sin embargo las variables de demanda bioquímica y sólidos disueltos presentan tasas de eficiencia relativamente bajas.

PARTE III SECCION PROPOSITIVA

3.1 Propuesta de gestión ambiental para la EPSA

De acuerdo a la sección propositiva se propone implementar un Sistema de Gestión Ambiental deberá implementar la EPSA, que ayudara a evaluar y manejar la situación actual, prepararle para su situación futura para la sostenibilidad de las respectivas unidades de tratamiento de aguas residuales que se evaluaron.

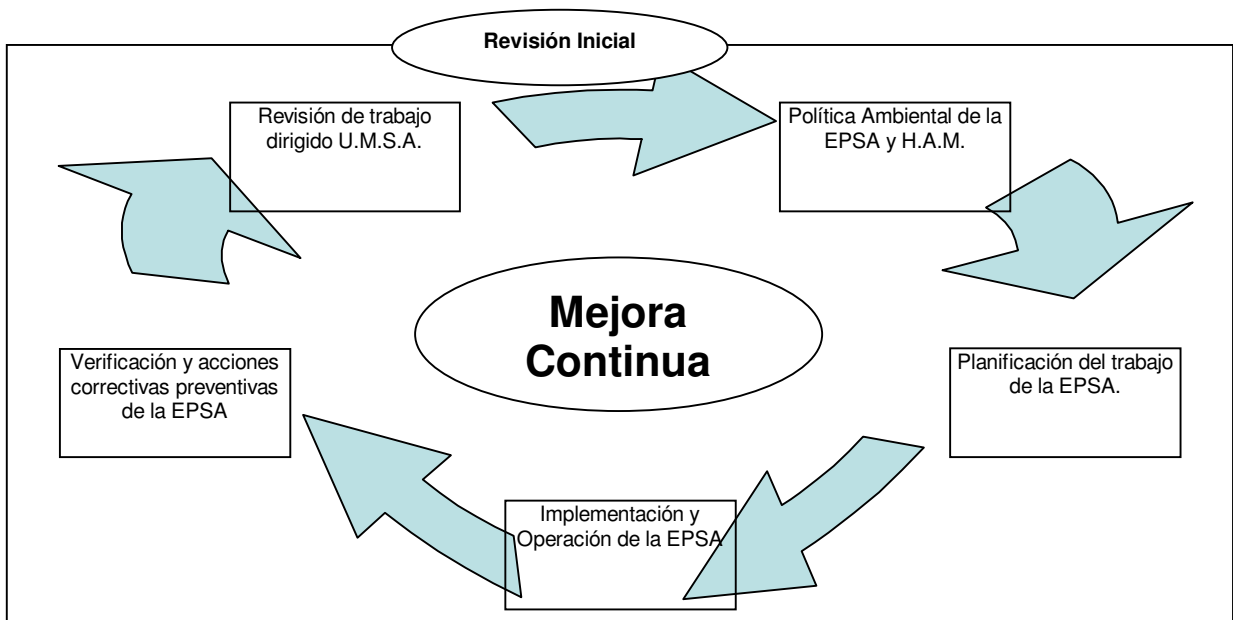
¿Qué es Gestión Ambiental?

Es la parte del sistema general de gestión, que incluye la estructura organizativa, la planificación de las actividades, las prácticas, las responsabilidades, los procedimientos y los recursos para desarrollar, implementar, llevar a efecto, revisar y mantener al día las políticas medio ambientales que rigen nuestro país.

3.2 Ciclo del Sistema de Gestión Ambiental incorporada a la EPSA

Se implemento un modelo de gestión ambiental de acuerdo a la EPSA existente en el lugar que se ejecuto, la cual nos mostrara el proceso a seguir según el ciclo presentado de acuerdo a la ISO 14000.

Figura 15.- Ciclo del Sistema de Gestión Ambiental de la EPSA



3.3 Políticas Ambientales de la EPSA y H.A.M.

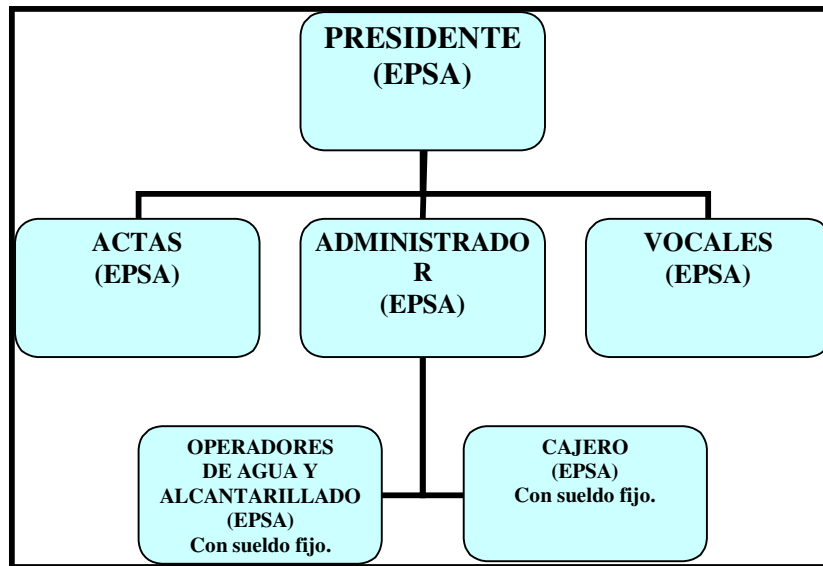
Se propone las siguientes políticas ambientales que se deberán implementar en el Municipio de Coripata, la EPSA responsable del sistema de alcantarillado sanitario de la población de Arapata donde se realizó el trabajo dirigido.

Políticas medio ambientales que se deben implementar:

1. Implementar un Reglamento Interno de Operación y Mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario, la misma deberá ser implementada por la EPSA existente en la población de Arapata con todos sus usuarios del sistema de alcantarillado sanitario.
2. El Gobierno Municipal mas el Honorable Consejo Municipal a solicitud de la EPSA deberá de gestionar una Ordenanza Municipal de Monitoreo trimestral o mensual de las unidades de tratamiento y de todo el sistema de alcantarillado sanitario por parte de la Unidad Técnica Interna Municipal (U.T.I.M) para evaluar el buen o mal funcionamiento de las unidades de tratamiento y de todo el sistema de alcantarillado.
3. La institución ACDI/VOCA deberá gestionar un monto de dinero del POA municipal anual para emergencias mayores de operación y mantenimiento de los sistemas de agua y alcantarillado sanitario, la cual asegurara la sostenibilidad de los sistemas mencionados.

Organigrama de la EPSA

Con el organigrama se representa a los actores principales del Comité de Agua potable y alcantarillado que administra los recursos económicos para llevar adelante la operación y mantenimiento de las unidades de tratamiento que es una parte importante de un sistema de alcantarillado sanitario.



Fuente: Vice Ministerio de Servicios Básicos y Ley 2066.

3.4 Planificación de la EPSA

3.4.1 Aspectos Ambientales

Def. Aspectos ambientales son los elementos de las actividades productivas o servicios que interactúan, o podrían hacerlo, con el medio ambiente, directa o indirectamente (causa) para provocar un impacto ambiental.

La identificación de los aspectos ambientales de la evaluación de las aguas residuales domésticas tratadas en las unidades de tratamiento tiene un efecto sobre el medio ambiente.

Para lo cual se deberá establecer procedimientos para identificar y evaluar de manera continua las mismas unidades de tratamiento esto por parte de la EPSA existente en el lugar.

Cuadro Nº 17 Aspectos / Impactos Ambientales de la Unidad de Tratamiento

Sección	Procesos	Actividad productiva o de servicio	Aspectos
Cámara ingreso con rejilla de la unidad de tratamiento.	Retención de residuos sólidos orgánicos e inorgánicos.	El agua residual domestica no tratada es descargada al tanque séptico de la unidad de tratamiento.	Descargas de aguas residuales domesticas con sólidos suspendidos no tratados en el tanque séptico.
Tanque séptico de la unidad de tratamiento.	Sedimentación de sólidos suspendido en la aguas residuales.	El agua residual domestica no tratada es descargada al filtro anaerobio de flujo ascendente de la unidad de tratamiento.	Descarga de la sedimentos de sólidos como ser los lodos negro al lecho de secado de la unidad de tratamiento.
Filtro anaerobio de flujo ascendente	Filtrado de aguas residuales domesticas en un ambiente anaerobio.	El agua residual domestica ya tratado es descargado a la quebrada natural.	La descarga de agua residual domestica ya tratado es descargado a la quebrada natural con un índice menor de contaminación.
Quebrada natural	Oxigenación de las aguas residuales ya tratadas por la quebrada natural.	El agua residual domestica ya tratada y oxigenada es utilizada para la agricultura.	El agua residual domestica ya tratada y oxigenada es utilizada para la agricultura.

3.4.2 Objetivos y Metas Ambientales de la EPSA

Los objetivos y metas de la EPSA es proponer lineamientos acerca de los niveles de contaminación que producen las aguas residuales domesticas tratadas y no tratadas al medio ambiente.

Cuadro N° 18 Objetivos y Metas Ambientales

Actividad	Aspecto	Impacto	Objetivo	Meta
Las nuevas conexiones de aguas residuales domesticas a las unidades de tratamiento	Mayor consumo de agua.	Derroche de recursos naturales.	Monitoreo del nivel de tratamiento de las aguas residuales domesticas en las unidades de tratamiento por parte de la EPSA responsable.	Reducir el nivel de contaminación de estas aguas residuales domesticas.
Aprobación de un calculo tarifario para el sistema de alcantarillado sanitario	Ingresos en efectivo para la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario y las unidades de tratamiento.	Control de recursos económicos y la no corrupción de los mismos.	Identificar modelo de gestión de la EPSA y como son administrados los recursos económicos.	Modelos de gestión aprobado por los usuarios del sistema. Que todos estos recursos se utilicen para la operación y mantenimiento del sistema.
Operación y mantenimiento de las unidades de tratamiento.	Los Operadores en alcantarillado deben cumplir sus inspecciones preventivas y correctivas de las unidades de tratamiento.	Mayor egreso en efectivo de las arcas de administración para la operación y mantenimiento del sistema.	Identificar el cumplimiento de las inspecciones preventivas y correctivas de las unidades de tratamiento por parte de los operadores.	Reducir en un 80% el taponamiento y el ingreso de residuos sólidos a las unidades de tratamiento.

Cuadro N° 19 Programas de gestión ambiental

PROGRAMA DE GESTION DE AGUAS RESIDUALES				
Objetivo 1: Monitoreo del nivel de tratamiento de las aguas residuales domesticas en las unidades de tratmeinto por parte de la EPSA responsable.				
Meta 1.1	Acciones	Plazo	Recursos	Responsables
Reducir el nivel de contaminación de estas aguas residuales domesticas.	Monitoreo y evaluación del nivel de tratamiento que dan estas unidades de tratamiento a las aguas residuales mediante laboratorio.	La evaluación se la llevara adelante Trimestral mente.	El presupuesto saldrá de las arcas de la EPSA correspondiente.	Expertos en análisis de aguas y el apoyo de Operadores en alcantarillado.
Meta 1.2				
Las aguas residuales ya tratadas por lo menos sean aptas para riego agrícola.	Verificar los resultados de laboratorio para identificar si es o no opta para riego.	Los resultados se deberán obtener Trimestral mente.	Arcas de la EPSA	El responsable de difundir los resultados es la EPSA.
Objetivo 2: Identificar modelo de gestión de la EPSA y como son administrados los recursos económicos.				
Meta 2.1	Acciones	Plazo	Recursos	Responsables
Modelos de gestión aprobado por los usuarios del sistema.	Socializar y aprobar los modelos de gestión administrativa de sistemas de agua y alcantarillado.	Esto e debe aplicar una vez que el proyecto pase a manos de la población beneficiaza.	La ONG se hará responsable del mismo gasto.	Responsable social del proyecto por parte de la institución.

Meta 2.2				
Que todos estos recursos se utilicen para la operación y mantenimiento del sistema.	Capacitarlos en la administración de los recursos económicos.	Esto se debe aplicar una vez que el proyecto pase a manos de la población beneficiada.	La parte administrativa de la EPSA.	Responsables Strio. De Hacienda o cajero de la EPSA.
Objetivo 3: Identificar el cumplimiento de las inspecciones preventivas y correctivas de las unidades de tratamiento por parte de los operadores en alcantarillado.				
Meta 3.1	Acciones	Plazo	Recursos	Responsables
Reducir en un 80% el taponamiento	Los operadores en alcantarillado deben realizar cada 15 días una inspección preventiva de todo el sistema de alcantarillado y las unidades de tratamiento.	Cada 15 días una vez que el proyecto pase a manos de la población beneficiada.	La parte administrativa de la EPSA	Operadores en alcantarillado.
Meta 3.2				
El No ingreso de residuos sólidos a las unidades de tratamiento.	Capacitar en uso adecuado del sistema de alcantarillado sanitario y la disposición final de los residuos sólidos a la población beneficiada a nivel de adultos, jóvenes y niños	En el proceso de la ejecución del proyecto y reforzar una vez que el proyecto pase a manos de la población beneficiada..	La institución u ONG ejecutora del proyecto.	Responsable social del proyecto por parte de la institución.

3.4.2 Implementación y Operación de la EPSA

Se deberá definir los siguientes pasos para la implementación y operación y mantenimiento de la EPSA en esta etapa prepositiva.

3.4.2.1 Recursos, funciones responsabilidades y autoridades

Deberán definirse:

- Realizar el seguimiento de la actuación ambiental en relación de monitoreo de las unidades de tratamiento y ala calidad de aguas tratadas que de ellas emana.
- Garantizar mejoras continuas de todo el sistema de alcantarillado y las unidades de tratamiento siempre y cuando se que el usuario este al día con su tarifa mensual para la operación y mantenimiento del sistema.
- Asegurar el cumplimiento del Reglamento interno de operación y mantenimiento de todo el sistema de alcantarillado sanitario de Arapata.
- Fijar los objetivos y las metas ambientales que deben cumplir tanto el Gobierno municipal de Coripata y la EPSA responsable del sistema.
- La institución ACDI/VOCA deberá llevar adelante la formación y sensibilización en temas ambientales a toda la población beneficiada adultos, jóvenes y niños.
- La ONG y la EPSA deberán identificar las expectativas ambientales que esperan los usuarios o población beneficiaria acerca del sistema de alcantarillado sanitario y las unidades de tratamiento en evaluación.

3.4.2.2 La capacitación

La capacitación es importante en varios niveles en esta sección propositiva:

La capacitación en la ISO 14000 debe entenderse en tres niveles:

Capacitación en Conciencia Ambiental

Esto para promover la concientización del uso adecuado y la operación y mantenimiento del sistema de alcantarillado sanitario y las unidades de tratamiento por parte de la EPSA y de toda la población beneficiada.

Capacitación en aspectos e impactos ambientales

Esta capacitación se las debe impartir a todas las autoridades involucradas en el proyecto de alcantarillado sanitario como ser: Gobierno Municipal, EPSA de la población beneficiada, autoridades de la población beneficiada. Esto para que todos los anteriores mencionados deberán involucrarse en todos los aspectos ambientales, tomen conciencia de la importancia de cumplir y hacer cumplir con todas las políticas establecidas para el funcionamiento y sostenibilidad del sistema de alcantarillado sanitario mencionado en esta sección propositiva.

Capacitación en sistema de gestión ambiental

Este trabajo se lo deberá implementar con la Gobierno Municipal y la EPSA correspondiente por parte de la ONG en carga del proyecto, esto para impartir conocimientos generales sobre el funcionamiento del los sistemas de gestión ambiental y los procedimientos de auditorias ambientales y manejo de documentación por parte de las mismas.

3.4.2.3 Control operativo de la EPSA

La ONG juntamente con la EPSA identificar aquellas operaciones y actividades que estén asociados con los aspectos ambientales significativos identificados, recuerdo con sus políticas internas implementadas y sus objetivos y metas mencionadas en este trabajo.

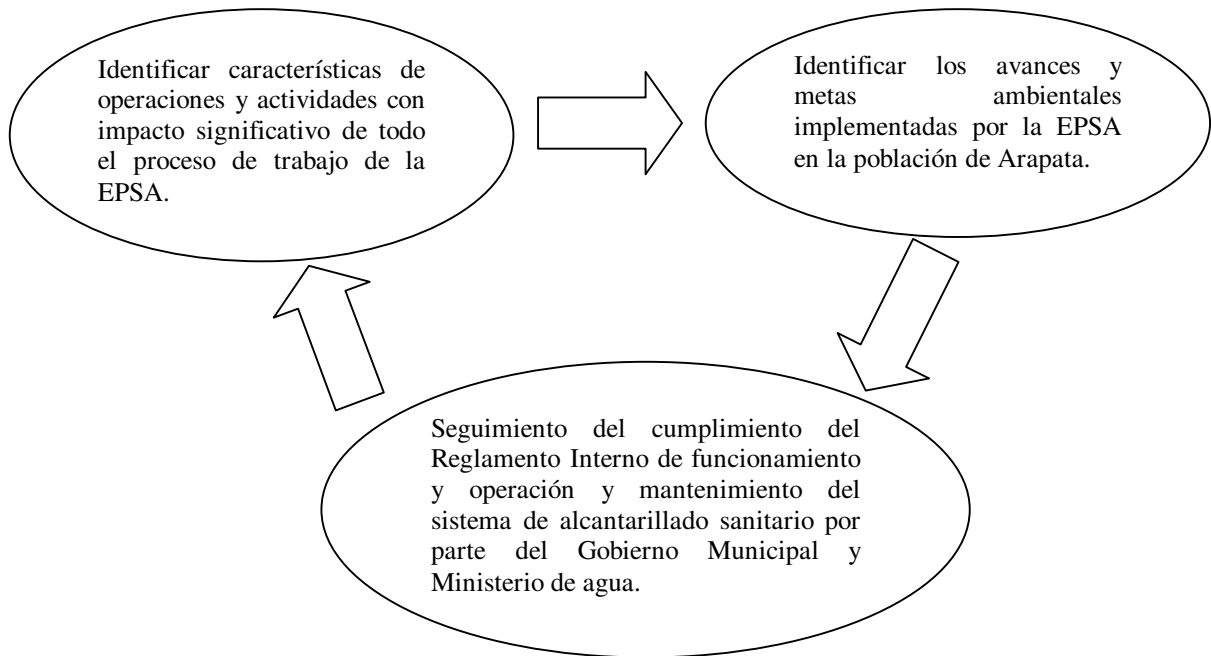
Planes de emergencia que se deben contemplar:

Cuadro Nº 20 Planes de Emergencia

Organización y responsabilidades ante emergencias por parte del Gobierno Municipal como de la EPSA.	Listado de personas claves tanto Gobierno Municipal como de la EPSA.
Detalles de los servicios de emergencia del Gobierno Municipal como de la EPSA.	Planes de comunicación interne y externa Gobierno Municipal.
Acciones tomadas ante la eventualidad de diferentes tipos de emergencia por parte del Gobierno Municipal como de la EPSA.	Información sobre materiales peligrosos incluyendo el impacto ambiental y medidas a tomar por parte del Gobierno Municipal como de la EPSA y la ONG ejecutora.
	Planes de capacitación y ensayos de eficacia por parte de la ONG ejecutora del proyecto.

3.5 Verificación de Acciones Correctivas y Preventivas de la EPSA

En primer lugar se debe determinar que medir/evaluar en este ciclo de sección propositiva de la EPSA.



Además se deberá implementar las mediciones de seguimiento

La ONG, o el Gobierno Municipal establecerán y dispondrán pro sedimentos para medir y hacer el seguimiento de forma trimestral o periódica de las características claves de sus operaciones y actividades que puedan tener un impacto significativo sobre el medio ambiente. Además ellos deberán medir el registro de la información para seguir el desempeño, los controles operativos permanente con sus políticas establecidas correspondientemente en el proyecto de alcantarillado sanitario de Arapata.

PARTE IV SECCION CONCLUSITIVA

4.1 Operación de las unidades de tratamiento de aguas servidas

Con el diseño de la Unidad de Tratamiento de Aguas Residuales, se busca combinar eficiencia y economía de los procesos de tratamiento mediante procesos de muy poca energía, bajos costos operacionales, facilidad en la operación y el mantenimiento y alta eficiencia del proceso tratamiento de las aguas residuales.

4.2 Clasificación de las aguas servidas tratadas

4.2.1 Clasificación de la unidad de tratamiento uno

La clasificación de las descargas de la unidad de tratamiento uno, corresponde a la Clase C, según la clasificación de los cuerpos de agua por su aptitud de uso, del reglamento de Medio Ambiente (Ley 1333).

Para abastecimiento domestico de agua potable después de; un tratamiento físico químico completo: coagulación, floculación, filtración y desinfección.

Esta evaluación del nivel de tratamiento de aguas servidas en las cinco unidades de tratamiento se las llevo adelante en una sola época del año que es de primavera en el mes de agosto cuando la población de Arapata tiene su fiesta patronal, en la que se dio mayor utilidad a las cinco unidades de tratamiento que fueron evaluadas.

4.2.2 Clasificación de la unidad de tratamiento dos

Las descargas de la unidad de tratamiento dos corresponden a la Clase C, basada en la clasificación de los cuerpos de agua según su aptitud de uso.

Para abastecimiento domestico de agua potable después de; un tratamiento físico químico completo: coagulación, floculación, filtración y desinfección.

4.2.3 Clasificación de la unidad de tratamiento tres

La unidad de tratamiento tres genera descargas que corresponden entre la Clase C y Clase D, basado en la clasificación de los cuerpos de agua según su aptitud de uso.

Para abastecimiento de agua potable después de, un tratamiento físico químico completo: coagulación, floculación, filtración y desinfección.

4.2.4 Clasificación de la unidad de tratamiento cuatro

Así mismo, la unidad de tratamiento cuatro genera descargas que corresponden a la Clase C, según la clasificación de los cuerpos de agua en función de su aptitud de uso.

Que también, son caudales para abastecimiento de agua potable después de un tratamiento físico químico completo: coagulación, floculación, filtración y desinfección.

4.2.5 Clasificación de la unidad de tratamiento seis

La unidad de tratamiento seis, produce descargas que corresponden a la Clase C, según la clasificación de los cuerpos de agua en función de su aptitud de uso.

Así mismo, son caudales para abastecimiento de agua potable después de un tratamiento físico químico completo: coagulación, floculación, filtración y desinfección.

4.3 Funcionalidad de las unidades de tratamiento

Según los resultados obtenidos el tiempo de retención en las tres primeras unidades de tratamiento son mínimos, por tanto, las bacterias depuradoras no actúan eficientemente, esto se debe a que la población excede en volumen la capacidad de las unidades de tratamiento.

Por consiguiente, las unidades de tratamiento uno, dos y en especial la tres, requieren una ampliación en sus dimensiones.

4.4 Capacitación de los recursos humanos

Es importante la capacitación de Recursos Humanos, debido a que ellos son los actores principales que garanticen la funcionalidad y sostenibilidad de las unidades de tratamiento.

Esta tarea se debe llevar adelante en todos los niveles de estrato social, en la población beneficiada, para lograr el mantenimiento y el uso adecuado de los sistemas de alcantarillado.

Las tareas recomendadas son: Visitas domiciliarias con temas relacionadas con educación sanitaria y uso adecuado del sistema de alcantarillado.

4.5 Actores principales para lograr la sostenibilidad

La población beneficiada representa el pilar principal para la sostenibilidad de las unidades de tratamiento, debido a que ellos conforman sus Entidades Administradoras de Agua y Alcantarillado sanitario.

Así mismo, el Gobierno Municipal debe llevar adelante el seguimiento del cumplimiento de las tareas de operación y mantenimiento de las unidades de tratamiento, por lo menos semestralmente.

PARTE V BIBLIOGRAFIA

ALVAREZ G. 1988. Calidad de Agua de Fuentes Públicas y Procesos Particulares. Editor San Hig. Chile. 145, p.

ARRIGNON J. 1979. Ecología y Piscicultura de las Aguas Dulces. Editorial Mundi Prensa. Madrid España. 365, pp.

AYERS R. 1987. La Calida de Agua en la Agricultura Estudios FAO. Editorial Riesgo y Drenaje. Roma Italia. 174, p.

CADENAS J. 2003. La Calidad de Agua para Estudiante de Ciencias Ambientales. Edito Universidad Distrital. Colombia. 205, p.

CHARLOT J. 1971. Química Analítica Soluciones Acuosas. 1ª Edición Toray – Masón, S. A. España.60,p

FIESTAS A. 1977. Depuración de las Aguas Residuales en la Industria de Aceites, Grasas. España. 65, p.

LOPEZ J. 2005. Problemas Resueltos de Química Analítica. Editorial Thomson, Chile.136, p

LORENZO J. 2000. Aguas residuales y Alcantarillado, Historia de Abastecimiento y Uso del Agua. Editores José Maria – Segura. Madrid España. 112, p.

LLOPEZ A. 1989. Presencia de Nitratos en las Aguas de Consumo Publico con Factores de Riesgo sobre la Mortalidad, Acta de las Primeras Jornadas Nacionales de salud Ambiental. Editor Publicaciones de la Junta de Comunidad de Castilla de la Mancha. España. 250, p.

SILVA M, BARBOSA J. 2002. Equilibrios Iónicos sus Aplicaciones Analíticas. Editorial Síntesis. España. 52, p.

RIVERO N. 1992. Calidad y Reconocimiento Básico de Aguas. Editorial El Árbol Nuestro Amigo. Chile. 45, p.

RIVERO N. Y MUÑOS A. 1999. Parámetros Químicos Relevantes para el Estudio de Impacto Ambiental en Ríos. Edito Informe Tecnológico. Chile. 101, p.

SETUAIN B. 2002. El Saneamiento de las Aguas Residuales Editorial Ordenamiento Español. Valladolid España. 511, p.

ANEXO

ANEXO 1



RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA

DATOS DE MUESTREO

Fecha: **14-08-2006** Hora: **18:30**
Punto: **Ingreso a la cámara con rejilla**
Lugar: **Arapata**
Fuente: **Agua superficial**
Localidad: **Arapata**
Provincia: **Nor Yungas**
Departamento: **La Paz**

DATOS DE ANÁLISIS

Fecha: **15-08-2006**
Hora: **16:40**
Tipo de recipiente: **Frasco de Plástico**
Estado de la muestra:
Esterilizado (Si/No): **Si**
Refrigerada (Si/No): **No**
Temperatura: ---

Nº de muestra: **Sistema 1**

Observaciones:----

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Análisis de los SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS:

Variables	Análisis del STS (mg/l)		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
TSS (mañana)	232	22,0	222
TSS (medio día)	234	26,0	220
TSS (tarde)	222	<10	212
TSS (promedio)	229	19	218

Análisis de los SÓLIDOS DISUELTOS

Variables	Análisis de los SD (mg/l)		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
SD (mañana)	190	180	450
SD (medio día)	300	100	300
SD (tarde)	200	150	250
SD (promedio)	230	143	333

La Paz, 21 de Agosto de 2006

ANALIZADO POR
Egr. Juana Acarapi

VºBº DIRECTOR REGIONAL
Ing. Jeremy Davis



RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA

DATOS DE MUESTREO

Fecha: **14-08-2006** Hora: **18:30**
Punto: **Ingreso a la cámara con rejilla**
Lugar: **Arapata**
Fuente: **Agua superficial**
Localidad: **Arapata**
Provincia: **Nor Yungas**
Departamento: **La Paz**

DATOS DE ANÁLISIS

Fecha: **15-08-2006**
Hora: **16:40**
Tipo de recipiente: **Frasco de Plástico**
Estado de la muestra:
Esterilizado (Si/No): **Si**
Refrigerada (Si/No): **No**
Temperatura: ---

Nº de muestra: **Sistema 1**

Observaciones:----

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Análisis de la DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO:

Variables	Análisis de la DQO (mg/l)		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
DQO (mañana)	316	194	276
DQO (medio día)	316	206	278
DQO (tarde)	304	178	266
DQO (promedio)	312	192	273

Análisis de la DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO:

Variables	Análisis de la DBO (mg/l)		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
DBO (mañana)	174	76	65,0
DBO (medio día)	180	77	66,5
DBO (tarde)	178	73	62,5
DBO (promedio)	177	75	65

La Paz, 21 de Agosto de 2006

ANALIZADO POR
Egr. Juana Acarapi

VºBº DIRECTOR REGIONAL
Ing. Jeremy Davis



RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA

DATOS DE MUESTREO

Fecha: **14-08-2006** Hora: **18:30**
Punto: **Ingreso a la cámara con rejilla**
Lugar: **Arapata**
Fuente: **Agua superficial**
Localidad: **Arapata**
Provincia: **Nor Yungas**
Departamento: **La Paz**

DATOS DE ANÁLISIS

Fecha: **15-08-2006**
Hora: **16:40**
Tipo de recipiente: **Frasco de Plástico**
Estado de la muestra:
Esterilizado (Si/No): **Si**
Refrigerada (Si/No): **No**
Temperatura: ---

Nº de muestra: **Sistema 1**

Observaciones:----

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Análisis de los NITRATOS:

Variables	Análisis de los NO ₃ (mg/l)		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
NO ₃ (mañana)	<1.0	<1.0	3,2
NO ₃ (medio día)	<1.0	<1.0	3,4
NO ₃ (tarde)	<1.0	<1.0	3,1
NO₃ (promedio)	<1.0	<1.0	3,2

Análisis de los FOSFATOS:

Variables	Análisis del PO ₄ (mg/l)		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
PO ₄ (mañana)	<1.0	<1.0	0,7
PO ₄ (medio día)	<1.0	<1.0	1,0
PO ₄ (tarde)	<1.0	<1.0	0,6
PO₄ (promedio)	<1.0	<1.0	0,8

La Paz, 21 de Agosto de 2006

ANALIZADO POR
Egr. Juana Acarapi

VºBº DIRECTOR REGIONAL
Ing. Jeremy Davis



RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA

DATOS DE MUESTREO

Fecha: **14-08-2006** Hora: **18:30**
Punto: **Ingreso a la cámara con rejilla**
Lugar: **Arapata**
Fuente: **Agua superficial**
Localidad: **Arapata**
Provincia: **Nor Yungas**
Departamento: **La Paz**

Nº de muestra: **Sistema 1**

Observaciones:----

DATOS DE ANÁLISIS

Fecha: **15-08-2006**
Hora: **16:40**
Tipo de recipiente: **Frasco de Plástico**
Estado de la muestra:
Esterilizado (Si/No): **Si**
Refrigerada (Si/No): **No**
Temperatura: ---

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Análisis del pH:

Variables	Análisis del pH		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
pH (mañana)	7,8	7,6	8,0
pH (medio día)	8,0	7,8	7,8
pH (tarde)	7,6	8,0	7,6
pH (promedio)	7,8	7,8	7,8

La Paz, 21 de Agosto de 2006

ANALIZADO POR
Egr. Juana Acarapi

VºBº DIRECTOR REGIONAL
Ing. Jeremy Davis



RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA

DATOS DE MUESTREO

Fecha: **14-08-2006** Hora: **18:30**
Punto: **Ingreso a la cámara con rejilla**
Lugar: **Arapata**
Fuente: **Agua superficial**
Localidad: **Arapata**
Provincia: **Nor Yungas**
Departamento: **La Paz**

DATOS DE ANÁLISIS

Fecha: **15-08-2006**
Hora: **16:40**
Tipo de recipiente: **Frasco de Plástico**
Estado de la muestra:
Esterilizado (Si/No): **Si**
Refrigerada (Si/No): **No**
Temperatura: ---

Nº de muestra: **Sistema 2**

Observaciones:----

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Análisis de los SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS:

Variables	Análisis del STS (mg/l)		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
TSS (mañana)	104	<10	208
TSS (medio día)	105	12,0	210
TSS (tarde)	98,0	64,0	186
TSS (promedio)	102	29	201

Análisis de los SÓLIDOS DISUELTOS:

Variables	Análisis de los SD (mg/l)		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
SD (mañana)	150	90,0	280
SD (medio día)	200	85,0	350
SD (tarde)	110	100	100
SD (promedio)	153	92	243

La Paz, 21 de Agosto de 2006

ANALIZADO POR
Egr. Juana Acarapi

VºBº DIRECTOR REGIONAL
Ing. Jeremy Davis



RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA

DATOS DE MUESTREO

Fecha: **14-08-2006** Hora: **18:30**
Punto: **Ingreso a la cámara con rejilla**
Lugar: **Arapata**
Fuente: **Agua superficial**
Localidad: **Arapata**
Provincia: **Nor Yungas**
Departamento: **La Paz**

DATOS DE ANÁLISIS

Fecha: **15-08-2006**
Hora: **16:40**
Tipo de recipiente: **Frasco de Plástico**
Estado de la muestra:
Esterilizado (Si/No): **Si**
Refrigerada (Si/No): **No**
Temperatura: ---

Nº de muestra: **Sistema 2**

Observaciones:----

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Análisis de la DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO:

Variables	Análisis de la DQO (mg/l)		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
DQO (mañana)	204	172	244
DQO (medio día)	184	174	248
DQO (tarde)	240	168	236
DQO (promedio)	209	171	243

Análisis de la DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO:

Variables	Análisis de la DBO (mg/l)		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
DBO (mañana)	204	71,0	80,0
DBO (medio día)	170	71,0	82,0
DBO (tarde)	226	72,5	82,5
DBO (promedio)	200	72	82

La Paz, 21 de Agosto de 2006

ANALIZADO POR
Egr. Juana Acarapi

VºBº DIRECTOR REGIONAL
Ing. Jeremy Davis



RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA

DATOS DE MUESTREO

Fecha: **14-08-2006** Hora: **18:30**
 Punto: **Ingreso a la cámara con rejilla**
 Lugar: **Arapata**
 Fuente: **Agua superficial**
 Localidad: **Arapata**
 Provincia: **Nor Yungas**
 Departamento: **La Paz**

DATOS DE ANÁLISIS

Fecha: **15-08-2006**
 Hora: **16:40**
 Tipo de recipiente: **Frasco de Plástico**
 Estado de la muestra:
 Esterilizado (Si/No): **Si**
 Refrigerada (Si/No): **No**
 Temperatura: ---

Nº de muestra: **Sistema 2**

Observaciones:----

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Análisis de los NITRATOS:

Variables	Análisis de los NO ₃ (mg/l)		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
NO ₃ (mañana)	0,3	<1.0	0,7
NO ₃ (medio día)	0,4	<1.0	0,9
NO ₃ (tarde)	0,2	<1.0	0,8
NO₃ (promedio)	0,3	<1.0	0,8

Análisis de los FOSFATOS:

Variables	Análisis del PO ₄ (mg/l)		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
PO ₄ (mañana)	1,4	0,8	1,4
PO ₄ (medio día)	1,5	0,9	1,5
PO ₄ (tarde)	1,4	0,7	1,4
PO₄ (promedio)	1,4	0,8	1,4

La Paz, 21 de Agosto de 2006

ANALIZADO POR
Egr. Juana Acarapi

VºBº DIRECTOR REGIONAL
Ing. Jeremy Davis



RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA

DATOS DE MUESTREO

Fecha: **14-08-2006** Hora: **18:30**
Punto: **Ingreso a la cámara con rejilla**
Lugar: **Arapata**
Fuente: **Agua superficial**
Localidad: **Arapata**
Provincia: **Nor Yungas**
Departamento: **La Paz**

Nº de muestra: **Sistema 2**

Observaciones:----

DATOS DE ANÁLISIS

Fecha: **15-08-2006**
Hora: **16:40**
Tipo de recipiente: **Frasco de Plástico**
Estado de la muestra:
Esterilizado (Si/No): **Si**
Refrigerada (Si/No): **No**
Temperatura: ---

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Análisis del pH:

Variables	Análisis del pH		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
pH (mañana)	7,4	7,8	7,2
pH (medio día)	7,8	7,6	7,8
pH (tarde)	7,6	8,0	7,0
pH (promedio)	7,6	7,8	7,3

La Paz, 21 de Agosto de 2006

ANALIZADO POR
Egr. Juana Acarapi

VºBº DIRECTOR REGIONAL
Ing. Jeremy Davis



RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA

DATOS DE MUESTREO

Fecha: **14-08-2006** Hora: **18:30**
Punto: **Ingreso a la cámara con rejilla**
Lugar: **Arapata**
Fuente: **Agua superficial**
Localidad: **Arapata**
Provincia: **Nor Yungas**
Departamento: **La Paz**

DATOS DE ANÁLISIS

Fecha: **15-08-2006**
Hora: **16:40**
Tipo de recipiente: **Frasco de Plástico**
Estado de la muestra:
Esterilizado (Si/No): **Si**
Refrigerada (Si/No): **No**
Temperatura: ---

Nº de muestra: **Sistema 3**

Observaciones:----

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Análisis de los SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS:

Variables	Análisis del STS (mg/l)		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
TSS (mañana)	266	190	154
TSS (medio día)	276	202	144
TSS (tarde)	192	212	146
TSS (promedio)	245	201	148

Análisis de los SÓLIDOS DISUELTOS:

Variables	Análisis de los SD (mg/l)		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
SD (mañana)	300	200	280
SD (medio día)	290	275	250
SD (tarde)	380	150	100
SD (promedio)	323	208	210

La Paz, 21 de Agosto de 2006

ANALIZADO POR
Egr. Juana Acarapi

VºBº DIRECTOR REGIONAL
Ing. Jeremy Davis



RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA

DATOS DE MUESTREO

Fecha: **14-08-2006** Hora: **18:30**
Punto: **Ingreso a la cámara con rejilla**
Lugar: **Arapata**
Fuente: **Agua superficial**
Localidad: **Arapata**
Provincia: **Nor Yungas**
Departamento: **La Paz**

DATOS DE ANÁLISIS

Fecha: **15-08-2006**
Hora: **16:40**
Tipo de recipiente: **Frasco de Plástico**
Estado de la muestra:
Esterilizado (Si/No): **Si**
Refrigerada (Si/No): **No**
Temperatura: ---

Nº de muestra: **Sistema 3**

Observaciones:----

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Análisis de la DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO:

Variables	Análisis de la DQO (mg/l)		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
DQO (mañana)	416	336	242
DQO (medio día)	432	356	228
DQO (tarde)	360	316	228
DQO (promedio)	403	336	233

Análisis de la DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO:

Variables	Análisis de la DBO (mg/l)		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
DBO (mañana)	158	151	92,0
DBO (medio día)	164	160	87,0
DBO (tarde)	157	130	87,0
DBO (promedio)	160	147	89

La Paz, 21 de Agosto de 2006

ANALIZADO POR
Egr. Juana Acarapi

VºBº DIRECTOR REGIONAL
Ing. Jeremy Davis



RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA

DATOS DE MUESTREO

Fecha: **14-08-2006** Hora: **18:30**
Punto: **Ingreso a la cámara con rejilla**
Lugar: **Arapata**
Fuente: **Agua superficial**
Localidad: **Arapata**
Provincia: **Nor Yungas**
Departamento: **La Paz**

Nº de muestra: **Sistema 3**

Observaciones:----

DATOS DE ANÁLISIS

Fecha: **15-08-2006**
Hora: **16:40**
Tipo de recipiente: **Frasco de Plástico**
Estado de la muestra:
Esterilizado (Si/No): **Si**
Refrigerada (Si/No): **No**
Temperatura: ---

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Análisis de los NITRATOS:

Variables	Análisis de los NO ₃ (mg/l)		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
NO ₃ (mañana)	<1.0	0,8	1,4
NO ₃ (medio día)	<1.0	0,9	1,2
NO ₃ (tarde)	<1.0	0,7	1,2
NO₃ (promedio)	<1.0	0,8	1,2

Análisis de los FOSFATOS:

Variables	Análisis del PO ₄ (mg/l)		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
PO ₄ (mañana)	1,2	0,8	1,2
PO ₄ (medio día)	1,2	0,9	0,9
PO ₄ (tarde)	1,2	0,7	0,8
PO₄ (promedio)	1,2	0,8	0,9

La Paz, 21 de Agosto de 2006

ANALIZADO POR
Egr. Juana Acarapi

VºBº DIRECTOR REGIONAL
Ing. Jeremy Davis



RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA

DATOS DE MUESTREO

Fecha: **14-08-2006** Hora: **18:30**
Punto: **Ingreso a la cámara con rejilla**
Lugar: **Arapata**
Fuente: **Agua superficial**
Localidad: **Arapata**
Provincia: **Nor Yungas**
Departamento: **La Paz**

Nº de muestra: **Sistema 3**

Observaciones:----

DATOS DE ANÁLISIS

Fecha: **15-08-2006**
Hora: **16:40**
Tipo de recipiente: **Frasco de Plástico**
Estado de la muestra:
Esterilizado (Si/No): **Si**
Refrigerada (Si/No): **No**
Temperatura: ---

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Análisis del pH:

Variables	Análisis del pH		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
pH (mañana)	7,5	7,8	7,4
pH (medio día)	7,6	7,5	7,2
pH (tarde)	7,4	9,0	7,0
pH (promedio)	7,5	8,1	7,2

La Paz, 21 de Agosto de 2006

ANALIZADO POR
Egr. Juana Acarapi

VºBº DIRECTOR REGIONAL
Ing. Jeremy Davis



RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA

DATOS DE MUESTREO

Fecha: **14-08-2006** Hora: **18:30**
 Punto: **Ingreso a la cámara con rejilla**
 Lugar: **Arapata**
 Fuente: **Agua superficial**
 Localidad: **Arapata**
 Provincia: **Nor Yungas**
 Departamento: **La Paz**

DATOS DE ANÁLISIS

Fecha: **15-08-2006**
 Hora: **16:40**
 Tipo de recipiente: **Frasco de Plástico**
 Estado de la muestra:
 Esterilizado (Si/No): **Si**
 Refrigerada (Si/No): **No**
 Temperatura: ---

Nº de muestra: **Sistema 4**

Observaciones:----

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Análisis de los SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS:

Variables	Análisis del STS (mg/l)		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
TSS (mañana)	118	75	65
TSS (medio día)	116	68	62
TSS (tarde)	113	73	63
TSS (promedio)	116	72	63

Análisis de los SÓLIDOS DISUELTOS:

Variables	Análisis de los SD (mg/l)		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
SD (mañana)	220	150	150
SD (medio día)	200	110	100
SD (tarde)	180	170	110
SD (promedio)	200	143	120

La Paz, 21 de Agosto de 2006

ANALIZADO POR
Egr. Juana Acarapi

VºBº DIRECTOR REGIONAL
Ing. Jeremy Davis



RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA

DATOS DE MUESTREO

Fecha: **14-08-2006** Hora: **18:30**
Punto: **Ingreso a la cámara con rejilla**
Lugar: **Arapata**
Fuente: **Agua superficial**
Localidad: **Arapata**
Provincia: **Nor Yungas**
Departamento: **La Paz**

DATOS DE ANÁLISIS

Fecha: **15-08-2006**
Hora: **16:40**
Tipo de recipiente: **Frasco de Plástico**
Estado de la muestra:
Esterilizado (Si/No): **Si**
Refrigerada (Si/No): **No**
Temperatura: ---

Nº de muestra: **Sistema 4**

Observaciones:----

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Análisis de la DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO:

Variables	Análisis de la DQO (mg/l)		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
DQO (mañana)	202	142	98
DQO (medio día)	198	136	96
DQO (tarde)	196	146	97
DQO (promedio)	199	141	97

Análisis de la DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO:

Variables	Análisis de la DBO (mg/l)		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
DBO (mañana)	87,0	67,0	35,5
DBO (medio día)	86,0	68,5	35,0
DBO (tarde)	85,0	73,5	35,5
DBO (promedio)	86	70	35

La Paz, 21 de Agosto de 2006

ANALIZADO POR
Egr. Juana Acarapi

VºBº DIRECTOR REGIONAL
Ing. Jeremy Davis



RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA

DATOS DE MUESTREO

Fecha: **14-08-2006** Hora: **18:30**
Punto: **Ingreso a la cámara con rejilla**
Lugar: **Arapata**
Fuente: **Agua superficial**
Localidad: **Arapata**
Provincia: **Nor Yungas**
Departamento: **La Paz**

DATOS DE ANÁLISIS

Fecha: **15-08-2006**
Hora: **16:40**
Tipo de recipiente: **Frasco de Plástico**
Estado de la muestra:
Esterilizado (Si/No): **Si**
Refrigerada (Si/No): **No**
Temperatura: ---

Nº de muestra: **Sistema 4**

Observaciones:----

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Análisis de los NITRATOS:

Variables	Análisis de los NO ₃ (mg/l)		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
NO ₃ (mañana)	0,3	0,2	2,4
NO ₃ (medio día)	0,4	0,3	2,4
NO ₃ (tarde)	0,2	0,4	2,4
NO₃ (promedio)	0,3	0,3	2,4

Análisis de los FOSFATOS:

Variables	Análisis del PO ₄ (mg/l)		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
PO ₄ (mañana)	2,5	1,0	1,1
PO ₄ (medio día)	2,7	1,0	1,2
PO ₄ (tarde)	2,4	0,9	1,1
PO₄ (promedio)	2,5	0,9	1,1

La Paz, 21 de Agosto de 2006

ANALIZADO POR
Egr. Juana Acarapi

VºBº DIRECTOR REGIONAL
Ing. Jeremy Davis



RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA

DATOS DE MUESTREO

Fecha: **14-08-2006** Hora: **18:30**
Punto: **Ingreso a la cámara con rejilla**
Lugar: **Arapata**
Fuente: **Agua superficial**
Localidad: **Arapata**
Provincia: **Nor Yungas**
Departamento: **La Paz**

Nº de muestra: **Sistema 4**

Observaciones:----

DATOS DE ANÁLISIS

Fecha: **15-08-2006**
Hora: **16:40**
Tipo de recipiente: **Frasco de Plástico**
Estado de la muestra:
Esterilizado (Si/No): **Si**
Refrigerada (Si/No): **No**
Temperatura: ---

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Análisis del pH:

Variables	Análisis del pH		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
pH (mañana)	7,6	7,8	8,5
pH (medio día)	7,4	7,6	7,8
pH (tarde)	7,2	8,0	7,6
pH (promedio)	7,4	7,8	8,0

La Paz, 21 de Agosto de 2006

ANALIZADO POR
Egr. Juana Acarapi

VºBº DIRECTOR REGIONAL
Ing. Jeremy Davis



RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA

DATOS DE MUESTREO

Fecha: **14-08-2006** Hora: **18:30**
 Punto: **Ingreso a la cámara con rejilla**
 Lugar: **Arapata**
 Fuente: **Agua superficial**
 Localidad: **Arapata**
 Provincia: **Nor Yungas**
 Departamento: **La Paz**

DATOS DE ANÁLISIS

Fecha: **15-08-2006**
 Hora: **16:40**
 Tipo de recipiente: **Frasco de Plástico**
 Estado de la muestra:
 Esterilizado (Si/No): **Si**
 Refrigerada (Si/No): **No**
 Temperatura: ---

Nº de muestra: **Sistema 6**

Observaciones:----

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Análisis de los SÓLIDOS TOTALES SUSPENDIDOS:

Variables	Análisis del STS (mg/l)		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
TSS (mañana)	162	59	93
TSS (medio día)	156	48	94
TSS (tarde)	154	44	95
TSS (promedio)	157	50	94

Análisis de los SÓLIDOS DISUELTOS:

Variables	Análisis de los SD (mg/l)		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
SD (mañana)	300	190	100
SD (medio día)	200	185	110
SD (tarde)	160	150	120
SD (promedio)	220	175	110

La Paz, 21 de Agosto de 2006

ANALIZADO POR
Egr. Juana Acarapi

VºBº DIRECTOR REGIONAL
Ing. Jeremy Davis



RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA

DATOS DE MUESTREO

Fecha: **14-08-2006** Hora: **18:30**
Punto: **Ingreso a la cámara con rejilla**
Lugar: **Arapata**
Fuente: **Agua superficial**
Localidad: **Arapata**
Provincia: **Nor Yungas**
Departamento: **La Paz**

DATOS DE ANÁLISIS

Fecha: **15-08-2006**
Hora: **16:40**
Tipo de recipiente: **Frasco de Plástico**
Estado de la muestra:
Esterilizado (Si/No): **Si**
Refrigerada (Si/No): **No**
Temperatura: ---

Nº de muestra: **Sistema 6**

Observaciones:----

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Análisis de la DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO:

Variables	Análisis de la DQO (mg/l)		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
DQO (mañana)	282	145	168
DQO (medio día)	296	134	170
DQO (tarde)	260	129	170
DQO (promedio)	279	136	169

Análisis de la DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO:

Variables	Análisis de la DBO (mg/l)		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
DBO (mañana)	126	87,0	77,5
DBO (medio día)	112	83,0	79,0
DBO (tarde)	112	79,5	78,5
DBO (promedio)	117	83	78

La Paz, 21 de Agosto de 2006

ANALIZADO POR
Egr. Juana Acarapi

VºBº DIRECTOR REGIONAL
Ing. Jeremy Davis



RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA

DATOS DE MUESTREO

Fecha: **14-08-2006** Hora: **18:30**
Punto: **Ingreso a la cámara con rejilla**
Lugar: **Arapata**
Fuente: **Agua superficial**
Localidad: **Arapata**
Provincia: **Nor Yungas**
Departamento: **La Paz**

Nº de muestra: **Sistema 6**

Observaciones:----

DATOS DE ANÁLISIS

Fecha: **15-08-2006**
Hora: **16:40**
Tipo de recipiente: **Frasco de Plástico**
Estado de la muestra:
Esterilizado (Si/No): **Si**
Refrigerada (Si/No): **No**
Temperatura: ---

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Análisis de los NITRATOS:

Variables	Análisis de los NO ₃ (mg/l)		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
NO ₃ (mañana)	0,9	0,2	0,3
NO ₃ (medio día)	0,3	0,3	0,2
NO ₃ (tarde)	0,4	0,4	0,4
NO₃ (promedio)	0,5	0,3	0,3

Análisis de los FOSFATOS:

Variables	Análisis del PO ₄ (mg/l)		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
PO ₄ (mañana)	1,6	<0.5	1,3
PO ₄ (medio día)	2,8	<0.5	1,2
PO ₄ (tarde)	2,6	<0.5	1,2
PO₄ (promedio)	2,3	<0.5	1,2

La Paz, 21 de Agosto de 2006

ANALIZADO POR
Egr. Juana Acarapi

VºBº DIRECTOR REGIONAL
Ing. Jeremy Davis



RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICO QUÍMICO DE AGUA

DATOS DE MUESTREO

Fecha: **14-08-2006** Hora: **18:30**
Punto: **Ingreso a la cámara con rejilla**
Lugar: **Arapata**
Fuente: **Agua superficial**
Localidad: **Arapata**
Provincia: **Nor Yungas**
Departamento: **La Paz**

Nº de muestra: **Sistema 6**

Observaciones:----

DATOS DE ANÁLISIS

Fecha: **15-08-2006**
Hora: **16:40**
Tipo de recipiente: **Frasco de Plástico**
Estado de la muestra:
Esterilizado (Si/No): **Si**
Refrigerada (Si/No): **No**
Temperatura: ---

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Análisis del pH:

Variables	Análisis del pH		
	Cámara de ingreso con rejilla	Cuerpo receptor	Quebrada natural
pH (mañana)	7,8	8,0	7,8
pH (medio día)	8,0	7,8	7,6
pH (tarde)	7,6	7,6	8,0
pH (promedio)	7,8	7,8	7,8

La Paz, 21 de Agosto de 2006

ANALIZADO POR
Egr. Juana Acarapi

VºBº DIRECTOR REGIONAL
Ing. Jeremy Davis

ANEXO 2

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Civil

USI 
Instituto de Ingeniería
Sanitaria Ambiental

LABORATORIO

IIS-FORM-005
Nº: 607/2006

RESULTADOS DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA

Institución solicitante: **ACDI/VOCA**

Número de muestra: **1**

DATOS DE MUESTREO

Responsable: **Ing. Sergio Paukner**

Fecha: **14-08-2006** Horas: **20:00**

Punto: **Salida unidad de tratamiento Nº 1** Lugar: **Arapata**

Fuente: **Agua residual doméstica**

Localidad: **Arapata**

Provincia: **Nor Yungas** Departamento: **Lapaz**

Temperatura: -

Cloro residual (mg/L): -

Observaciones: -

DATOS DE RECEPCIÓN

Fecha: **15-08-2006** Hora: **16:40**

Tipo de recipiente(s): **Frasco de plástico**

Esterilizado (SI/NO): Si

Estado de la muestra: Refrigerada SI/NO: No

Temperatura: -

Fecha de análisis: **Del 15 al 18-08-2006**

Recibido por: **Ing. Gregorio Carvajal S.**

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	BACTERIAS COLIFORMES TERMOTOLERANTES	M.F.	U.F.C./100 mL	6,5 x 10*

OBSERVACIONES: **AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE CONTAMINADA**

La Paz, 21 de Agosto de 2006

ANALIZADO POR
Dra. M. Eugenia Briancon G.

VB * DIRECTOR
Ing. Grover Vera B.
DIRECTOR
Instituto de Ingeniería Sanitaria
U.M.S.A.

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES

**Facultad de Ingeniería
Carrera de Ingeniería Civil**



**Instituto de Ingeniería
Sanitaria Ambiental**

LABORATORIO

IIS-FORM-005
Nº: 631/2006

RESULTADOS DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA

Institución solicitante: **ACDI/VOCA**

Número de muestra: **1**

DATOS DE MUESTREO

Responsable: **Ing. Sergio Paukner**

Fecha: **21-08-2006** Horas: **15:20**

Punto: **Salida unidad de tratamiento Nº 1** Lugar: **Arapata**

Fuente: **Agua residual doméstica**

Localidad: **Arapata**

Provincia: **Nor Yungas** Departamento: **Lapaz**

Temperatura: -

Cloro residual (mg/L): -

Observaciones: -

DATOS DE RECEPCIÓN

Fecha: **28-08-2006** Hora: **11:00**

Tipo de recipiente(s): **Frasco de plástico**

Esterilizado (SI/NO): Si

Estado de la muestra: Refrigerada SI/NO: No

Temperatura: -

Fecha de análisis: **Del 23 al 25-08-2006**

Recibido por: **Ing. Gregorio Carvajal S.**

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	BACTERIAS COLIFORMES TERMOTOLERANTES	M.F.	U.F.C./100 mL	8x10*

OBSERVACIONES: **AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE CONTAMINADA**

La Paz, 21 de Agosto de 2006

ANALIZADO POR
Dra. Mi Eujenia Briancon G.

VB * DIRECTOR
Ing. Grover Vera B.
DIRECTOR
Instituto de Ingeniería Sanitaria
U.M.S.A.

LABORATORIO

IIS-FORM-005
Nº: 608/2006

RESULTADOS DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA

Institución solicitante: **ACDI/VOCA**

Número de muestra: **2**

DATOS DE MUESTREO

Responsable: **Ing. Sergio Paukner**

Fecha: **14-08-2006** Horas: **21:00**

Punto: **Salida unidad de tratamiento Nº 2** Lugar: **Arapata**

Fuente: **Agua residual doméstica**

Localidad: **Arapata**

Provincia: **Nor Yungas** Departamento: **Lapaz**

Temperatura: -

Cloro residual (mg/L): -

Observaciones: -

DATOS DE RECEPCIÓN

Fecha: **15-08-2006** Hora: **16:40**

Tipo de recipiente(s): **Frasco de plástico**

Esterilizado (SI/NO): Si

Estado de la muestra: Refrigerada SI/NO: No

Temperatura: -

Fecha de análisis: **Del 15 al 18-08-2006**

Recibido por: **Ing. Gregorio Carvajal S.**

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	BACTERIAS COLIFORMES TERMOTOLERANTES	M.F.	U.F.C./100 mL	2,6 x 10*

OBSERVACIONES: **AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE CONTAMINADA**

La Paz, 21 de Agosto de 2006

ANALIZADO POR
Dra. Mi Eugenia Briancon G.

VB * DIRECTOR
Ing. Grover Vera B.
DIRECTOR
Instituto de Ingeniería Sanitaria
U.M.S.A.

LABORATORIO

IIS-FORM-005
Nº: **609/2006**

RESULTADOS DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA

Institución solicitante: **ACDI/VOCA**

Número de muestra: **3**

DATOS DE MUESTREO

Responsable: **Ing. Sergio Paukner**

Fecha: **14-08-2006** Horas: **21:00**

Punto: **Salida unidad de tratamiento Nº 2** Lugar: **Arapata**

Fuente: **Agua residual doméstica**

Localidad: **Arapata**

Provincia: **Nor Yungas** Departamento: **Lapaz**

Temperatura: -

Cloro residual (mg/L): -

Observaciones: -

DATOS DE RECEPCIÓN

Fecha: **15-08-2006** Hora: **16:40**

Tipo de recipiente(s): **Frasco de plástico**

Esterilizado (SI/NO): Si

Estado de la muestra: Refrigerada SI/NO: No

Temperatura: -

Fecha de análisis: **Del 15 al 18-08-2006**

Recibido por: **Ing. Gregorio Carvajal S.**

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	BACTERIAS COLIFORMES TERMOTOLERANTES	M.F.	U.F.C./100 mL	2,2 x 10 ¹

OBSERVACIONES: **AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE CONTAMINADA**

La Paz, 21 de Agosto de 2006

ANALIZADO POR
Dra. Mi Eujenia Briancon G.

VB * DIRECTOR
Ing. Grover Vera B.
DIRECTOR
Instituto de Ingeniería Sanitaria
U.M.S.A.

LABORATORIO

IIS-FORM-005
Nº: 632/2006

RESULTADOS DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA

Institución solicitante: **ACDI/VOCA**

Número de muestra: **2**

DATOS DE MUESTREO

Responsable: **Ing. Sergio Paukner**

Fecha: **21-08-2006** Horas: **17:46**

Punto: **Ingreso unidad de tratamiento Nº 2** Lugar: **Arapata**

Fuente: **Agua residual doméstica**

Localidad: **Arapata**

Provincia: **Nor Yungas** Departamento: **Lapaz**

Temperatura: -

Cloro residual (mg/L): -

Observaciones: -

DATOS DE RECEPCIÓN

Fecha: **23-08-2006** Hora: **11:00**

Tipo de recipiente(s): **Frasco de plástico**

Esterilizado (SI/NO): **Si**

Estado de la muestra: Refrigerada SI/NO: **No**

Temperatura: -

Fecha de análisis: **Del 23 al 26-08-2006**

Recibido por: **Ing. Gregorio Carvajal S.**

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	BACTERIAS COLIFORMES TERMOTOLERANTES	M.F.	U.F.C./100mL	3,0 x 10*

OBSERVACIONES: **AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE CONTAMINADA**

La Paz, 21 de Agosto de 2006

ANALIZADO POR
Dra. Mi Eujenia Briancon G.

VB * DIRECTOR
Ing. Grover Vera B.
DIRECTOR
Instituto de Ingeniería Sanitaria
U.M.S.A.

LABORATORIO

IIS-FORM-005
Nº: 633/2006

RESULTADOS DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA

Institución solicitante: **ACDI/VOCA**

Número de muestra: **3**

DATOS DE MUESTREO

Responsable: **Ing. Sergio Paukner**

Fecha: **21-08-2006** Horas: **17:45**

Punto: **Salida unidad de tratamiento Nº 2** Lugar: **Arapata**

Fuente: **Agua residual doméstica**

Localidad: **Arapata**

Provincia: **Nor Yungas** Departamento: **Lapaz**

Temperatura: -

Cloro residual (mg/L): -

Observaciones: -

DATOS DE RECEPCIÓN

Fecha: **23-08-2006** Hora: **11:00**

Tipo de recipiente(s): **Frasco de plástico**

Esterilizado (SI/NO): **Si**

Estado de la muestra: Refrigerada SI/NO: **No**

Temperatura: -

Fecha de análisis: **Del 23 al 26-08-2006**

Recibido por: **Ing. Gregorio Carvajal S.**

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	BACTERIAS COLIFORMES TERMOTOLERANTES	M.F.	U.F.C./100 mL	1,5x10*

OBSERVACIONES: **AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE CONTAMINADA**

La Paz, 21 de Agosto de 2006

ANALIZADO POR
Dra. Mi Eujenia Briancon G.

VB * DIRECTOR
Ing. Grover Vera B.
DIRECTOR
Instituto de Ingeniería Sanitaria
U.M.S.A.

LABORATORIO

IIS-FORM-005
Nº: **610/2006**

RESULTADOS DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA

Institución solicitante: **ACDI/VOCA**

Número de muestra: **4**

DATOS DE MUESTREO

Responsable: **Ing. Sergio Paukner**

Fecha: **14-08-2006** Horas: **19:40**

Punto: **Salida unidad de tratamiento Nº 3** Lugar: **Arapata**

Fuente: **Agua residual doméstica**

Localidad: **Arapata**

Provincia: **Nor Yungas** Departamento: **Lapaz**

Temperatura: -

Cloro residual (mg/L): -

Observaciones: -

DATOS DE RECEPCIÓN

Fecha: **15-08-2006** Hora: **16:40**

Tipo de recipiente(s): **Frasco de plástico**

Esterilizado (SI/NO): **Si**

Estado de la muestra: Refrigerada SI/NO: **No**

Temperatura: -

Fecha de análisis: **Del 15 al 18-08-2006**

Recibido por: **Ing. Gregorio Carvajal S.**

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	BACTERIAS COLIFORMES TERMOTOLERANTES	M.F.	U.F.C./100 mL	6,3 x 10 ¹

OBSERVACIONES: **AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE CONTAMINADA**

La Paz, 21 de Agosto de 2006

ANALIZADO POR
Dra. Mi Eujenia Briancon G.

VB * DIRECTOR
Ing. Grover Vera B.
DIRECTOR
Instituto de Ingeniería Sanitaria
U.M.S.A.

LABORATORIO

IIS-FORM-005
Nº: 634/2006

RESULTADOS DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA

Institución solicitante: **ACDI/VOCA**

Número de muestra: **4**

DATOS DE MUESTREO

Responsable: **Ing. Sergio Paukner**

Fecha: **21-08-2006** Horas: **18:10**

Punto: **Salida unidad de tratamiento Nº 3** Lugar: **Arapata**

Fuente: **Agua residual doméstica**

Localidad: **Arapata**

Provincia: **Nor Yungas** Departamento: **Lapaz**

Temperatura: -

Cloro residual (mg/L): -

Observaciones: -

DATOS DE RECEPCIÓN

Fecha: **23-08-2006** Hora: **11:00**

Tipo de recipiente(s): **Frasco de plástico**

Esterilizado (SI/NO): **Si**

Estado de la muestra: Refrigerada SI/NO: **No**

Temperatura: -

Fecha de análisis: **Del 23 al 25-08-2006**

Recibido por: **Ing. Gregorio Carvajal S.**

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	BACTERIAS COLIFORMES TERMOTOLERANTES	M.F.	U.F.C./100 mL	1,8x10 ¹

OBSERVACIONES: **AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE CONTAMINADA**

La Paz, 21 de Agosto de 2006

ANALIZADO POR
Dra. Mi Eujenia Briancon G.

VB * DIRECTOR
Ing. Grover Vera B.
DIRECTOR
Instituto de Ingeniería Sanitaria
U.M.S.A.

LABORATORIO

IIS-FORM-005
Nº: 611/2006

RESULTADOS DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA

Institución solicitante: **ACDI/VOCA**

Número de muestra: **5**

DATOS DE MUESTREO

Responsable: **Ing. Sergio Paukner**

Fecha: **14-08-2006** Horas: **18:45**

Punto: **Salida unidad de tratamiento Nº 4** Lugar: **Arapata**

Fuente: **Agua residual doméstica**

Localidad: **Arapata**

Provincia: **Nor Yungas** Departamento: **Lapaz**

Temperatura: -

Cloro residual (mg/L): -

Observaciones: -

DATOS DE RECEPCIÓN

Fecha: **15-08-2006** Hora: **16:40**

Tipo de recipiente(s): **Frasco de plástico**

Esterilizado (SI/NO): **Si**

Estado de la muestra: Refrigerada SI/NO: **No**

Temperatura: -

Fecha de análisis: **Del 15 al 18-08-2006**

Recibido por: **Ing. Gregorio Carvajal S.**

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	BACTERIAS COLIFORMES TERMOTOLERANTES	M.F.	U.F.C./100 mL	7,5 x 10'

OBSERVACIONES: AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE CONTAMINADA

La Paz, 21 de Agosto de 2006

ANALIZADO POR
Dra. Mi Eujenia Briancon G.

VB * DIRECTOR
Ing. Grover Vera B.
DIRECTOR
Instituto de Ingeniería Sanitaria
U.M.S.A.

LABORATORIO

IIS-FORM-005
Nº: 635/2006

RESULTADOS DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA

Institución solicitante: **ACDI/VOCA**

Número de muestra: **5**

DATOS DE MUESTREO

Responsable: **Ing. Sergio Paukner**

Fecha: **21-08-2006** Horas: **18:55**

Punto: **Salida unidad de tratamiento Nº 4** Lugar: **Arapata**

Fuente: **Agua residual doméstica**

Localidad: **Arapata**

Provincia: **Nor Yungas** Departamento: **Lapaz**

Temperatura: -

Cloro residual (mg/L): -

Observaciones: -

DATOS DE RECEPCIÓN

Fecha: **23-08-2006** Hora: **11:00**

Tipo de recipiente(s): **Frasco de plástico**

Esterilizado (SI/NO): **Si**

Estado de la muestra: Refrigerada SI/NO: **No**

Temperatura: -

Fecha de análisis: **Del 23 al 25-08-2006**

Recibido por: **Ing. Gregorio Carvajal S.**

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	BACTERIAS COLIFORMES TERMOTOLERANTES	M.F.	U.F.C./100mL	5x10*

OBSERVACIONES: **AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE CONTAMINADA**

La Paz, 21 de Agosto de 2006

ANALIZADO POR
Dra. Mi Eugenia Briancon G.

VB * DIRECTOR
Ing. Grover Vera B.
DIRECTOR
Instituto de Ingeniería Sanitaria
U.M.S.A.

LABORATORIO

IIS-FORM-005
Nº: 612/2006

RESULTADOS DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA

Institución solicitante: **ACDI/VOCA**

Número de muestra: **6**

DATOS DE MUESTREO

Responsable: **Ing. Sergio Paukner**

Fecha: **14-08-2006** Horas: **19:10**

Punto: **Salida unidad de tratamiento Nº 6** Lugar: **Arapata**

Fuente: **Agua residual doméstica**

Localidad: **Arapata**

Provincia: **Nor Yungas** Departamento: **Lapaz**

Temperatura: -

Cloro residual (mg/L): -

Observaciones: -

DATOS DE RECEPCIÓN

Fecha: **15-08-2006** Hora: **16:40**

Tipo de recipiente(s): **Frasco de plástico**

Esterilizado (SI/NO): **Si**

Estado de la muestra: Refrigerada SI/NO: **No**

Temperatura: -

Fecha de análisis: **Del 15 al 18-08-2006**

Recibido por: **Ing. Gregorio Carvajal S.**

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	BACTERIAS COLIFORMES TERMOTOLERANTES	M.F.	U.F.C./100 mL	1x10 ⁷

OBSERVACIONES: **AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE CONTAMINADA**

La Paz, 21 de Agosto de 2006

ANALIZADO POR
Dra. Mi Eugenia Briancon G.

VB * DIRECTOR
Ing. Grover Vera B.
DIRECTOR
Instituto de Ingeniería Sanitaria
U.M.S.A.

LABORATORIO

IIS-FORM-005
Nº: 636/2006

RESULTADOS DE ANÁLISIS BACTERIOLÓGICO DE AGUA

Institución solicitante: **ACDI/VOCA**

Número de muestra: **6**

DATOS DE MUESTREO

Responsable: **Ing. Sergio Paukner**

Fecha: **21-08-2006** Horas: **18:30**

Punto: **Salida unidad de tratamiento Nº 6** Lugar: **Arapata**

Fuente: **Agua residual doméstica**

Localidad: **Arapata**

Provincia: **Nor Yungas** Departamento: **Lapaz**

Temperatura: -

Cloro residual (mg/L): -

Observaciones: -

DATOS DE RECEPCIÓN

Fecha: **23-08-2006** Hora: **18:30**

Tipo de recipiente(s): **Frasco de plástico**

Esterilizado (SI/NO): **Si**

Estado de la muestra: Refrigerada SI/NO: **No**

Temperatura: -

Fecha de análisis: **Del 23 al 25-08-2006**

Recibido por: **Ing. Gregorio Carvajal S.**

DETERMINACIONES EFECTUADAS

Nº	PARÁMETRO ANALIZADO	MÉTODO	UNIDADES	RESULTADO
1	BACTERIAS COLIFORMES TERMOTOLERANTES	M.F.	U.F.C./100mL	6x10'

OBSERVACIONES: **AGUA BACTERIOLÓGICAMENTE CONTAMINADA**

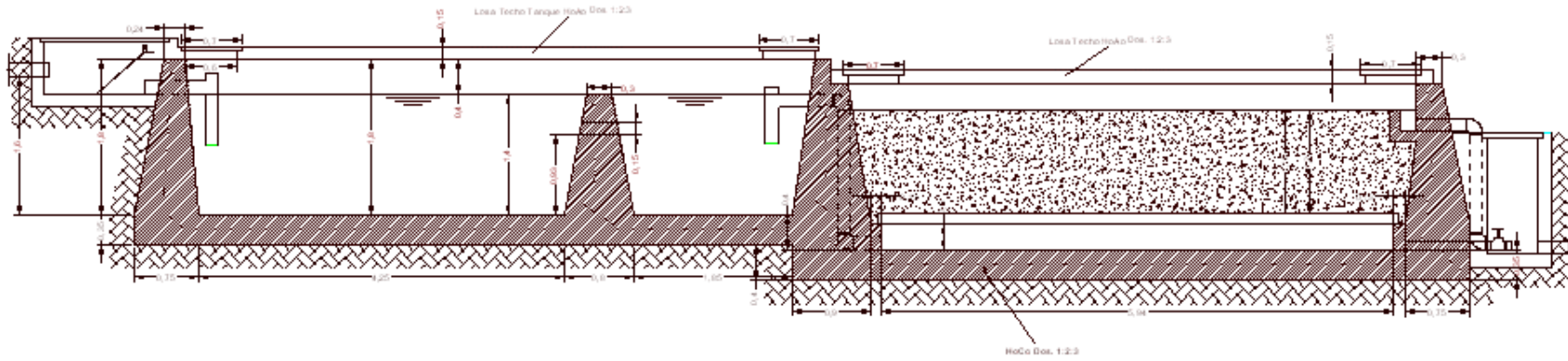
La Paz, 21 de Agosto de 2006

ANALIZADO POR
Dra. Mi Eujenia Briancon G.

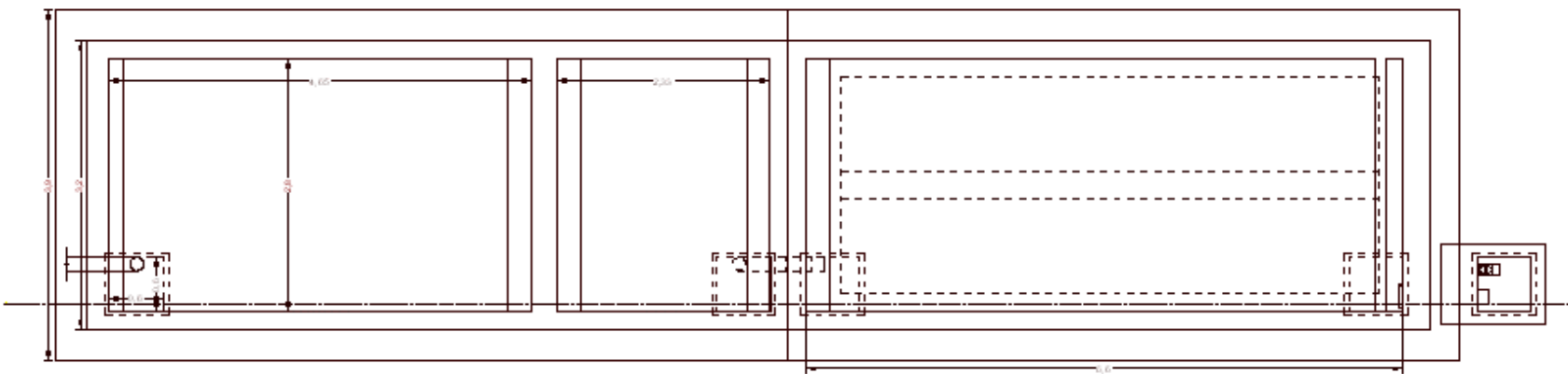
VB * DIRECTOR
Ing. Grover Vera B.
DIRECTOR
Instituto de Ingeniería Sanitaria
U.M.S.A.

ANEXO 3

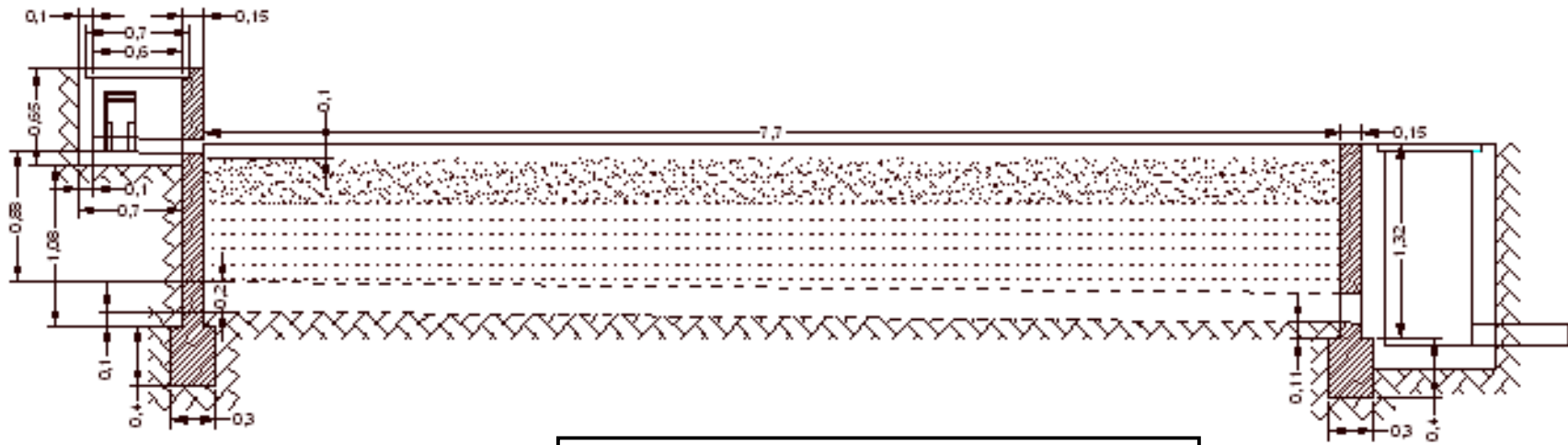
SISTEMA UNO DOS Y TRES



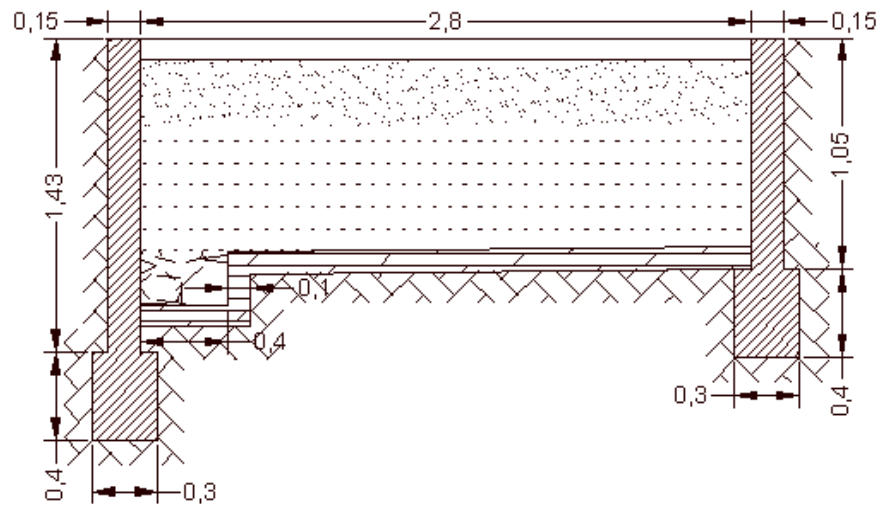
CORTE A-A



PLANO DE PLANTA

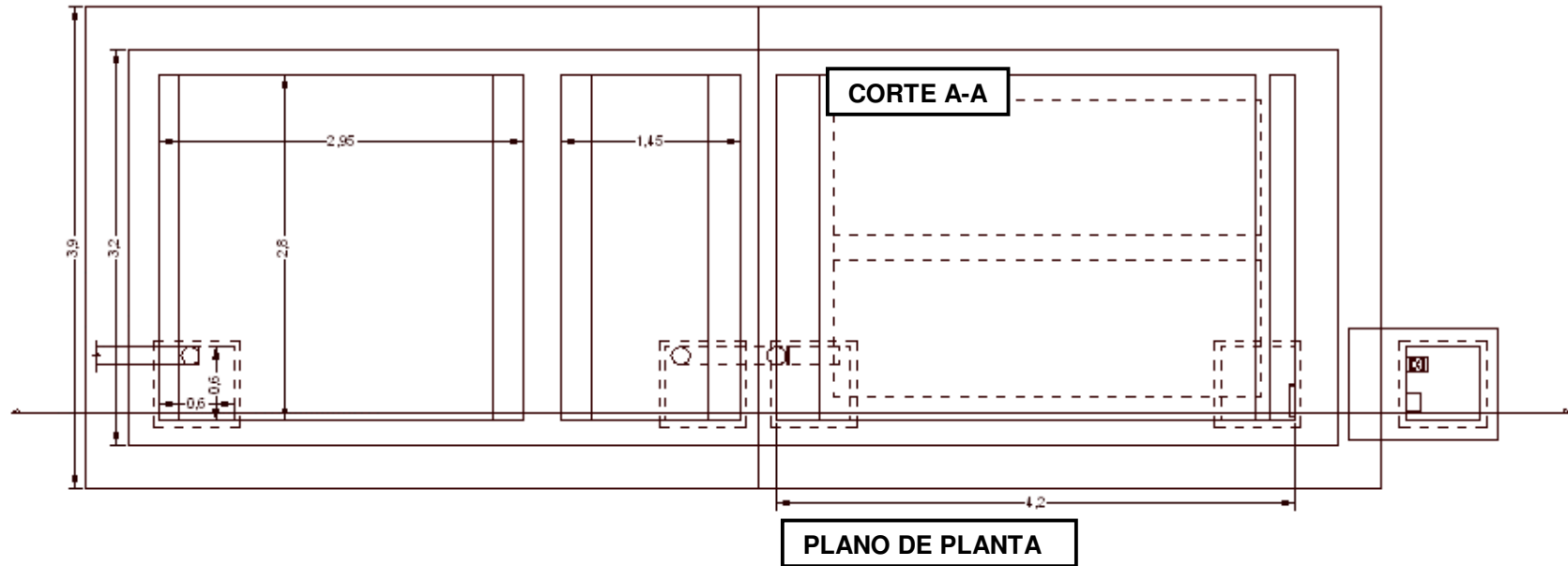
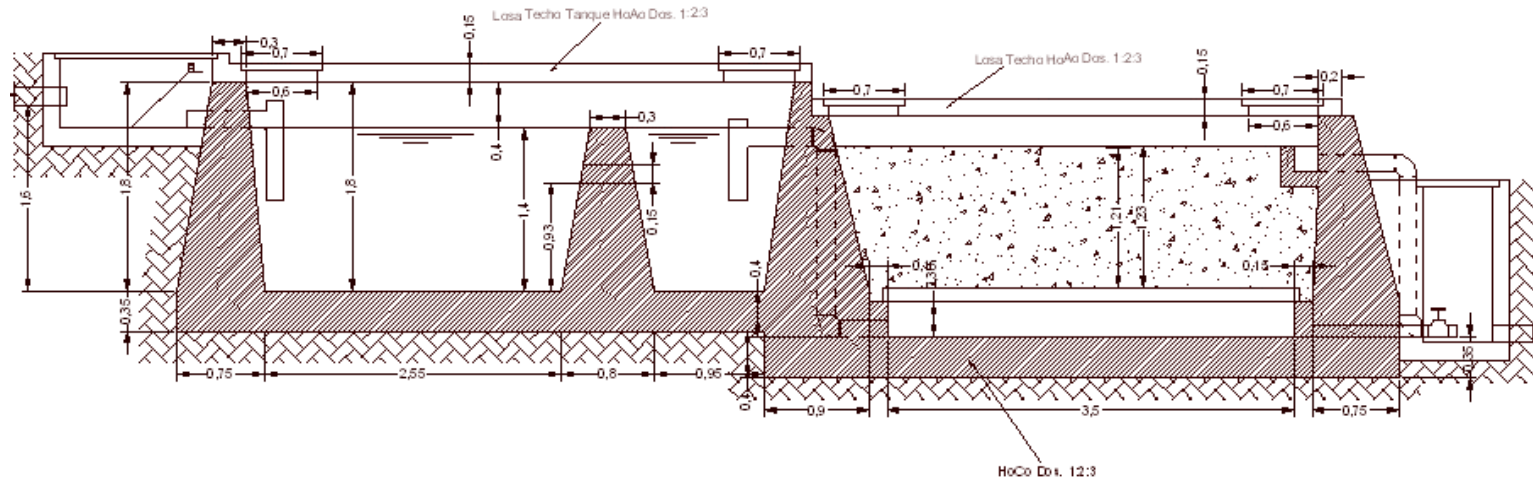


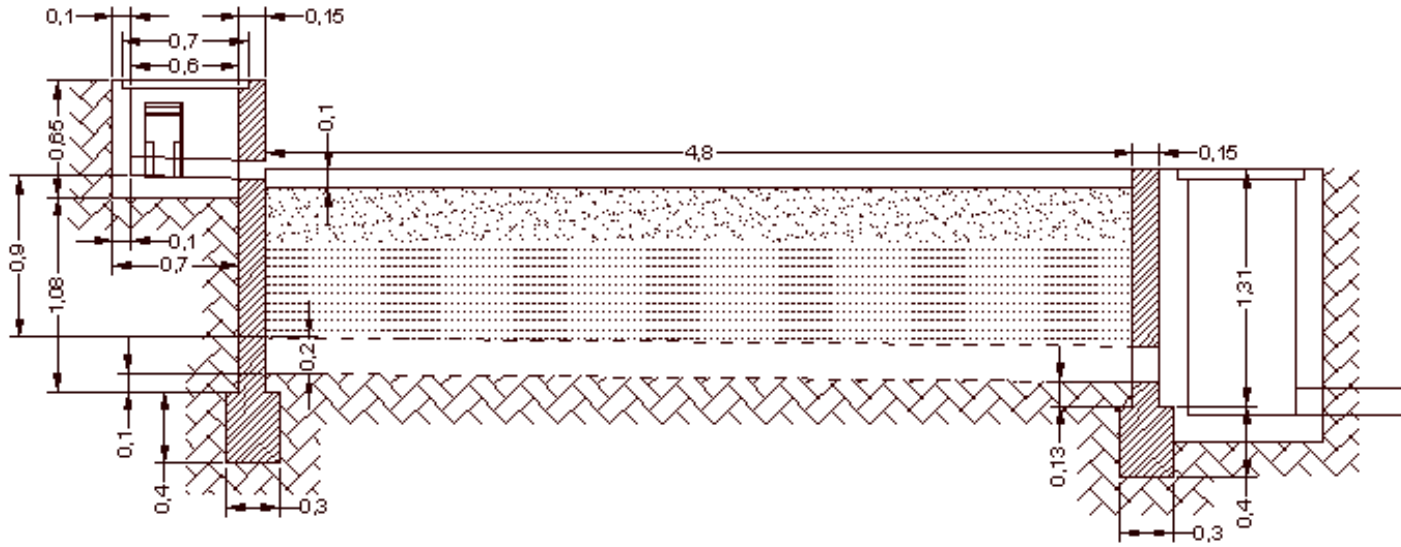
CORTE LONGITUDINAL DEL LECHO DE SECADO



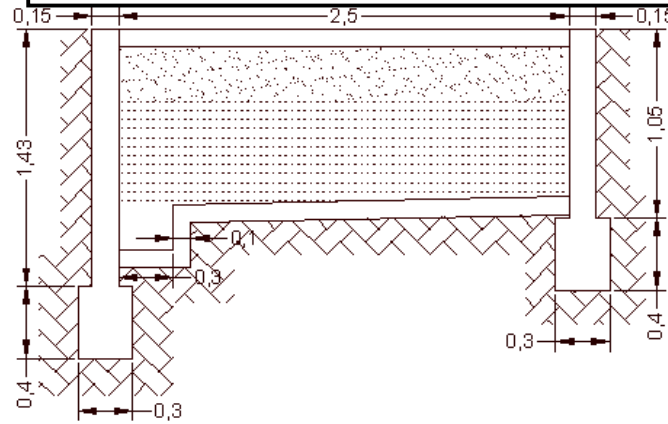
CORTE TRANSVERSAL DEL LECHO DE SECADO

SISTEMA CUATRO



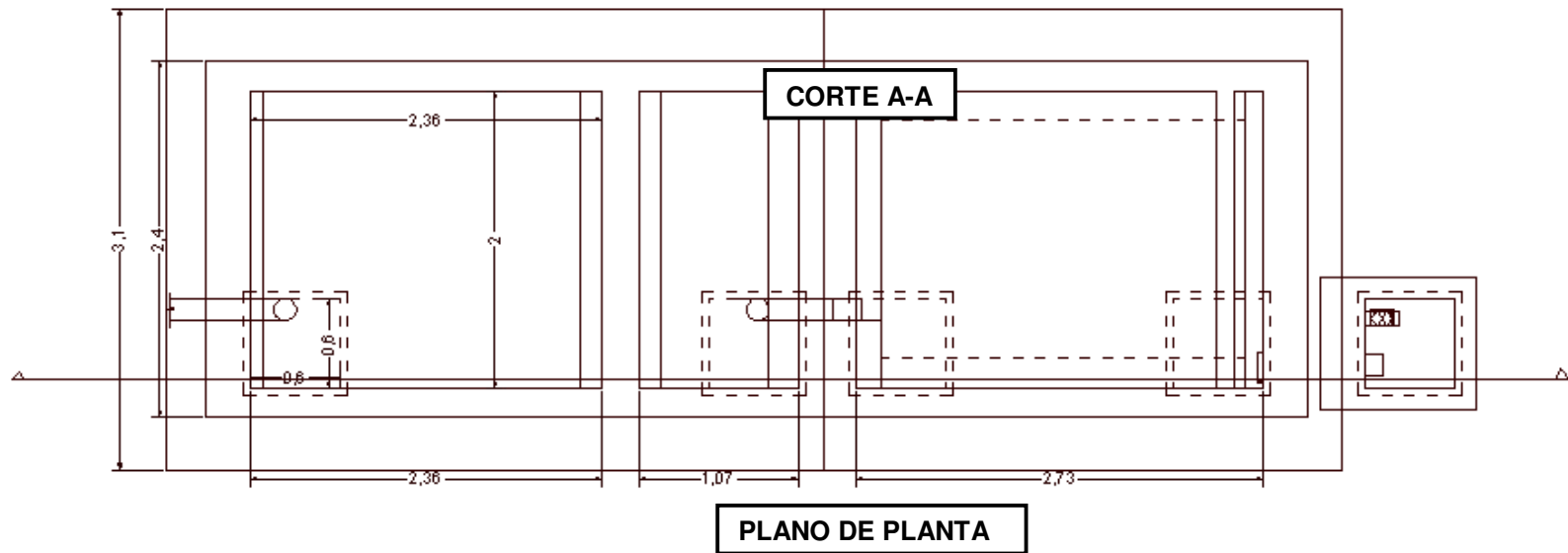
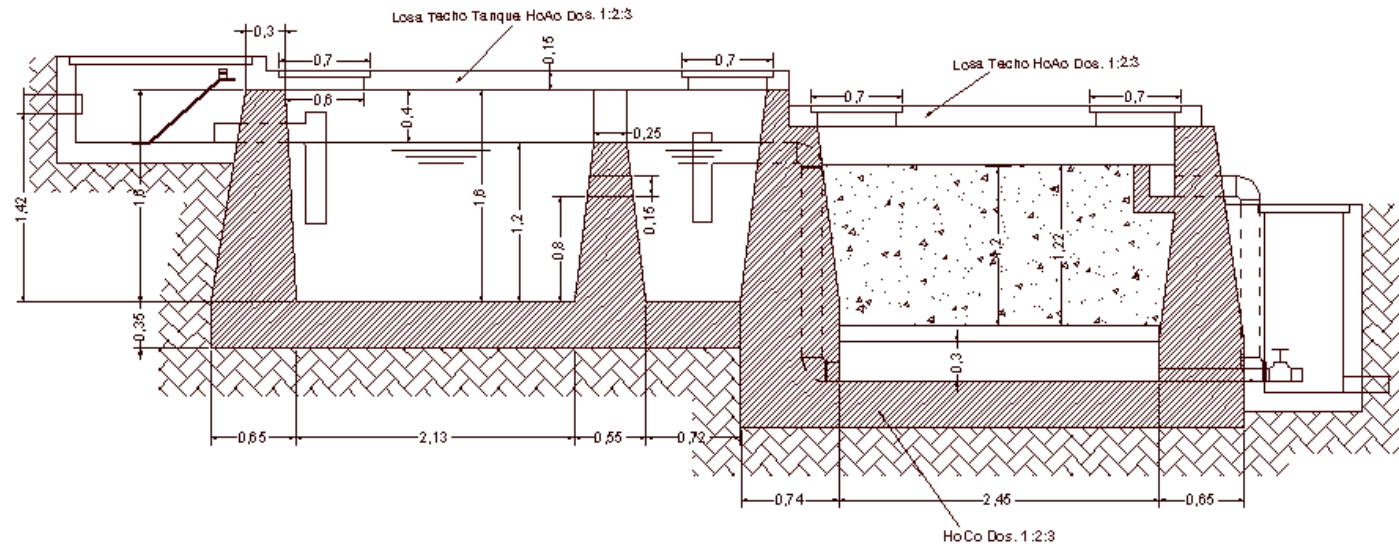


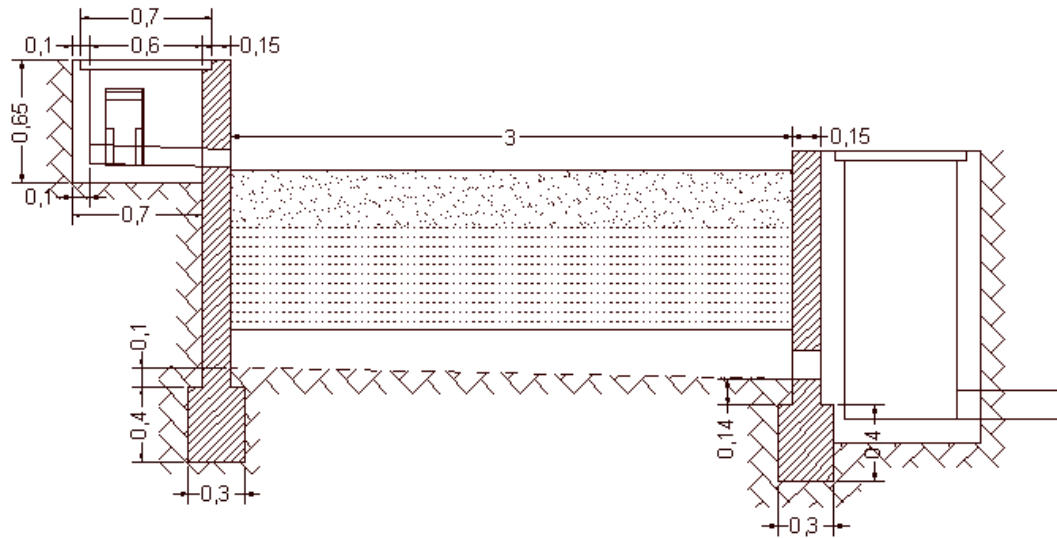
CORTE LONGITUDINAL DEL LECHO DE SECADO



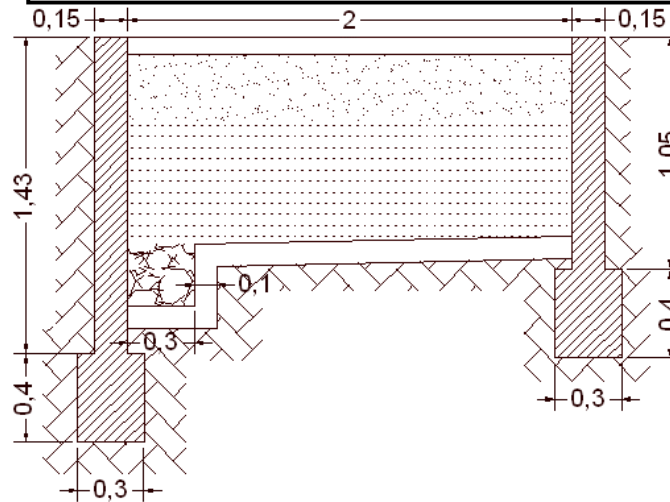
CORTE TRANSVERSAL DEL LECHO DE SECADO

SISTEMA SEIS





CORTE LONGITUDINAL DEL LECHO DE SECADO



CORTE TRANSVERSAL DEL LECHO DE SECADO

ANEXO 4

PARAMETROS DE EVALUACIÓN SEGÚN EL REGLAMENTO 1333

CLASIFICACIÓN DE LOS CUERPOS DE AGUA SEGÚN SU APTITUD DE USO

ORDEN	USO	CLASE "A"	CLASE "B"	CLASE "C"	CLASE "D"
1	Para abastecimiento domestico de agua potable después de: Sólo una desinfección y ningún tratamiento. Tratamiento solamente físico y desinfección. Tratamiento físico-químico completo: coagulación, floculación, filtración y desinfección. Almacenamiento prolongado o presedimentación, seguidos de tratamiento, al igual que c).	SI NO necesario NO necesario NO necesario	NO SI NO necesario NO necesario	NO NO SI NO necesario	NO NO NO SI
2	Para recreación de contacto primario: natación, inmersión.	SI	SI	SI	NO
3	Para protección de los recursos hidrobiológicos.	SI	SI	SI	NO
4	Para riego de hortalizas consumidas crudas y frutas de cáscara delgada, que sean ingeridas crudas.	SI	NO	NO	NO
5	Para abastecimiento industrial.	SI	SI	SI	SI
6	Para la cría natural y/o intensiva (acuicultura) de especies destinadas a la alimentación humana.	SI	SI	SI	NO
7	Para abrevadero de animales.	NO	SI	SI	NO
8	Para la navegación.	NO	SI	SI	SI

VALORES MÁXIMOS ADMISIBLES DE PARÁMETROS EN CUERPOS RECEPTORES

Nº	PARAMETROS	UNIDAD	CANCERIGENOS	CLASE "A"	CLASE "B"	CLASE "C"	CLASE "D"
1	pH		NO	6.0 a 8.5	6.0 a 9.0	6.0 a 9.0	6.0 a 9.0
2	Sólidos Disueltos Totales	mg/l		1000	1000	1500	1500
3	DBO	mg/l	NO	<2	<5	<20	<30
4	DQO	mg/l	NO	<5	<10	<40	<60
5	NMP colifecales	N/100ml	NO	<50 y <5 en 80% muestras	<1000 y <200 en 80% muestras	<5000 y <1000 en 80% muestras	<5000 y <5000 en 80% muestras
6	Parásitos	N/l		<1	<1	<1	<1
7	Oxígeno Disuelto	mg/l	NO	<80% sat.	<70% sat.	<60% sat.	<50% sat.
8	Amoniaco	mg/l	NO	0.05c. NH3	1.0c. NH3	2c. NH3	4c. NH3
9	Nitrato	mg/l	NO	20.0c. NO3	50.0c. NO3	50.0c. NO3	50.0c. NO3

ANEXO 5



**CÁMARA DE INGRESO CON REJILLA
(muestra para la lectura de análisis físico)**



**CÁMARA DE INGRESO CON REJILLA
(muestra para la lectura de análisis bacteriológico)**



SALIDA AL CUERPO RECEPTOR
(muestreo para el análisis físico químico)



QUEBRADA NATURAL
(muestreo para el análisis físico químico)