

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO



FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

“DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA PARROQUIA DAYUMA DEL CANTÓN FRANCISCO DE ORELLANA”

TESIS DE GRADO
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA AMBIENTAL

PRESENTADO POR
YULY TATIANA CALDERÓN ESPINOZA

RIOBAMBA – ECUADOR

- 2014 -

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primeramente a Dios por darme la fuerza divina durante toda mi vida, a mis padres por ser las bases fundamentales de mi desarrollo como persona y como profesional, quienes me han apoyado siempre para cada meta propuesta, por darme su comprensión y apoyo incondicional en todo momento.

A la Dra. Yolanda Díaz directora de mi tesis quien ha sabido guiarme en el transcurso del desarrollo de la presente investigación gracias por su comprensión, paciencia y colaboración le estaré infinitamente agradecida ya que ha sido una de las mejores personas que he podido conocer.

A Wladi por su apoyo incondicional quien ha sabido comprenderme y ayudarme siempre desde que llegó a mi vida.

A la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO y a todos quienes tuve el grato honor de conocer, en especial a mis docentes que formaron parte de mi formación profesional y a mis compañeros y amigos que siempre les estaré agradecida por todo lo bueno que hicieron por mí.

A quienes conforman el municipio de Orellana, y a la junta parroquial de Dayuma.

En fin a todos quienes de una manera desinteresada han colaborado con la consolidación de mi proyecto muchísimas gracias.

Yuly

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mi querida familia en especial a mis padres Julia y Rodrigo, a mis abuelitos Idelia y Mario y a mi hermano Nery, quienes han estado siempre conmigo brindándome amor y comprensión, motivándome a ser cada día una mejor persona.

Yuly Calderón E.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE CIENCIAS
ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS

El Tribunal de Tesis certifica que: El trabajo de investigación: “**DISEÑO DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES PARA LA PARROQUIA DAYUMA DEL CANTÓN FRANCISCO DE ORELLANA**”, de responsabilidad de la señorita egresada Yuly Tatiana Calderón Espinoza, ha sido prolijamente revisado por los Miembros del Tribunal de Tesis, quedando autorizada su presentación.

NOMBRE	FIRMA	FECHA
Dr. Silvio Álvarez Luna DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS	_____	_____
Dra. Nancy Veloz Mayorga DIRECTORA DE LA ESCUELA DE CIENCIAS QUÍMICAS	_____	_____
Dra. Yolanda Díaz DIRECTORA DE TESIS	_____	_____
Ing. Paola Chiluzia MIEMBRO DEL TRIBUNAL	_____	_____
DIRECTOR DEL CENTRO DE DOCUMENTACIÓN	_____	_____
NOTA DE TESIS ESCRITA	_____	_____

“Yo, Yuly Tatiana Calderón Espinoza, soy responsable de las ideas, doctrinas y resultados expuestos en esta tesis, y el patrimonio intelectual de la Tesis de Grado pertenecen a la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo”

YULY TATIANA CALDERÓN ESPINOZA

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

%	Porcentaje
APHA	American Public Health Association
AR	Agua Residual
ARD	Aguas Residuales Dayuma
ART	Agua Residual Tratada
DBO	Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L)
DQO	Demanda Química de Oxígeno (mg/L)
Fig.	Figura
hab.	Habitantes
INEC	Instituto Nacional de Estadísticas y Censos
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
Kg	Kilogramos
Km	Kilómetros
L	Litros
m	Metros
mg	Miligramos
mm	Milímetros
msnm	Metros sobre el nivel del mar
°C	Grados centígrados
OMS	Organización Mundial de la Salud
OPS	Organización Panamericana de la salud
pH	Potencial de hidrógeno
PTAR	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
PTARD	Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Dayuma
Q	Caudal
RAS	Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico
s/n	Sin nombre
TULAS	Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundario

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	xi
SUMMARY	xii
INTRODUCCIÓN.....	xiii
OBJETIVOS.....	xv
OBJETIVO GENERAL	xv
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	xv

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO.....	- 1 -
1.1 AGUAS RESIDUALES.....	- 1 -
1.2 TIPOS DE AGUAS RESIDUALES	- 1 -
1.3 CARACTERÍSTICAS DE AGUAS RESIDUALES	- 2 -
1.3.1 Características Físicas	- 2 -
1.3.2 Características Químicas	- 3 -
1.3.3 Características Biológicas	- 5 -
1.4 NIVELES DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES	- 7 -
1.4.1 Plantas de tratamiento de aguas residuales	- 7 -
1.4.2 Pre-tratamiento o tratamiento preliminar	- 7 -
1.4.3 Tratamiento primario	- 8 -
1.4.4 Tratamiento secundario.....	- 8 -
1.4.5 Tratamiento terciario.....	- 9 -
1.5 MUESTREO	- 9 -
1.5.1 Tipo de muestras	- 9 -
1.5.1.1 Muestra simple	- 9 -
1.5.1.2 Muestra compuesta.....	- 10 -
1.5.1.3 Muestra integrada.....	- 10 -
1.5.2 Cadena de custodia.....	- 10 -

1.6.1	Rejillas	- 11 -
1.6.2	Trampa de grasas.....	- 12 -
1.6.3	Sedimentador.....	- 13 -
1.6.4	Humedal artificial de flujo subsuperficial	- 13 -

CAPÍTULO II

2.	PARTE EXPERIMENTAL.....	- 15 -
2.1	ÁREA DE ESTUDIO	- 15 -
2.1.1	Ubicación geográfica	- 15 -
2.1.1.1	Macrolocalización	- 15 -
2.1.1.2	Microlocalización.....	- 17 -
2.2	METODOLOGÍA	- 19 -
2.2.1	Periodo de tiempo(n).....	- 19 -
2.2.2	Población.....	- 19 -
2.2.3	Caudales	- 20 -
2.2.3.1	Medición de caudal horario.....	- 20 -
2.2.4	Metodología de muestreo	- 23 -
2.2.5	Caracterización físico – química y microbiológica del agua residual	- 24 -
2.2.6	Topografía.....	- 25 -
2.2.7	Dimensionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales	- 25 -
2.2.8	Elaboración de planos	- 25 -
2.2.9	Unidades de tratamiento.....	- 26 -
2.2.9.1	Canal de llegada	- 26 -
2.2.9.2	Rejillas.....	- 29 -
2.2.9.3	Trampa de grasa	- 30 -
2.2.9.4	Sedimentador.....	- 32 -
2.2.9.5	Lechos de secado.....	- 38 -
2.2.9.6	Procesos biológicos – humedales de flujo subsuperficial	- 40 -

CAPÍTULO III

3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	- 42 -
3.1	CÁLCULOS Y RESULTADOS.....	- 42 -
3.1.1	Cálculos.....	- 42 -
3.1.1.1	Cálculo de la población futura	- 42 -
3.1.1.2	Cálculos de caudal.....	- 42 -
3.1.1.3	Cálculos para el canal de llegada	- 44 -
3.1.1.4	Cálculos para las rejillas.....	- 47 -
3.1.1.5	Cálculos para la trampa de grasas	- 48 -
3.1.1.6	Cálculos para el sedimentador.....	- 50 -
3.1.1.7	Cálculos de los lechos de secado.....	- 54 -
3.1.1.8	Cálculo de Humedales de flujo subsuperficial	- 57 -
3.1.2	Resultados	- 60 -
3.1.2.1	Resultados de la medición de caudales	- 60 -
3.1.2.2	Resultados de la caracterización de las aguas residuales	- 61 -
3.1.2.3	Resultados de caudales.....	- 62 -
3.1.2.4	Resultados de temperatura in situ.....	- 62 -
3.1.2.5	Resultados del dimensionamiento de las unidades físicas de la planta de tratamiento.....	- 63 -
3.2	PROPUESTA.....	- 65 -
3.3	RENDIMIENTO DEL PROCESO DE DEPURACIÓN	- 66 -
3.3.1	Rendimiento del pre tratamiento	- 66 -
3.3.2	Rendimiento del tratamiento primario	- 66 -
3.3.3	Rendimiento del tratamiento secundario.....	- 67 -
3.3.4	Rendimiento general de la planta de tratamiento	- 68 -
3.4	EFICIENCIA TOTAL DE LA PLANTA Y VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA AMBIENTAL	- 69 -
3.5	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	- 70 -

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	- 75 -
4.1 CONCLUSIONES	- 75 -
4.2 RECOMENDACIONES	- 76 -
BIBLIOGRAFÍA	- 77 -
ANEXOS	- 80 -

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Diferentes formas de rejillas.	- 12 -
Figura N° 2: Humedal de flujo subsuperficial	- 13 -
Figura N° 3: Localización de la Parroquia Dayuma.	- 16 -
Figura N° 4: Límites parroquiales de Dayuma	- 17 -
Figura N° 5: Diagrama de las unidades de tratamiento para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la parroquia Dayuma.	- 26 -
Figura N° 6: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales propuesta.....	- 65 -

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla I: Biodegradabilidad del agua residual.	- 4 -
Tabla II: Objetivos de los procesos de tratamiento preliminar.....	- 8 -
Tabla III: Coeficiente de pérdida para rejillas	- 12 -
Tabla IV: Especies emergentes más utilizadas en depuración de aguas residuales.	- 14 -
Tabla V: Mecanismos de remoción y eficiencia de los humedales de flujo subsuperficial.	- 14 -
Tabla VI: Ubicación Político Administrativo del proyecto	- 15 -
Tabla VII: Técnicas empleadas en la caracterización Físico-Química y microbiológica del agua Residual Dayuma.	- 24 -
Tabla VIII: Tiempo de permanencia en el desengrasador según el caudal.	- 30 -
Tabla IX: Materiales empleados en el diseño de humedales.	- 40 -
Tabla X: Datos para el cálculo de la población futura	- 42 -
Tabla XI: Datos para cálculos de caudal.....	- 42 -
Tabla XII: Datos para el cálculo del canal de llegada	- 44 -
Tabla XIII: Datos para el cálculo de rejillas.....	- 47 -
Tabla XIV: Datos para el cálculo de la trampa de grasas.	- 48 -
Tabla XV: Datos para cálculos del tanque de sedimentación.	- 50 -

Tabla XVI: Datos para el cálculo de los lechos de secado.	- 54 -
Tabla XVII: Datos para el cálculo de los humedales de flujo subsuperficial.	- 57 -
Tabla XVIII: Resultados de la medición de caudales.	- 60 -
Tabla XIX: Resultados de la caracterización de las aguas residuales.	- 61 -
Tabla XX: Resultado de caudales.	- 62 -
Tabla XXI: Resultados de Temperatura in situ.....	- 62 -
Tabla XXII: Resultados del dimensionamiento de las unidades físicas de la planta de tratamiento.	- 63 -
Tabla XXIII: Parámetros fuera de los límites permisibles de la Normativa Ambiental.....	- 66 -
Tabla XXIV: Eficiencia total de la planta y verificación del cumplimiento de la normativa ambiental.....	- 70 -

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: FOTOS DE MEDICIÓN DE CAUDALES	- 80 -
ANEXO 2: FOTO DE LA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES	- 81 -
ANEXO 3: DESCARGA DE LAS AGUAS RESIDUALES	- 81 -
ANEXO 4: ETIQUETADO DE LAS MUESTRAS	- 82 -
ANEXO 5: PRESERVACIÓN DE LAS MUESTRAS.....	- 82 -
ANEXO 6: RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DEL CAUDAL PARA CADA DÍA	- 83 -
ANEXO 7: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS.	- 89 -
ANEXO 8: CADENA DE CUSTODIA UTILIZADA EN EL MUESTREO DE AGUAS RESIDUALES DE DAYUMA.	- 96 -
ANEXO 9: LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE.	- 103 -
ANEXO 10: ESPECIFICACIONES MÍNIMAS PARA UNA TRAMPA DE GRASAS SIMPLE....	- 106 -
ANEXO 11: PLANO DEL CANAL DE LLEGADA Y REJILLAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.	- 107 -
ANEXO 12: PLANO DE LA TRAMPA DE GRASAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.-	108
-	
ANEXO 13: PLANO DEL SEDIMENTADOR Y LECHOS DE SECADO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.	- 109 -
ANEXO 14: PLANO DE LOS HUMEDALES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.....	- 110 -
ANEXO 15: PLANO VISTA SUPERIOR DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA DAYUMA.	- 111 -
ANEXO 16: UBICACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA PARROQUIA DAYUMA.	- 112 -

RESUMEN

Se diseñó una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para la Parroquia Dayuma del Cantón Francisco de Orellana, provincia de Orellana, con la finalidad de minimizar el impacto ambiental negativo que ocasiona las aguas residuales.

Se realizó la caracterización de las aguas residuales y se propuso una planta de tratamiento empleando programas como AUTO CAD, ARC GIS y EXCEL. La medición de caudales se efectuó durante seis días consecutivos, dando como resultado un caudal promedio de 1,6 L/s indicando que no existen variaciones significativas. Para la toma de muestras y su posterior análisis en el laboratorio durante los siete días de muestreo se emplearon envases de vidrio ámbar de 1L y frascos estériles proporcionados por el laboratorio LABSU. Los resultados de los análisis indican valores de: Sólidos totales suspendidos 147mg/L, sólidos sedimentables 2,14mg/L, Aceites y grasas 1,77mg/L, DBO₅ 101,43mg/L y Coliformes fecales ($9,61 \times 10^6$ col/100mL), mismos que se encuentran fuera del límite permisible según el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA).

El diseño propuesto incluye: pre tratamiento, tratamiento primario y tratamiento secundario con humedales de flujo sub superficial con pasto alemán, logrando una eficiencia total promedio de 83,5% y un área requerida de 0,08 hectáreas.

La planta de tratamiento diseñada es eficiente para disminuir la concentración de los contaminantes del agua residual de descarga, cumpliendo con los límites máximos permisibles establecidos en la norma Ecuatoriana, minimizando el daño ambiental que estas aguas representan en el medio.

Se recomienda la implementación de esta Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en la parroquia Dayuma.

SUMMARY

A Wastewater Treatment Plant was designed to Dayuma parish, Francisco de Orellana canton, Orellana province, in order to minimize the negative environmental impact caused by sewage.

The characterization of wastes water was realized and a treatment plant was proposed using programs as AUTO CAD, ARC GIS and EXCEL. The flow measurement was carried out for six consecutive days, resulting an average flow of 1,6 L/s indicating there are no significant variations. The sample and laboratory analysis during the seven days of sampling used glass bottles amber 1L and sterile bottles provided by LABSU laboratory.

The analysis indicated values of: total suspend solids 147mg/L, sedimentary solids 2,14 mg/L, oils and fats 1,77 mg/L, BOD₅ 101,43mg/L and fecal coliforms ($9,61 \times 10^6$ col/100mL), these results are outside of permissible limit according to Unified Text of Secondary Legislation of Environment Ministry (TULSMA).

The proposed design includes: pre treatment, primary and secondary treatment with flow wetlands sub superficial with german grassland, achieving average total 83,5 % efficiency and a required area of 0,08 hectares.

The treatment plant designed is efficient to reduce the concentration contaminants from the wastewater discharge, compliance with maximum permissible limits established in Ecuadorian standard, minimizing environmental damage these waters represent.

It is recommended the implementation of this Wastewater Treatment Plant in Dayuma parish.

INTRODUCCIÓN

El agua es el líquido vital de todo ser viviente y el elemento más abundante del planeta tierra, a medida que el tiempo ha transcurrido ha aumentado la población humana lo que ha incrementado el uso de la misma para actividades necesarias para su desarrollo y supervivencia.

Con ello se generan grandes cantidades de aguas residuales cuyos componentes característicos como materia orgánica, microorganismos patógenos, sólidos, entre otros, generan problemas ambientales y de salud, arriesgando el buen vivir de la sociedad siendo descargadas directamente en distintos cuerpos receptores de agua.

Actualmente, una herramienta adoptada para la solución del problema causado por aguas residuales en la mayoría de pequeñas y grandes poblaciones es el tratamiento de las mismas a través de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, con la finalidad de que cumplan con los parámetros establecidos en normas vigentes logrando que el impacto que causen éstas en el medio sea mínimo y aceptable.

La parroquia Dayuma, conjuntamente con el Gobierno Autónomo Descentralizado del Cantón Francisco de Orellana, han priorizado el cuidado de la salud de sus pobladores y del ambiente por ello han puesto interés en el Diseño de una Planta de Tratamiento de Aguas residuales para la parroquia Dayuma del cantón Francisco de Orellana.

Dayuma está situada a 40 km vía al Auca desde la ciudad Puerto Francisco de Orellana (El Coca) con 871 hab.⁽¹⁾ Su clima es Húmedo Tropical, con una temperatura media anual de 18 a 22 grados Celsius.

El diseño de la planta de tratamiento del presente trabajo se fundamenta en la población, caracterización de las aguas residuales y medición de caudales, que con su respectivo análisis y cálculos efectuados, se detallan en el presente documento, el diseño de la planta de tratamiento involucra tratamiento preliminar (rejillas), tratamiento primario

¹Según el censo 2011 realizado por la junta parroquial de Dayuma.

(trampa de grasa y sedimentador) y un tratamiento secundario (proceso biológico mediante humedales sub-superficiales).

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Diseñar la planta de tratamiento de aguas residuales para la parroquia Dayuma del cantón Francisco de Orellana.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar física-química y microbiológicamente el agua residual.
- Determinar el caudal de las aguas residuales en la descarga de alcantarillado.
- Realizar el dimensionamiento de una planta de tratamiento de aguas residuales para la parroquia Dayuma.

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1 AGUAS RESIDUALES

Agua generada como producto de cualquier uso ya sea actividad industrial, doméstico, agrícola, comunitario, cuyas características físico químicas y microbiológicas han sido modificadas debido al uso que se les ha dado, dando como resultado agua cuya composición representa daños en la salud y en el ambiente gracias a la combinación de líquidos y residuos sólidos provenientes según el origen antes mencionado. A este tipo de aguas también pueden sumarse aguas superficiales, subterráneas o pluviales de manera eventual. ⁽²⁾

1.2 TIPOS DE AGUAS RESIDUALES

- **Aguas residuales domésticas:** es el líquido residual proveniente de los hogares que se generan por su uso en actividades domésticas y metabolismo humano. **(1)**
- **Aguas residuales industriales:** son aquellas aguas generadas por actividades industriales o comerciales. **(1)**
- **Aguas residuales urbanas:** son la mezcla de las aguas residuales domésticas e industriales, son recolectadas a través de un sistema de alcantarillado para su posterior tratamiento, tomando en cuenta que las aguas residuales industriales deben tener previos tratamientos antes de su recolección. **(1)**
- **Pluviales:** como su nombre lo indica se trata de agua lluvia, se considera parte de las aguas residuales ya que cierta cantidad escurre por la superficie del suelo arrastrando con ella tierra, hojas, arena y otros residuos encontrados en la superficie. **(1)**

² Tratamiento de Aguas residuales http://www.unitek.com.pe/productos-plantas-de-tratamiento-de-aguas-residuales.php?id_lib_tecnica=14

1.3 CARACTERÍSTICAS DE AGUAS RESIDUALES

Las características de aguas residuales fundamentales para el estudio y su depuración son:

- Físicas.
- Químicas.
- Biológicas.

1.3.1 Características Físicas

Sólidos: es la materia sólida presente en el agua residual de manera total, se le conoce como sólidos totales y éstos pueden encontrarse como sólidos disueltos que se encuentran en estado iónico o molecular es decir no se sedimentan, y los sólidos en suspensión que pueden ser sedimentables (se sedimentan con facilidad en un determinado tiempo) y no sedimentables (que no se sedimentan fácilmente por su estado coloidal o peso específico cercano al del líquido). (9)

La determinación de la cantidad de sólidos sedimentables es básica para el diseño de los tanques de sedimentación como parte del sistema de tratamiento del agua residual. (3)

Olor: el olor presente en aguas residuales se debe a la degradación de la materia orgánica por actividad biológica de los microorganismos presentes en la misma, uno de los principales compuestos causantes del mal olor en plantas de tratamiento es el sulfuro de hidrógeno. (9)

El interés básico de esta característica en el diseño de PTAR se debe a la afectación a las personas aledañas en su calidad de vida por la emisión de olores desagradables.(3)

Temperatura: es una característica física del agua residual de suma importancia debido a la influencia de la misma en el desarrollo de la vida acuática, velocidades de reacciones químicas y la aceleración o disminución de los procesos biológicos. La temperatura óptima para la actividad bacteriana está en el rango de 25°C a 35°C.(3)

³ Metcalf y Eddy, 1995, Ingeniería de Aguas Residuales. pp 41-95

Color: mediante el color se puede identificar la condición general en la que se encuentra el agua residual, el color se debe al material coloidal, los sólidos suspendidos y sustancias en solución. Según el color de agua que se pueda apreciar se puede dar cuenta del grado de descomposición del agua residual o del tiempo que ha transcurrido desde su descarga, por ejemplo el color café claro indica que lleva aproximadamente 6 horas después de su descarga, el color gris claro indica que en el agua residual se ha dado una cierta descomposición de la materia orgánica y si el color es gris oscuro o negro esto represente un agua residual con una alta descomposición. ⁽³⁾

Turbidez: es una propiedad que indica que el agua residual en estudio contiene partículas en suspensión, mientras mayor sea la cantidad de éstas, mayor será la turbidez. La causa de la turbidez es generalmente la presencia de sedimentos, crecimiento de algas, fitoplancton, escurrentía urbana, arcilla, arena, materia orgánica e inorgánica y microorganismos. **(9)**

Conductividad: capacidad de las sales inorgánicas en disolución (electrolitos) para conducir la corriente eléctrica en el agua. Esta característica está en dependencia de la temperatura a la cual se determine y la concentración de las sustancias disueltas ionizadas en el agua residual. El agua pura es considerada como un buen conductor de electricidad. **(9)**

1.3.2 Características Químicas

Dentro de las características químicas de las aguas residuales destacamos las siguientes:

Materia orgánica: habitualmente los compuestos orgánicos resultan de la combinación de carbono, hidrógeno y oxígeno y en algunas ocasiones también de nitrógeno. La materia orgánica en aguas residuales está compuesta por proteínas en un porcentaje de 40% a 60%, carbohidratos 25% a 50% y aceites y grasas 8% a 12%. Otros constituyentes que forman parte de la materia orgánica es la úrea que se encuentra en grandes cantidades en la orina y en menor cantidad las moléculas orgánicas sintéticas. ⁽³⁾

Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días (DBO₅): es uno de los parámetros más usados en cuanto a contaminación se refiere en aguas residuales, se lo determina en

un periodo de 5 días a una temperatura de 20°C, consiste en la medición del oxígeno disuelto utilizado por los microorganismos para la oxidación bioquímica de la materia orgánica. (9)

La relación entre la DBO5 y la DQO de un agua residual indicará las posibilidades de biodegradabilidad.

Tabla I: Biodegradabilidad del agua residual.

DBO₅/DQO	Biodegradabilidad de una agua residual
< 0,20	Poco biodegradable
0,2 – 0,4	Biodegradable
> 0,40	Muy Biodegradable

Fuente: Manual de depuración Uralita, pág. 10

Carbono orgánico Total (COT): es uno de los métodos alternativos para la determinación de la materia orgánica contenida en las aguas residuales siempre y cuando sea para concentraciones pequeñas de materia orgánica. (4)

Materia Inorgánica: la cantidad de materia inorgánica determina la calidad de las aguas residuales, la concentración de la misma aumenta con el proceso natural de la evaporación del agua superficial dejando así las sustancias inorgánicas. (5)

pH: el potencial hidrógeno indica la concentración del ion hidrógeno, este parámetro es importante puesto que una concentración inapropiada puede causar problemas en los procesos biológicos, existe una escala indicadora de ph que fluctúa entre 0 y 14. (9)

Nitrógeno: es conocido también como nutriente o bioestimulante, interviene en el crecimiento de protistas y algas, en caso de que su contenido presente en el agua residual no sea suficiente, se debe agregar para que el agua residual sea tratable. (3)

⁴ Características de aguas residuales y lodos <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan2/05862/05862-01.pdf>

⁵<http://www.slideshare.net/lobezno81/tratamiento-de-aguas-residuales-11206028>

Azufre: necesario para la síntesis de proteínas. Éste puede a su vez combinarse con el hidrógeno. Los sulfatos se reducen a sulfuros y a sulfuros de hidrógeno por acción de las bacterias en forma anaerobia.⁽³⁾

Metales pesados: dentro de los metales tenemos el cadmio, cromo, cobre, hierro, plomo, manganeso, mercurio, níquel y zinc, muchos de éstos son elementos prioritarios para el desarrollo de la vida y algunos son considerados como contaminantes peligrosos, pero la presencia de éstos en exceso puede limitar el uso del agua. (9)

Oxígeno disuelto: es la fuente energética de los seres vivos y microorganismos aeróbicos, la cantidad de oxígeno puede incrementarse debido a la captación de oxígeno por medio de la interface aire-agua, acción fotosintética (debido principalmente a las algas verdes), descenso de temperatura y dilución. Y disminuye debido a la respiración de los microorganismos, elevación de temperatura, reacciones químicas y por acción metabólica.⁽³⁾

Metano: es el principal producto que resulta de la descomposición anaerobia de la materia orgánica que se encuentra en el agua residual. Es un combustible de valor energético inodoro e incoloro. (9)

Sulfuro de Hidrógeno: se caracteriza por poseer olor desagradable, es incoloro e inflamable es el responsable del oscurecimiento del agua residual debido a su combinación con el hierro presente en el agua residual formando así sulfuro ferroso y otros sulfuros metálicos. (9)

1.3.3 Características Biológicas

Los parámetros biológicos destacados en aguas residuales se detallan a continuación:

Microorganismos: existen varios grupos de microorganismos presentes en el agua ya sea ésta residual o superficial, tenemos organismos eucariotas, arqueobacterias y en mayor parte eubacterias.

Dentro de los organismos eucariotas tenemos los protistas que incluyen protozoos, algas y hongos y en los eucariotas multicelulares animales vertebrados e invertebrados. (9)

❖ Enterobacterias

Las enterobacterias (orden *Enterobacteriales* y única familia *Enterobacteriaceae*) son bacterias Gram negativas que pueden tener morfología de bacilos o cocos. Los miembros de este grupo forman parte de la microbiota del intestino (llamados coliformes) y de otros órganos del ser humano y de otras especies animales. Algunas especies pueden vivir en tierra, en plantas o en animales acuáticos. (9)

La presencia de enterobacterias introducidas en el ser humano por los alimentos u otros medios, provocan problemas intestinales al adherirse y atravesar la barrera de la mucosa gastrointestinal, manifestada por diarreas y deshidratación. Ciertas especies provocan patologías específicas:

- La especie *Salmonella typhi* es responsable de la fiebre tifoidea.
- La especie *Shigella dysenteriae* es el agente responsable de la disentería bacilar.
- La especie *Escherichia coli enterotóxica* es responsable de la gastroenteritis infantil.
- La especie *Yersinia pestis* es responsable de la peste.
- La especie *Serratia marcescens* usualmente causa infecciones nosocomiales como resultado de tratamiento en un hospital.⁽³⁾

Organismos Patógenos: los organismos patógenos presentes en las aguas residuales pueden ser excretados tanto por animales como por seres humanos que poseen alguna enfermedad infecciosa o son portadores de la misma.

Las principales enfermedades típicas causadas por organismos patógenos son: tifoidea, cólera y diarrea.⁽³⁾

Organismos indicadores: El organismo que es tomado como indicador de las aguas residuales es el organismo coliforme, siendo su presencia más numerosa y de fácil identificación. El tracto humano contiene innumerables bacterias que se conocen como organismos coliformes, Cada ser humano evacúa 100 000 a 400 000 millones organismos coliformes cada día. Es por ello que se toma como indicador este organismo, cabe mencionar que hay algunos patógenos que pueden estar presentes en el agua aun en ausencia de coliformes. ⁽³⁾

1.4 NIVELES DE TRATAMIENTO DE LAS AGUAS RESIDUALES

1.4.1 Plantas de tratamiento de aguas residuales

Una planta de tratamiento de Aguas Residuales es un sistema integrado por operaciones y procesos físicos, químicos y biológicos que tiene la finalidad de remover los contaminantes contenidos en el agua residual y obtener agua residual de calidad requerida para su reutilización o disposición final. **(12)**

Existen varias operaciones y procesos disponibles para la depuración de las aguas residuales, se consideran comúnmente niveles de tratamiento, como:

- Pre-tratamiento o tratamiento preliminar,
- Tratamiento primario,
- Tratamiento secundario
- Tratamiento terciario o avanzado.

1.4.2 Pre-tratamiento o tratamiento preliminar

Tiene como objetivo principal retener sólidos gruesos y finos con densidad mayor al agua (latas, basura, arena, plásticos, hojas, entre otros) para evitar la obstrucción de las instalaciones y problemas en los posteriores tratamientos.

En este tratamiento se puede emplear rejas gruesas y finas, trituradores, desarenadores y en casos especiales tamices.⁽⁶⁾

Tabla II: Objetivos de los procesos de tratamiento preliminar

PROCESO	OBJETIVO
Rejas o tamices	Eliminación de sólidos gruesos
Trituradores	Desmenuzamiento de sólidos
Desarenadores	Eliminación de arenas y gravillas
Desengrasadores	Eliminación de Aceites y grasas
Pre-aireación	Control de olor y mejoramiento del comportamiento hidráulico

Fuente: Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales. CEPIS/OPS/OMS.

1.4.3 Tratamiento primario

Su objetivo es disminuir la carga orgánica mediante procesos físicos para su posterior tratamiento secundario.

El tratamiento primario permite la remoción del material en suspensión, excepto materiales coloidales o sustancias disueltas contenidas en el AR, removiendo entre el 60 a 70% de sólidos suspendidos totales y hasta un 30% de DBO orgánica sedimentable.
(12)

Los tratamientos primarios habituales son:

Sedimentación primaria.

- Flotación.
- Precipitación química.
- Filtros gruesos.
- Oxidación química
- Coagulación, floculación, sedimentación y filtración.

1.4.4 Tratamiento secundario

Este tipo de tratamiento está orientado a que se complete la eliminación de sólidos en suspensión y DBO5 realizada por medios físicos en el tratamiento primario, además persigue la transformación de la materia orgánica y eliminación de los sólidos coloidales no sedimentables y en ciertos casos también se pretende la eliminación de

Fósforo y Nitrógeno generalmente mediante procesos biológicos. **(12)**

Por último, se consigue además la disminución de microorganismos patógenos y fecales que forman parte del agua residual.⁽⁶⁾

1.4.5 Tratamiento terciario

Consiste en complementar los anteriores procesos, mediante una combinación de métodos requeridos para la remoción de materia orgánica, sólidos en suspensión, nutrientes y compuestos tóxicos. **(12)**

El empleo de este tratamiento terciario o avanzado es aplicado cuando el efluente de las ART van a ser reutilizadas, por lo que deben alcanzar un alto grado de calidad. **(12)**

1.5 MUESTREO

1.5.1 Tipo de muestras

1.5.1.1 Muestra simple

Representa la composición del agua para un tiempo y lugar específicos. Dicha muestra puede ser representativa de espacios y tiempos mayores si se sabe con anterioridad que la composición es constante en el tiempo y que no existen gradientes de concentración espaciales.

Las muestras instantáneas se usan para:

- Determinar las características de descargas instantáneas, para identificar la fuente y evaluar los efectos potenciales en los procesos de tratamiento.
- Estudiar variaciones y extremos en un flujo de desechos en determinado periodo.
- Evaluar la descarga, si ésta ocurre intermitentemente durante periodos cortos.
- Determinar si la composición de la corriente para hacer el muestreo es razonablemente constante.

- Determinar si los componentes por analizar son inestables o no pueden ser preservados.⁽⁶⁾

1.5.1.2 Muestra compuesta

Resulta de la mezcla de varias muestras instantáneas recolectadas en el mismo punto de muestreo en diferentes tiempos. La mezcla se hace sin tener en cuenta el caudal en el momento de la toma.⁽⁷⁾

1.5.1.3 Muestra integrada

Consiste en el análisis de muestras instantáneas tomadas en diferentes puntos simultáneamente o tan cerca como sea posible. La integración debe hacerse de manera proporcional a los caudales medidos al tomar la muestra.

Las muestras integradas deben usarse en alguno o varios de los siguientes casos:

- Caracterizar el caudal de un río, el cual varía su composición a lo largo de su trayecto y su ancho. Se toman varias muestras para diferentes puntos de sección transversal y se mezclan en proporción a los flujos relativos para cada sección.
- Tratamientos combinados para diferentes corrientes de aguas residuales separadas.
- Cálculo de las cargas (kg/día) de las sustancias contaminantes en la corriente de agua. **(3)**

1.5.2 Cadena de custodia

Debe seguirse una cadena de custodia para los muestreos que se realicen para asegurar la integridad de la muestra desde su recolección hasta el reporte de datos. Los procedimientos de una cadena de custodia son:

1. Rótulos de muestras
2. Sellos de muestras
3. Libro de registro de muestras

⁶ Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento RAS 2000 Sección II título E. 2000 Ministerio de desarrollo Económico de Colombia.

4. Registro de la carta de custodia
5. Transporte de las muestras al laboratorio
6. Recepción y registro de muestras
7. Análisis de las muestras

1.6.1 Rejillas

Las rejillas tienen el objetivo principal de retener sólidos de gran tamaño que puedan obstruir la planta en los procesos posteriores. Existen varios tipos de rejillas:

- Limpiadas manualmente.
- Limpiadas mecánicamente
- En forma de canasta
- Retenedores de fibra⁽⁷⁾

– Ubicación

Según la RAS 2000 Título E Las rejillas deben colocarse aguas arriba de las estaciones de bombeo o de cualquier dispositivo de tratamiento subsecuente que sea susceptible de obstruirse por el material grueso que trae el agua residual sin tratar. El canal de aproximación a la rejilla debe ser diseñado para prevenir la acumulación de arena u otro material pesado aguas arriba de ésta. Además, debe tener preferiblemente una dirección perpendicular a las barras de la rejilla. El sitio en que se encuentren las rejillas debe ser provisto con escaleras de acceso, iluminación y ventilación adecuada. **(3)**

– Coeficiente de pérdida para rejillas (β)

Este coeficiente permite obtener el cálculo de pérdida de carga, dependiendo de las diferentes formas de rejillas que se muestran a continuación:

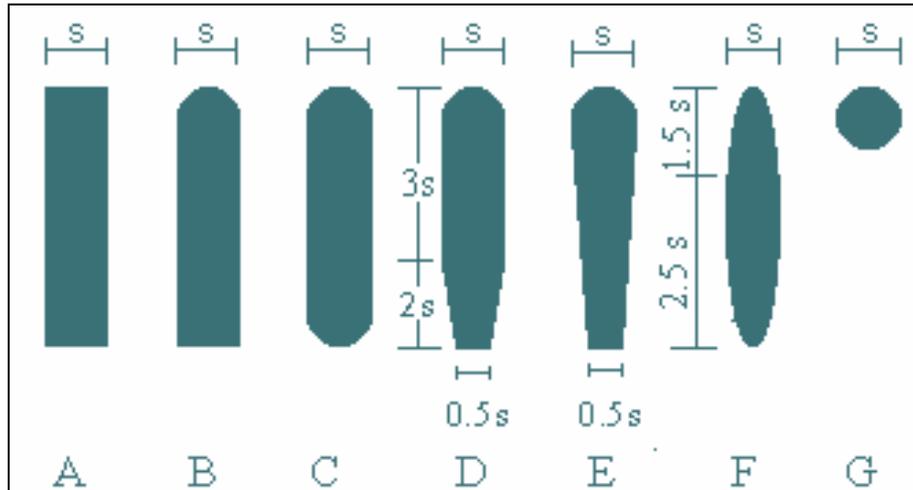
⁷ Arellano A. 2009. Tratamiento de Aguas Residuales. Riobamba-Ecuador. Pp 2-29

Tabla III: Coeficiente de pérdida para rejillas.

Sección transversal							
Forma	A	B	C	D	E	F	G
β	2,42	1,83	1,67	1,035	0,92	0,76	1,79

Fuente: RAS 2000 Título E.

Figura N° 1: Diferentes formas de rejillas.



Fuente: RAS 2000 Título E.

1.6.2 Trampa de grasas

Son tanques rectangulares por lo general de flotación, donde la grasa sale a la superficie, y es retenida mientras el agua aclarada sale por una descarga inferior. Su diseño tiene una similitud con la de un tanque séptico y conlleva partes mecánicas. (3)

– Localización

La trampa de grasas debe ubicarse aguas arriba del tanque séptico, sedimentador o cualquier otra unidad de tratamiento que requiera este dispositivo para prevenir problemas de adherencia u obstrucción en los procesos posteriores. (3)

– Parámetros de diseño

Su diseño se basa en el caudal y características propias del agua residual a tratar, teniendo en cuenta que la capacidad de almacenamiento mínimo en Kilogramos de grasa sea de por lo menos una cuarta parte del caudal de diseño.⁽⁷⁾

1.6.3 Sedimentador

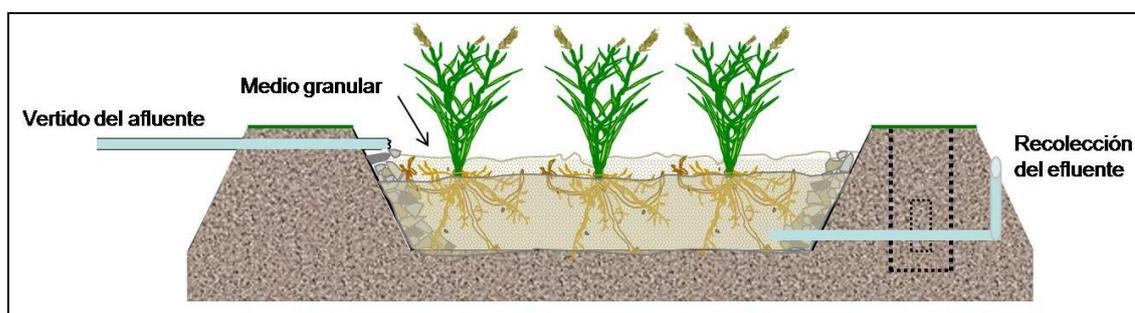
El proceso que se da en esta unidad de tratamiento es la sedimentación que consiste en la separación del agua y las partículas disueltas por medio del asentamiento gravitacional, puesto que a través de las rejillas no es posible retener estas partículas y debido a que son más pesadas que el agua pueden ser retenidas a través de esta unidad.

(1)

1.6.4 Humedal artificial de flujo subsuperficial

Consiste en canales o zanjas con fondos relativamente impermeables rellenos de un medio poroso de piedras o arenoso que favorece el crecimiento de vegetación emergente.⁽⁸⁾

Figura N° 2: Humedal de flujo subsuperficial



Fuente: García J., 2008

⁸ <http://dspace.utpl.edu.ec/jspui/handle/123456789/381>

Tabla IV: Especies emergentes más utilizadas en depuración de aguas residuales.

Familia	Nombres comunes más usuales	Temperatura, °C		Rango efectivo de pH
		Deseable	Germinación de las semillas	
Ciperáceas	Junco de lagunas	18-27		4-9
Gramíneas	Hierba del maná Carrizo Pasto alemán	12-23	10-30	2-8
Iridáceas	Lirio amarillo Espadaña fina			
Juncáceas	Juncos	16-26		5-7,5
Tifáceas	Eneas, aneas, espadañas	10-30	12-24	4-10
	Totora	16-27		4-9

Fuente: Lara B., 1999.

En la tabla expuesta a continuación se indican valores referenciales en cuanto a la eficiencia de Humedales de Flujo Subsuperficiales en la remoción de los principales contaminantes presentes en las aguas residuales.⁽⁹⁾

Tabla V: Mecanismos de remoción y eficiencia de los humedales de flujo subsuperficial.

Componente	Mecanismos principales de remoción	Eficiencia en remoción
Materia orgánica	Degradación microbiológica, sedimentación, floculación, filtración, absorción.	80% - 90% (Alta)
Sólidos suspendidos	Sedimentación, floculación, filtración, absorción.	80% - 90% (Alta)
Nitrógeno	Degradación microbiológica, nitrificación-desnitrificación, plantas.	20% - 40% (Baja)
Fósforo	Absorción en la biomasa.	20% (Baja)
Microorganismos Patógenos	Depredación biológica, decaimiento natural, sedimentación, filtración	1-3 Unid. Log (Media)

Fuente: Martín Gauss, WSP-LAC

CAPÍTULO II

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1 ÁREA DE ESTUDIO

2.1.1 Ubicación geográfica

La Parroquia Dayuma está situada a 40 Km vía al Auca desde la ciudad Puerto Francisco de Orellana (El Coca).

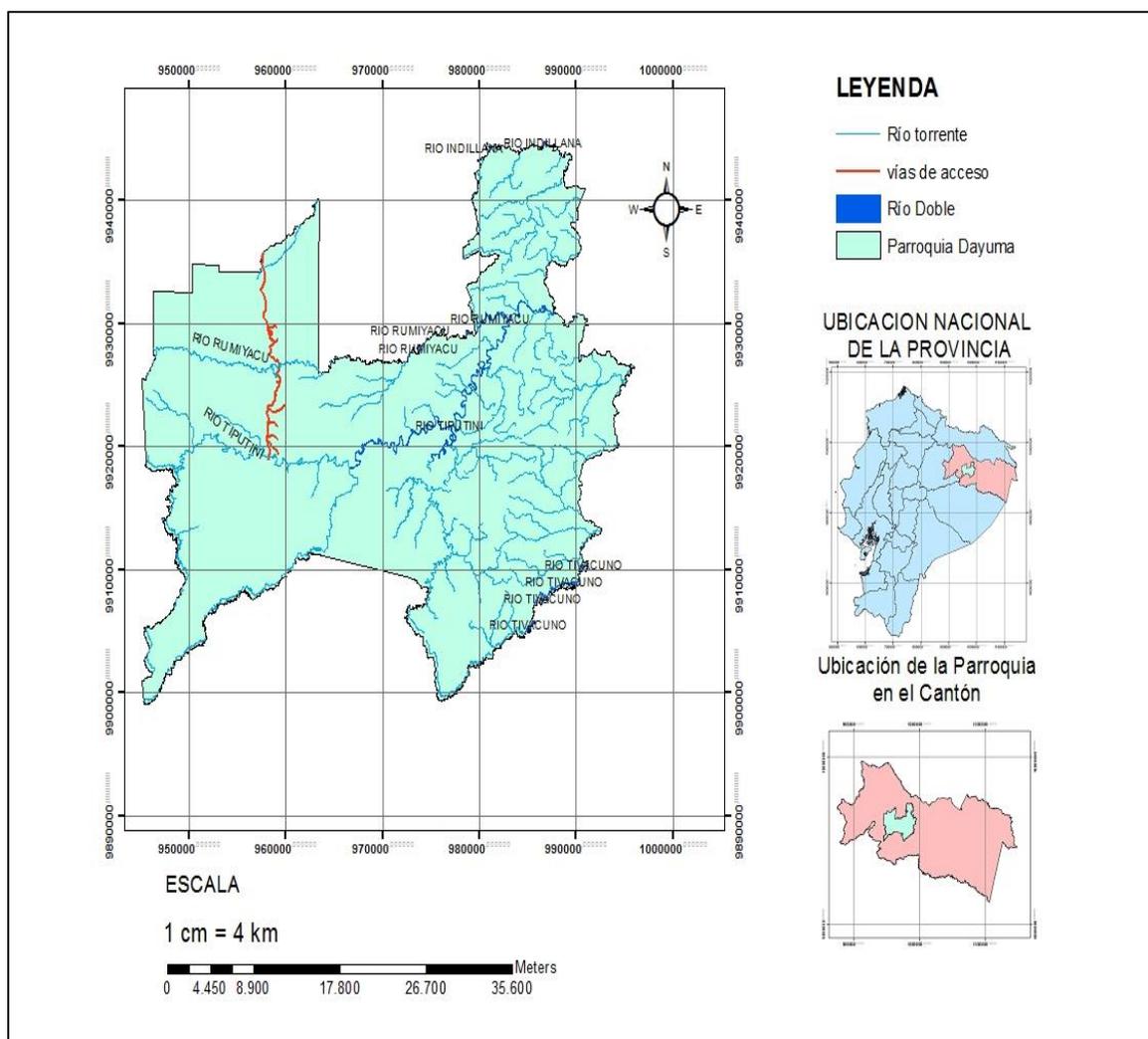
2.1.1.1 Macrolocalización

Tabla VI: Ubicación Político Administrativo del proyecto

Localización Geográfica	
País	Ecuador
Región	Oriente
Provincia	Orellana
Cantón	Francisco de Orellana
Parroquia	Dayuma

Fuente: Calderón, Y., 2014

Figura N° 3: Localización de la Parroquia Dayuma.



Fuente: ARCGIS. Calderón, Y., 2014.

Dayuma se encuentra limitada de la siguiente manera:

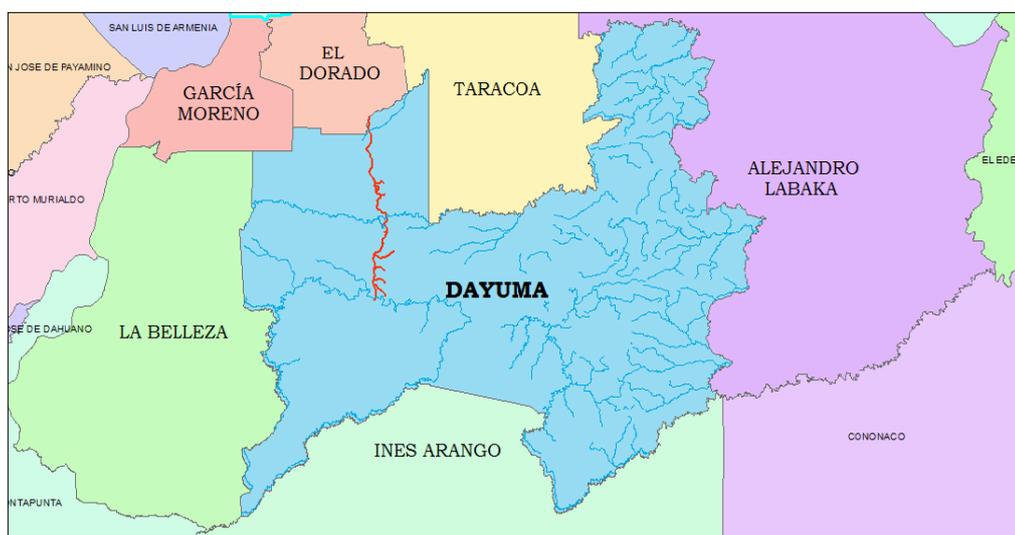
AL NORTE : Con la parroquia el Dorado y Taracoa (Nueva Esperanza: Yuca).

AL SUR : Con la parroquia Inés Arango.

AL ESTE : Con la parroquia Alejandro Labaka.

AL OESTE : Con la parroquia La Belleza y García Moreno.

Figura N° 4: Límites parroquiales de Dayuma



Fuente: Yuly Calderón, ARC GIS. 2013.

2.1.1.2 Microlocalización

El clima que posee la parroquia Dayuma es cálido húmedo, con una temperatura media anual de 18 a 22 grados Celsius, el periodo de estación de invierno es de enero a mayo, su precipitación multianual es de 2900mm y posee una superficie urbana de 39 hectáreas.

La jurisdicción de la Parroquia Dayuma constituye un gran plano inclinado con una pendiente decreciente que sigue una dirección Este – Oeste, lo que implica que los sectores más altos se encuentran al Oriente de la Jurisdicción parroquial, en tanto que los de menor altura están al Occidente, con rangos altimétricos que fluctúan entre los 350 y 290 msnm.

Dayuma presenta una topografía bastante ondulada, por la influencia del sistema de drenaje natural, formando, en ocasiones, depresiones que se constituyen en ciénegas o laguna, no se registra elevaciones de importancia.

En el presente estudio, la medición de caudales y muestreo para la caracterización de las aguas residuales se realizó en el colector común de Dayuma. La descarga se encuentra ubicada en el punto más bajo de la parroquia Dayuma que desemboca en un estero s/n,

tiene una altitud promedio de 260 msnm y sus coordenadas geográficas son: Latitud N-9°48'05" y Longitud E-78°18'00".

– **Actividades económicas**

Las principales actividades a las que se dedica la mayor parte de la población de la parroquia del área de estudio es la agricultura, actividades de alojamiento y servicio de comidas, actividades de la atención a la salud humana, servicios administrativos, enseñanza, transporte y almacenamiento.

– **Servicios básicos**

La parroquia Dayuma cuenta con servicios básicos tales como servicio eléctrico, abastecimiento de agua potable, alcantarillado, el servicio telefónico es limitado en las zonas urbanas por lo que la mayoría utiliza telefonía celular, servicio de internet tanto privado como el servicio prestado por parte del Gobierno Parroquial de Dayuma.

2.2 METODOLOGÍA

2.2.1 Periodo de tiempo(n)

El período de diseño según la norma INEN 005-9-1 (1992) para una planta de tratamiento de aguas residuales está entre 20 y 30 años, por lo que se opta por un tiempo estimado de vida útil de 23 años.

2.2.2 Población

Población Actual: Según datos de la encuesta socioeconómica realizada en febrero 2011 por parte del Gobierno Parroquial de Dayuma, tiene una población de 871 habitantes, con una tasa de crecimiento de 2,94%, tomando en cuenta este valor como dato más exacto ya que los datos registrados por el INEC van orientados a estadísticas a nivel de cantón

Determinación de la Población Futura: Para la determinación de la población futura se empleará el método geométrico que consiste en la siguiente fórmula:

$$Pf = Pa * \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n \quad \text{Ecuación 1}$$

Donde:

Pf: Población futura.

Pa: Población actual.

r: Índice anual de crecimiento.

n: Periodo de tiempo en años.

2.2.3 Caudales

2.2.3.1 Medición de caudal horario

– Materiales

- Recipiente de capacidad 8 litros.
- Cronómetro.
- Tabla de registros.

– Método

Para la determinación del caudal de las Aguas Residuales en estudio se empleó el método volumétrico debido a la facilidad de acceso, este método consiste en determinar el tiempo que tarda en llenarse un recipiente de volumen conocido en determinados periodos de tiempo (**Anexo 1**). Para su medición se utilizó un recipiente de 8 Litros que fue colocado bajo la descargada de tal manera que reciba todo el flujo, activando de manera simultánea el cronómetro y registrando el tiempo que tardó en llenarse. Este proceso se realizó durante 6 días por un periodo de 11 horas cada día desde la 07:00 am hasta la 18:00 horas cada 30 minutos. Finalmente se utilizó la siguiente ecuación para la determinación del caudal (**Anexo 6**).

$$Q = \frac{V}{t} \quad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

Q: Caudal (m³/s)

V: Volumen del recipiente empleado (m³)

t: Tiempo que tarda en llenarse el recipiente (s)

A partir de los datos de caudales obtenidos diariamente se obtendrá datos de caudales máximo, medio y mínimo.

- **Caudal Mínimo:** El caudal mínimo es el valor menor de los caudales aforados, este caudal es de sumo interés para el dimensionamiento y diseño de algunas unidades de tratamiento donde se requiere el dato de velocidad con el mínimo de los caudales para evitar la sedimentación. (4)

- **Caudal medio:** Este caudal corresponde a la media entre los caudales determinados en los muestreos realizados. (4)

- **Caudal máximo:** Corresponde al caudal máximo horario obtenido durante la medición de caudales. Mediante este valor se puede determinar valores de velocidad que afecten al proceso de depuración en las unidades de tratamiento. (4)

- **Caudal medio teórico:** Este caudal es calculado en base a la dotación de agua potable de la población en estudio. Para la determinación de este caudal es necesario tomar en cuenta algunos factores, los mismos que son seleccionados según las características propias de la población. Entre ellos tenemos:

- **Coefficiente de retorno:** Indica que no toda el agua que es consumida dentro de cada domicilio es devuelta al alcantarillado por razones múltiples tales como el uso de agua en lavado de pisos, riego, cocina y otros. A partir de esto se establece que sólo un porcentaje del total de agua consumida se devuelve al alcantarillado, siendo este porcentaje llamado el coeficiente de retorno, que estadísticamente está entre un 70 y 80% según las normas EX-IEOS de 1993. El caudal medio teórico según las normas INEN, 1992 está dado por: Caudal medio teórico (Q_{teo})

$$Q_{teo} = \frac{CR(Dot)(Pf)}{86400} \quad \text{Ecuación 3}$$

Donde:

Q_{teo} = Caudal medio teórico de aguas residuales domésticas (L/s)

CR = Coeficiente de retorno (0,80)

Dot = Dotación de agua potable (150 L/hab./día en la parroquia Dayuma)

Pf = Población futura

- **Caudal máximo teórico:** Para la realización de este cálculo se toma en cuenta el caudal medio horario determinado en los aforos de acuerdo a las características propias de cada población. Para este cálculo es necesaria la determinación del coeficiente de simultaneidad que permite determinar las variaciones máximas y mínimas que tiene el caudal de las aguas residuales, en relación con las variaciones de consumo de agua potable. (4)

- **Coefficiente de simultaneidad o mayorización:** Según la norma EX – IEOS, 1993 cuando el caudal medio diario es inferior a 4 L/s se toma como coeficiente de simultaneidad un valor de 4. Sin embargo cuando se trata de poblaciones entre mil y un millón de habitantes se puede emplear la ecuación Harmon que se expresa a continuación. ⁽⁹⁾

– **Ecuación de Harmon**

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{Pf/1000}} \quad \text{Ecuación 4}$$

Donde:

M = Coeficiente de mayorización

Pf = Población futura

– **Caudal máximo teórico**

$$Q_{\text{máxteórico}} = M(Q_{\text{med}}) \quad \text{Ecuación 5}$$

Donde:

$Q_{\text{máx teórico}}$ = Caudal máximo teórico

M = Coeficiente de Mayorización

Q_{med} = Caudal medio horario (obtenido en los aforos)

- **Caudal de diseño:** El caudal de diseño se calculó mediante la población proyectada a 23 años, que es el tiempo que se estima de vida útil de la planta de tratamiento. El valor de este caudal corresponde al promedio entre el caudal medio horario y el caudal teórico

calculado. Sumándole a este valor el caudal de infiltración, caudal industrial (en el presente caso no hay presencia de industrias en la parroquia según el recorrido efectuado)

- **Caudal de Infiltración:** El caudal de infiltración según la memoria técnica de los estudios y diseño del sistema de alcantarillado sanitario de Dayuma es de 0,6 L/s, dato proporcionado por el Gobierno Parroquial de Dayuma.

El caudal que se utiliza para el diseño de las unidades de tratamiento de las aguas residuales de la parroquia Dayuma son:

Caudal medio de diseño

$$Q_{\text{medio de diseño}} = \frac{Q_{\text{medio horario}} + Q_{\text{teórico}}}{2} + Q_i \quad \text{Ecuación 6}$$

Caudal máximo de diseño

$$Q_{\text{máximo de diseño}} = \frac{Q_{\text{máximo horario}} + Q_{\text{teórico}}}{2} + Q_i \quad \text{Ecuación 7}$$

Caudal mínimo de diseño

$$Q_{\text{mínimo de diseño}} = \text{valor obtenido de los aforos} \quad \text{Ecuación 8}$$

2.2.4 Metodología de muestreo

Para realizar el muestreo de las aguas residuales se basó en el método APAHA/AWWA/WEF Standard Methods NO 1060 DIN 38402 (serie A11 – A22). Se tomó muestras representativas del agua residual en horarios diferentes durante siete días consecutivos, éstas fueron recogidas diariamente en dos envases plásticos esterilizados y dos botellas de vidrio ámbar de 1L debidamente etiquetados con la fecha y hora de muestreo acompañada de su cadena de custodia, conservando la muestra refrigerada se transportó al laboratorio el mismo día para la posterior realización de los ensayos físico químico y microbiológico. (**Anexos 2-7**).

2.2.5 Caracterización físico – química y microbiológica del agua residual

La caracterización de las aguas residuales se fundamenta en métodos analíticos; cuantitativos, para determinar las características químicas y microbiológicas, así como análisis cualitativos para el conocimiento de las características físicas. Los análisis de las aguas residuales fueron realizados en el Laboratorio de Aguas suelos y alimentos LABSU ubicado en la ciudad de Puerto Francisco de Orellana, a 40km desde el punto de muestreo, los métodos descritos en las normas: APHA/AWWA/Standard Methods.

Con el promedio de resultados obtenidos se elaboró una tabla relacionando estos datos con los límites permisibles estipulados en el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA) libro VI anexo 1 tabla #12 para verificar los parámetros que cumplen o no con lo establecido en la norma. **(Anexo 9) (8)**

Tabla VII: Técnicas empleadas en la caracterización Físico-Química y microbiológica del agua Residual Dayuma.

Parámetros	Unidades	Métodos/Norma de referencia
Potencial hidrógeno	--	SM 4500-H+ B
Conductividad eléctrica	us/cm	SM 2510 B
Sólidos totales	mg/L	SM 2540 B
Sólidos totales suspendidos	mg/L	SM 2540 D
Sólidos sedimentables	mL/L	SM 2540 F
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	HACH 8000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	SM 5210 B
Fósforo (P-PO4)	mg/L	SM 4500 E
Sulfatos	mg/L	SM 4500-SO4= B
Nitritos (N-NO2)	mg/L	SM 4500-NO2 B
Nitratos (N-NO3)	mg/L	SM 4500 NO3 B
Turbiedad	NTU	SM 2130 B
Aceites y grasas	mg/L	SM 5520 B
Coliformes totales	col/100mL	SM 9222 B
Coliformes fecales	col/100mL	SM 9222 D

Fuente: LABSU, 2014

2.2.6 Topografía

Para obtener las características topográficas del terreno donde se ubicará la PTAR se utilizó un mapa obtenido del programa ARC GIS el cual nos indica las curvas de nivel y estas a su vez la pendiente del terreno, sin embargo cabe mencionar que el lugar designado para la PTAR es plano, quedando en las partes bajas de la parroquia y cerca del río Rumiyacu (cuerpo receptor del efluente), se tomaron puntos de posición en el campo mediante un GPS. (**Anexo 16**).

2.2.7 Dimensionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales

Para llevar a cabo el dimensionamiento de la planta de tratamiento de agua residual se sigue la metodología descrita a continuación:

- Se determinó la disponibilidad de espacio para la ubicación de la planta
- Se analizó las características topográficas del lugar
- Se procesó los datos obtenidos en la investigación de campo para determinar: caudales (medio, máximo y mínimo).
- Se realizó un análisis de las características físico – químicas y microbiológicas; y de las exigencias de calidad para descargas según la Normativa Ambiental aplicable; conociendo todo esto se propone los sistemas de tratamientos más adecuados.

2.2.8 Elaboración de planos

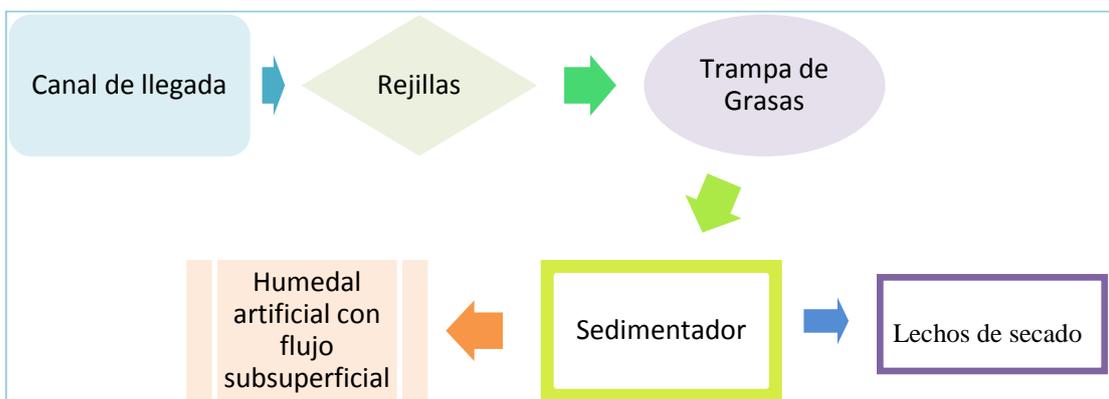
Para la elaboración de los planos de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, ha sido utilizado el programa AUTOCAD 2010, la planimetría del proyecto se la realizó a escala 1:100, tanto la escala horizontal como vertical. (**Anexos 11-15**).

2.2.9 Unidades de tratamiento

Las unidades de tratamiento de la planta de aguas residuales consta de:

- Rejillas.
- Tampa de Grasas.
- Sedimentador.
- Humedal artificial con flujo subsuperficial.

Figura N° 5: Diagrama de las unidades de tratamiento para la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la parroquia Dayuma.



Fuente: Calderón, Y., 2014.

2.2.9.1 Canal de llegada

Como canal de llegada se seleccionó el tipo rectangular, cuya construcción va a ser de hormigón simple por lo que su coeficiente de rugosidad es de 0,013 (valor tomado de las normas INEN-Agua-Potable y Agua Residual).

Según el manual de depuración Uralita, 2002 el ancho puede ser mayor a 0,30 m y menor a 0,70 m por lo que se adopta un ancho de 0,5 m y la pendiente $\geq 0,5\%$ por lo que se elige el valor de 0.005 m/m.

En cuanto a velocidades según la normativa Ex – IEOS es recomendable las velocidades descritas a continuación: A caudal medio velocidad mayor a 0.6 m/s y a caudal máximo velocidad menor que 2,5 m/s.

– **Cálculo del coeficiente de Manning:**

$$K = \frac{Q * n}{b^{8/3} S^{1/2}} \quad \text{Ecuación 9}$$

Donde:

K: Coeficiente de manning para el cálculo del tirante de agua

Q: Caudal medio diario, m³/s

n: Coeficiente de rugosidad de manning

b: Base del canal, m

S: Pendiente del canal, m/m

– **Cálculo del tirante de agua**

$$h = 1.6624 * K^{0.74232} * b \quad \text{Ecuación 10}$$

Donde:

h: Tirante de agua (m)

K: Coeficiente de manning

b: Base del canal (m)

El manual de depuración URALITA, 2002 nos indica que la velocidad debe permanecer en un rango de 0,6 m/s – 3 m/s esto con la finalidad de evitar la sedimentación de materiales en el mismo por lo que es necesario su verificación de cumplimiento para el caudal máximo, medio y mínimo.

– **Radio Hidráulico**

$$RH = \frac{b * h}{b + 2h} \quad \text{Ecuación 11}$$

Donde:

RH: Radio hidráulico

– **Velocidad**

$$v = \frac{1}{n} RH^{2/3} S^{1/2}$$

Ecuación 12

Donde:

V: Velocidad de flujo, m/s

RH: Radio Hidráulico, m

S: Pendiente, m/m

n: Coeficiente de rugosidad de Manning

Como punto último para el dimensionamiento del canal de llegada tenemos que se toma como altura de seguridad ≥ 0.40 m según la Ex – IEOS, 1993 y como borde libre de seguridad 0.1 m, donde la altura total del cajón está dada por:

$$h_T = h + hs + BL$$

Ecuación 13

Donde:

h: tirante de agua para el caudal máximo.

hs: Altura de seguridad.

BL: Borde libre por seguridad.

2.2.9.2 Rejillas

El tipo de cribas seleccionadas son rejillas de limpieza manual, según la RAS 2000 el espaciamiento entre las barras de la rejilla es de 15mm a 50mm. Para un mejor rendimiento se opta por el espaciamiento de 25mm. Se emplearán barras de forma G según la tabla III.

El ángulo de inclinación de las rejillas respecto a la horizontal según la norma INEN es de 44 y 60°, las barras empleadas van a ser redondas y el ángulo elegido será de 50°.

Ecuaciones utilizadas en base al Manual de depuración Uralita, 2002:

– Número de barrotes

$$Nb = \left(\frac{b}{e + s} \right) - 1 \quad \text{Ecuación 14}$$

Donde:

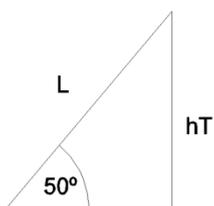
Nb: número de barrotes

s: separación entre barrotes (m)

e: diámetro de barrotes (m)

b: ancho de la zona de rejillas, canal de llegada (m)

– Longitud de barrotes



$$\text{Sen}\alpha = \frac{hT}{L} \therefore L = \frac{hT}{\text{Sen}\alpha} \quad \text{Ecuación 15}$$

Donde:

L: longitud de barrotes (m)

hT: altura del canal de llegada (m)

α : Ángulo de inclinación de los barrotes respecto a la horizontal.

– Pérdida de carga en las rejillas

También es denominada pérdida de energía. Las pérdidas no deben ser mayores a 0.75m (Rojas)

Ecuación de Kirschmer 1926 para una rejilla limpia:

$$hf = \beta \left(\frac{s}{e}\right)^{\frac{4}{3}} * \frac{v^2}{2g} * \text{sen}\alpha \quad \text{Ecuación 16}$$

Donde:

hf: pérdida de carga, m

β : Coeficiente de forma

s: separación entre barrotes, m

e: diámetro de los barrotes, m

V: velocidad del agua entre los barrotes

2.2.9.3 Trampa de grasa

La trampa de grasas es un tanque generalmente rectangular empleado cuando el valor de Aceites y Grasas está fuera del límite permisible, su función es permitir la flotación de las partículas con gravedad específica menor que la del agua, según la norma INEN el área se determina para el caudal máximo. (11)

Tabla VIII: Tiempo de permanencia en el desengrasador según el caudal.

Tiempo de permanencia (min)	Caudal (L/s)
3	< 20
4	10 – 20
5	> 20

*Fuente: INEN

La carga superficial recomendada es 4L/sm² con una relación largo ancho de 1,8 a 1.

– **Área Superficial de la trampa de grasas**

$$A = \frac{Q}{Cs} \quad \text{Ecuación 17}$$

Donde:

A: Área superficial de la trampa de grasas (m²)

Q: Caudal (L/s)

Cs: Carga superficial (4 L/sm²)

– **Ancho de la trampa de grasas**

Se adopta una relación largo/ancho de 1 cumpliendo con la normativa INEN de tal forma que el ancho está dado por:

$$b = \sqrt{\frac{A}{1}} \quad \text{Ecuación 18}$$

– **Longitud de la trampa de grasas.**

$$L = 1 b \quad \text{Ecuación 19}$$

Donde:

L: longitud de la trampa de grasas (m)

B: ancho de la trampa (m)

– **Tiempo de retención en la trampa de grasa**

$$TR = \frac{h * b * l}{(Q)} \quad \text{Ecuación 20}$$

Donde:

h: altura de la trampa (m)

L: longitud del desengrasador (m)

TR: Tiempo de permanencia (s)

Q: Caudal máximo (m³/d)

La altura no debe ser menor a 0.8m por lo que se adopta una altura de 2m. Las características de diseño de la trampa de grasa según OPS/CEPIS/03.81. (**Anexo 10**) ⁽⁹⁾

2.2.9.4 Sedimentador

Su diseño se basa en el caudal máximo horario según la norma EX-IEOS, 1993.

ZONA DE ENTRADA

En necesaria para la distribución uniforme de todas las partículas en el sedimentador motivo por el cual se diseñará una pantalla difusora en la zona de entrada siendo ubicada entre 0,7m a 1m de distancia de la pared de entrada. Los orificios más altos de la pared difusora deben estar a 1/5 o 1/6 de la altura a partir de la superficie del agua y los más bajos entre 1/4 o 1/5 de la altura a partir de la superficie de fondo. Los orificios deben ser aboquillados en el sentido del flujo en un ángulo de 15°. Con la finalidad de no crear perturbaciones dentro de la zona de sedimentación la velocidad en los orificios no debe ser mayor a 0,15m/s ⁽¹⁰⁾

– Área total de orificios

$$A_o = \frac{Q}{V_o} \quad \text{Ecuación 21}$$

Donde:

A_o: área total de orificios

V_o: velocidad de paso entre orificios (m/s).

Q: caudal de diseño (m³/s)

⁹ Especificaciones Técnicas para el diseño de una trampa de grasas. http://www.bvsde.ops-oms.org/tecapro/documentos/sanea/etTrampa_grasa.pdf

¹⁰ Guía para el diseño de Desarenadores y Sedimentadores. <http://www.bvsde.ops-oms.org/bvsatp/e/tecnoapro/documentos/agua/158esp-diseno-desare.pdf>

– **Área de sección circular**

El diámetro de orificio es asumido para de esta manera calcular el área de sección circular, en este caso el diámetro optado será de 5cm. **(10)**

$$a_o = \frac{\pi D^2}{4} \quad \text{Ecuación 22}$$

Donde:

a_o : área de sección circular (m^2)

D: diámetro del orificio (m)

– **Número de orificios:**

El número de orificios se determina a partir de la siguiente ecuación:

$$n_o = \frac{A_o}{a_o} \quad \text{Ecuación 23}$$

Donde:

n_o : número de orificios

A_o : área total de orificios (m^2)

a_o : área de sección circular (m^2)

ZONA DE SEDIMENTACIÓN

Es el lugar donde ocurre la sedimentación de las partículas cuyo volumen, longitud y condiciones de flujo son las requeridas para que ocurra la sedimentación, siendo su velocidad uniforme en todos los puntos. **(10)**

– **Partículas discretas**

Son las que no cambian sus características físicas como la forma, tamaño y densidad mientras dure el tratamiento. La velocidad de sedimentación se la obtiene a través de la ecuación de Stokes que se expresa a continuación

– **Velocidad de sedimentación de las partículas discretas:**

$$v_{si} = \frac{g}{18} * \left(\frac{\rho_P - \rho_F}{\mu} \right) * (\phi_D)^2 \quad \text{Ecuación 24}$$

Donde:

g: aceleración de la gravedad (cm/s²)

ρ_P : densidad de las partículas (g/cm³)

ρ_F : densidad del fluido (agua) (g/cm³)

μ : viscosidad dinámica del agua (g/cm.s)

ϕ_D : diámetro de las partículas discretas (cm)

– **Partículas críticas**

Son partículas que tienen una velocidad de sedimentación v_{sc} tal que si se encuentra al ras con la superficie líquida al pasar de la zona de entrada a la zona de sedimentación llegará al fondo del tanque rectangular justo cuando la masa de agua que la transporta pasa de la zona de sedimentación a la zona de salida.

Velocidad de sedimentación de las partículas críticas:

$$v_{sc} = 0,22 * \left(\frac{\rho_P - \rho_F}{\rho_F} * g \right)^{2/3} * \left(\frac{\phi_C}{(\nu)^{1/3}} \right) \quad \text{Ecuación 25}$$

Donde:

g: aceleración de la gravedad (cm/s²)

ρ_P : densidad de las partículas (g/cm³)

ρ_F : densidad del fluido (agua) (g/cm³)

ν : viscosidad cinemática del agua (cm²/s)

ϕ_C : diámetro de las partículas discretas (cm)

– **Altura máxima para partículas discretas (H_{PD})**

Es la altura máxima desde el fondo del tanque de sedimentación a la que la partícula discreta en un tiempo de retención hidráulico puede llegar a la zona de lodos.

$$H_{PD} = v_{si} * P_{RH} \quad \text{Ecuación 26}$$

– **Altura máxima para partícula crítica (H_{PC})**

Es la máxima distancia que una partícula crítica alcanza a recorrer a la zona de sedimentación en un determinado tiempo de retención hidráulico.

$$H_{PC} = v_{sc} * P_{RH} \quad \text{Ecuación 27}$$

– **Periodo de retención hidráulico (P_{RH})**

Es el tiempo que se tarda la partícula de diseño en llegar a la zona de lodos, calculada mediante la siguiente ecuación:

$$P_{RH} = \frac{\text{Volumen}}{Q} \quad \text{Ecuación 28}$$

– **Área superficial de la zona de sedimentación**

Este cálculo es obtenido en base a la velocidad de sedimentación de las partículas críticas y el caudal.

$$A_s = \frac{Q}{v_{si}} \quad \text{Ecuación 29}$$

– **Longitud de la zona de sedimentación**

Para realizar el cálculo de la longitud de la zona de sedimentación se debe tener en cuenta la relación de las dimensiones largo y ancho (L/B) entre 3 – 6 y de largo y

profundidad (L/H) entre los valores 5 – 20.⁽¹¹⁾

Se determina la longitud mediante la siguiente ecuación

$$L = \frac{Q}{V_{si} * B} \quad \text{Ecuación 30}$$

– **Longitud Total**

Resulta de la suma entre la longitud calculada y la distancia entre la pantalla difusora y la pared de entrada:

$$L_T = L + L_{pd} \quad \text{Ecuación 31}$$

Donde

L_T: Longitud total (m)

L_{pd}: distancia entre la pantalla difusora y la pared de entrada (m)

– **Relación largo – ancho del sedimentador**

$$\frac{L}{B} \text{ entre 3 y 6} \quad \text{Ecuación 32}$$

– **Relación largo – profundidad del sedimentador**

$$\frac{L}{H} \leq 30 \quad \text{Ecuación 33}$$

– **Volumen del tanque sedimentador**

Corresponde al producto entre la altura, base y longitud y se expresa mediante la siguiente expresión:

$$Vol = B * L * H \quad \text{Ecuación 34}$$

– **Velocidad horizontal (v_h)**

La velocidad horizontal del líquido tiene influencia en el arrastre de las partículas que ya se han sedimentado por lo que se establece que la velocidad horizontal debe ser menor a la velocidad de arrastre, esta velocidad es calculada mediante la ecuación siguiente:

$$v_h = \frac{Q}{A_s} \quad \text{Ecuación 35}$$

– **Velocidad de arrastre (v_a)**

$$v_a = 125 * [(\rho_P - \rho_F) * \phi_D]^{1/2} \quad \text{Ecuación 36}$$

ZONA DE RECOLECCIÓN DE LODOS

Esta zona está constituida por una tolva con capacidad para el depósito de los sólidos sedimentados y una tubería y válvula para su evacuación periódica. Para facilitar el deslizamiento de las partículas sedimentadas el fondo debe tener una pendiente entre el 5 a 10% ¹¹ **(10)**

ZONA DE SALIDA

Para el diseño de la zona de salida, la longitud de la cresta vertedero será el mismo valor del ancho del sedimentador, siendo la altura del agua sobre la cresta del vertedero calculada con la siguiente ecuación:

$$h_a = \left(\frac{Q}{1,84 * b} \right)^{2/3} \quad \text{Ecuación 37}$$

Donde:

b: ancho del sedimentador (m)

Q: caudal (m³/s)

ha: altura del agua sobre la cresta del vertedero(m)

2.2.9.5 Lechos de secado

Los lechos de secado son los lugares donde se va a disponer los lodos provenientes del tanque de sedimentación, para su dimensionamiento se necesita de los siguientes cálculos:

– Contribución per cápita de SS

Para este cálculo es necesario partir del valor promedio de los sólidos suspendidos (SS) que se obtiene de la caracterización del agua residual y de la población futura.

– Carga de sólidos que ingresan al sedimentador

Su valor es obtenido mediante la ecuación que se indica a continuación

$$C = \frac{Pf * CpSS}{1000} \quad \text{Ecuación 38}$$

Donde:

C: carga de sólidos que ingresan al sedimentador (kgSS/día)

Pf: población futura (hab)

CpSS: Contribución per cápita de SS (g SS/hab*día)

– Masa de sólidos que conforman los lodos (Msd)

Se calcula a través de la siguiente ecuación:

$$Msd = (0,5 * 0,7 * 0,5 * C) + (0,5 * 0,3 * C) \quad \text{Ecuación 39}$$

– Volumen diario de lodos digeridos

$$Vld = \frac{Msd}{\rho_{lodo} * \left(\frac{\% \text{ solidos}}{100}\right)} \quad \text{Ecuación 40}$$

Donde:

Vld: volumen de lodos digeridos (L/día)

ρ_{lodo} : densidad de los lodos (Kg/L)

% de sólidos: % de sólidos contenidos en el lodo (%)

– **Volumen de lodos a extraerse del tanque**

$$V_{le} = \frac{V_{ld} * T_d}{1000} \quad \text{Ecuación 41}$$

Donde

Vle: volumen de lodos a extraerse (m³)

Vld: volumen de lodos digeridos (L/día)

Td: tiempo de digestión de lodos. (días)

– **Área del lecho de secado**

$$A_{ls} = \frac{V_{le}}{H_a} \quad \text{Ecuación 42}$$

Donde

Als: área del lecho de secado (m²)

Vle: volumen de lodos a extraerse (m³)

Ha: Profundidad de aplicación, entre 0,20 a 0,40m (OPS, 2005)

– **Cálculo del área individual de los lechos de secado (Ali)**

$$A_{li} = \frac{A_{ls}}{\# \text{ de lechos}} \quad \text{Ecuación 43}$$

- **Cálculo de la longitud de los lechos de secado (L_{ls}) asumiendo un ancho (B) de 1,5m**

$$L_{ls} = \frac{Ali}{B} \quad \text{Ecuación 44}$$

2.2.9.6 Procesos biológicos – humedales de flujo subsuperficial

El medio poroso elegido en el diseño de humedales es grava fina con una conductividad hidráulica de 10000 m/s y un coeficiente de porosidad del 35% (**tabla IX**) La profundidad en el humedal varía de 0,3 a 1 m siendo el valor usual 0,6m con una pendiente de 0,1 a 1% siendo su valor usual 0,5%.¹¹

La longitud del relleno con grava en la entrada y salida del humedal será de 2 y 1m respectivamente. **(2)**

El tipo de planta a utilizar en el humedal es el pasto alemán cuyas especificaciones están establecidas en la tabla IV. Tanto el drenaje como la distribución del agua serán con tubería perforada de 0.25m de diámetro. **(6)**

Tabla IX: Materiales empleados en el diseño de humedales.

Tipo de material	Tamaño efectivo D10 (mm)	Conductividad hidráulica ($m^3/m^2/d$)	Porosidad, n (%)
Arena Gruesa	2	100 - 1000	38 – 32
Arena gravosa	8	500 - 5000	30 – 35
Grava fina	16	1000 - 10000	35 – 38
Grava media	32	10000 - 50000	36 – 40
Roca gruesa	128	50000 - 250000	38 – 35

Fuente: Delgadillo, O., 2010

¹¹ Delgadillo Oscar. 2010. Depuración de Aguas Residuales por medio de humedales artificiales. pp. 31-34

– Área superficial del humedal

El área superficial del humedal se basa en función del parámetro contaminante que se desea disminuir o remover, la mayoría de diseños se realizan para la disminución de DBO₅. (5)

Cabe recalcar que en nuestra Planta de tratamiento el humedal va ser el último proceso por lo que es necesario de forma teórica calcular el valor de la DBO₅ en función del porcentaje removido en los procesos anteriores para con este valor realizar los cálculos del humedal. Donde se expresa por la siguiente ecuación:⁽¹²⁾

$$AS = \frac{Q * \ln\left(\frac{C_o}{C}\right)}{K_T * h * n} \quad \text{Ecuación 45}$$

Donde:

Q: caudal de diseño del humedal (m³/dia)

C: concentración efluente (mg/L)

Co: concentración afluente (mg/L)

K_T: constante de reacción de primer orden dependiente de la temperatura

h: profundidad del humedal (m)

n: porosidad del medio granular (porcentaje expresado en fracción)

La constante de reacción de primer orden se calcula mediante la siguiente expresión:

$$K_T = 1,104 * 1,06^{T_2-20} \quad \text{Ecuación 46}$$

Donde:

K_T: constante de reacción de primer orden dependiente de la temperatura

T₂: temperatura del humedal (°C)

¹² Metodología para el diseño de humedales con flujo subsuperficial
http://revistascientificas.cujae.edu.cu/.%5CRevistas%5CHidraulica%5CVol-XXXII%5C1-2011%5C61-70_Metodologia_para_el.pdf

CAPÍTULO III

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 CÁLCULOS Y RESULTADOS

3.1.1 Cálculos

3.1.1.1 Cálculo de la población futura

Tabla X: Datos para el cálculo de la población futura

Parámetro	Abreviatura	Valor	Unidad
Población actual	Pa	871	Hab
Índice anual de crecimiento	r	2,94	%
Periodo de tiempo	n	23	Años

Fuente: Calderón, Y., 2014.

$$Pf = Pa * \left(1 + \frac{r}{100}\right)^n \quad \text{Ecuación 1}$$

$$Pf = 871 \text{ hab} * \left(1 + \frac{2,94}{100}\right)^{23}$$

$$Pf = 1696 \text{ hab}$$

3.1.1.2 Cálculos de caudal

- Caudal medio teórico

Tabla XI: Datos para cálculos de caudal.

Parámetro	Abreviatura	valor	Unidad
Población futura	Pf	1696	Hab
Coefficiente de retorno	CR	0,80	-
Dotación de agua potable	Dot	150	L/hab
Caudal mínimo horario	Q mínimo horario	1,4	L/s
Caudal medio horario	Q medio horario	1,6	L/s
Caudal máximo horario	Q máximo horario	1,9	L/s

Fuente: Calderón, Y., 2014.

- **Caudal máximo teórico**

$$Q_{teo} = \frac{CR(Dot)(Pf)}{86400} \quad \text{Ecuación 3}$$

$$Q_{teo} = \frac{0,80(150 L/hab))(1696 hab)}{86400}$$

$$Q_{teo} = 2,36 L/s$$

- **Coefficiente de Mayoración**

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{Pf/1000}} \quad \text{Ecuación 4}$$

$$M = 1 + \frac{14}{4 + \sqrt{1696/1000}}$$

$$M = 3,64$$

$$Q_{m\acute{a}x\ te\acute{o}rico} = M(Q_{med}) \quad \text{Ecuación 5}$$

$$Q_{m\acute{a}x\ te\acute{o}rico} = 3,64(1,6 L/s)$$

$$Q_{m\acute{a}x\ te\acute{o}rico} = 5,82 L/s$$

➤ **Caudales de dise\~no**

- **Caudal medio de dise\~no**

$$Q_{medio\ de\ dise\~no} = \frac{Q_{medio\ horario} + Q_{te\acute{o}rico}}{2} + Q_i \quad \text{Ecuación 6}$$

$$Q_{medio\ de\ dise\~no} = \frac{1,6 L/s + 2,36 L/s}{2} + 0,6 l/s$$

$$Q_{medio\ de\ dise\~no} = 2,58 L/s$$

- **Caudal máximo de diseño**

$$Q_{\text{máximo de diseño}} = \frac{Q_{\text{máximo horario}} + Q_{\text{teórico}}}{2} + Q_i \quad \text{Ecuación 7}$$

$$Q_{\text{máximo}} = \frac{1,9 \text{ L/s} + 5,82 \text{ L/s}}{2} + 0,6 \text{ L/s}$$

$$Q_{\text{máximo}} = 4,46 \text{ L/s}$$

- **Caudal mínimo de diseño**

$$Q_{\text{mínimo de diseño}} = \text{valor obtenido de los aforos} = 1,4 \text{ L/s} \quad \text{Ecuación 8}$$

3.1.1.3 Cálculos para el canal de llegada

Tabla XII: Datos para el cálculo del canal de llegada

Parámetro	Abreviatura	valor	Unidad
Caudal máximo de diseño	Q_{maxd}	4,46	L/s
Caudal medio de diseño	Q_{medd}	2,58	L/s
Caudal mínimo de diseño	Q_{mind}	1,4	L/s
Coefficiente de rugosidad	N	0,013	-
Base del canal	B	0,5	M
Pendiente	S	0,005	m/m

Fuente: Calderón, Y., 2014

➤ **Cálculo de verificación de velocidad con el caudal máximo de diseño**

- **Cálculo del coeficiente de Manning**

$$K = \frac{Q_{\text{maxd}} * n}{b^{8/3} S^{1/2}} \quad \text{Ecuación 9}$$

$$K = \frac{\left(\frac{4,46}{1000}\right) \text{ m}^3/\text{s} * (0,0013)}{0,5^{8/3} 0,005^{1/2}}$$

$$K = 5,21 * 10^{-4}$$

- **Cálculo del tirante de agua**

$$h = 1.6624 * K^{0.74232} * b \quad \text{Ecuación 10}$$

$$h = 1.6624 * (5,21 * 10^{-4})^{0.74232} * 0,5$$

$$h = 3,04 * 10^{-3}m$$

- **Radio hidráulico**

$$RH = \frac{b * h}{b + 2h} = \frac{0,5m * (3,04 * 10^{-3}m)}{0,5m + 2(3,04 * 10^{-3}m)} = 3,04 * 10^{-3}m \quad \text{Ecuación 11}$$

- **Velocidad**

$$v = \frac{1}{n} RH^{2/3} S^{1/2} \quad \text{Ecuación 12}$$

$$v = \frac{1}{0,0013} (0,003m)^{2/3} (0,005)^{1/2}$$

$$v = 1,13 \text{ m/s} \rightarrow \text{Cumple}$$

➤ **Cálculo de verificación de velocidad con el caudal medio de diseño**

Cálculo del coeficiente de Manning

$$K = \frac{Q_{medd} * n}{b^{8/3} S^{1/2}} \quad \text{Ecuación 9}$$

$$K = \frac{\left(\frac{2,58}{1000}\right) m^3/s * (0,0013)}{0,5^{8/3} 0,005^{1/2}}$$

$$K = 3,01 * 10^{-4}$$

- **Cálculo del tirante de agua**

$$h = 1.6624 * K^{0.74232} * b \quad \text{Ecuación 10}$$

$$h = 1.6624 * (3,01 * 10^{-4})^{0.74232} * 0,5$$

$$h = 2,02 * 10^{-3}m$$

- **Radio hidráulico**

$$RH = \frac{b * h}{b + 2h} = \frac{0,5m * (2,02 * 10^{-3}m)}{0,5m + 2(2,02 * 10^{-3})m} = 2 * 10^{-3}m \quad \text{Ecuación 11}$$

- **Velocidad**

$$v = \frac{1}{n} RH^{2/3} S^{1/2} \quad \text{Ecuación 12}$$

$$v = \frac{1}{0,0013} (2 * 10^{-3}m)^{2/3} (0,005)^{1/2}$$

$$v = 0,87 \text{ m/s} \rightarrow \text{Cumple}$$

➤ **Cálculo de verificación de velocidad con el caudal mínimo de diseño**

- **Cálculo del coeficiente de Manning**

$$K = \frac{Q_{\text{mind}} * n}{b^{8/3} S^{1/2}} \quad \text{Ecuación 9}$$

$$K = \frac{\left(\frac{1,4}{1000}\right) m^3/s * (0,0013)}{0,5^{8/3} 0,005^{1/2}}$$

$$K = 1,63 * 10^{-4}$$

- **Cálculo del tirante de agua**

$$h = 1.6624 * K^{0.74232} * b \quad \text{Ecuación 10}$$

$$h = 1.6624 * (1,63 * 10^{-4})^{0.74232} * 0,5$$

$$h = 1,28 * 10^{-3}m$$

- **Radio hidráulico**

$$RH = \frac{b * h}{b + 2h} = \frac{0,5m * (1,28 * 10^{-3}m)}{0,5m + 2(1,28 * 10^{-3})m} = 1,27 * 10^{-3}m \quad \text{Ecuación 11}$$

- **Velocidad**

$$v = \frac{1}{n} RH^{2/3} S^{1/2} \quad \text{Ecuación 12}$$

$$v = \frac{1}{0,0013} (1,27 * 10^{-3} m)^{2/3} (0,005)^{1/2}$$

$$v = 0,64 \text{ m/s} \rightarrow \text{Cumple}$$

- **Cálculo de la altura del canal de llegada**

$$h_T = h + h_s + BL \quad \text{Ecuación 13}$$

$$h_T = 0,0304m + 0,4m + 0,2m$$

$$h_T = 0,6m$$

3.1.1.4 Cálculos para las rejillas

Tabla XIII: Datos para el cálculo de rejillas

Parámetro	Abreviatura	valor	Unidad
Ancho del canal	b	0,5	m
Separación entre barrotes	s	0,0025	m
Diámetro de barrotes	e	0,01	m
Ángulo de inclinación	α	50°	-
Coefficiente de forma	β	1,79	-
Gravedad	g	9,8	m/s ²
Velocidad	V	0,85	m/s
Altura del canal de llegada	hT	0,6	m

Fuente: Calderón, Y., 2014

- **Cálculo de número de barrotes**

$$Nb = \left(\frac{b}{e + s} \right) - 1 \quad \text{Ecuación 14}$$

$$Nb = \left(\frac{0,5 \text{ m}}{0,01m + 0,025m} \right) - 1$$

$$Nb = 13$$

- **Cálculo de la longitud de barrotes**

$$L = \frac{hT}{\text{Sen}\alpha} \quad \text{Ecuación 15}$$

$$L = \frac{0,6m}{\text{Sen } 50^\circ}$$

$$L = 0,78m$$

- **Cálculo de la pérdida de carga en las rejillas**

$$hf = \beta \left(\frac{S}{e}\right)^{\frac{4}{3}} * \frac{v^2}{2g} * \text{sen}\alpha \quad \text{Ecuación 16}$$

$$hf = 1,79 \left(\frac{0,025m}{0,01m}\right)^{\frac{4}{3}} * \frac{(0,85m/s)^2}{2(9,8m/s^2)} * \text{sen } 50^\circ$$

$$hf = 0,18m \rightarrow \text{Cumple}$$

3.1.1.5 Cálculos para la trampa de grasas

Tabla XIV: Datos para el cálculo de la trampa de grasas.

Parámetro	Abreviatura	valor	Unidad
Carga superficial	Cs	4	L/sm ²
Altura	H	2	m
Relación lago/ancho	-	1	-
Caudal máximo	Q	4,46	L/s

Fuente: Calderón, Y., 2014

- **Cálculo del área superficial de la trampa de grasas**

$$A = \frac{Q}{Cs} \quad \text{Ecuación 17}$$

$$A = \frac{(4,46)L/s}{4 L/sm^2}$$

$$A = 1,12 m^2$$

- **Cálculo del ancho de la trampa de grasas**

$$b = \sqrt{\frac{A}{1}} \quad \text{Ecuación 18}$$
$$b = \sqrt{\frac{1.12m^2}{1}}$$
$$b = 1,05 \text{ m}$$

Siendo 1,05 m el ancho calculado, se adopta por facilidad de diseño y construcción un ancho de 1,5m

- **Cálculo de la longitud de la trampa de grasas**

$$L = 1 b \quad \text{Ecuación 19}$$
$$L = 1 (1,5m) = 1,5m$$

- **Cálculo del tiempo de retención en la trampa de grasa**

$$TR = \frac{h * b * l}{(Q)} \quad \text{Ecuación 20}$$
$$TR = \frac{2m * 1,5m * 1,5m}{\left(\frac{4,46}{1000}\right) m^3/s}$$
$$TR = 17 \text{ min}$$

Siendo el dato de altura calculado muy pequeño por lo que se adopta una altura de 1,5m para facilitar la operación y mantenimiento del mismo.

3.1.1.6 Cálculos para el sedimentador

Tabla XV: Datos para cálculos del tanque de sedimentación.

Parámetro	Abreviatura	valor	Unidad
Velocidad de paso entre orificios	V _o	0,10	m/s
Caudal máximo	Q	4,46	L/s
Diámetro del orificio	D	5	cm
Temperatura	T	25	°C
Gravedad	g	981	cm/s ²
Viscosidad dinámica del agua	μ	0,00890	g/cm.s
Viscosidad cinemática del agua	V	0,00893	cm ² /s
Densidad de la partícula	ρ _P	2,65	g/cm ³
Densidad del fluido (agua)	ρ _F	0,997	g/cm ³
Diámetro de la partícula crítica	Ø _C	0,020	cm
Diámetro de la partícula discreta	Ø _D	0,003	cm
Base del sedimentador (sugerido)	B	1,3	m
Periodo de retención hidráulico	P _{RH}	60	segundos

Fuente: Calderón, Y., 2014

➤ Cálculos para la zona de entrada

- Cálculo del área total de orificios de la pantalla difusora

$$A_o = \frac{Q}{V_o} \quad \text{Ecuación 21}$$
$$A_o = \frac{\left(\frac{4,46}{1000}\right) m^3/s}{0,10 m/s}$$
$$A_o = 0,045 m^2$$

- **Cálculo del área de sección circular**

$$a_o = \frac{\pi D^2}{4} \quad \text{Ecuación 22}$$

$$a_o = \frac{\pi(0,05m)^2}{4}$$

$$a_o = 1,96 * 10^{-3} m^2$$

- **Número de orificios**

$$n_o = \frac{A_o}{a_o} \quad \text{Ecuación 23}$$

$$n_o = \frac{0,045m^2}{1,96 * 10^{-3} m^2}$$

$$n_o = 23$$

➤ **ZONA DE SEDIMENTACIÓN**

- **Cálculo de la velocidad de sedimentación de las partículas discretas**

$$v_{si} = \frac{g}{18} * \left(\frac{\rho_P - \rho_F}{\mu} \right) * (\phi_D)^2 \quad \text{Ecuación 24}$$

$$v_{si} = \frac{981cm/s^2}{18} * \left(\frac{2,65g/cm^3 - 0,997g/cm^3}{0,00890g/cm.s} \right) * (0,003cm)^2$$

$$v_{si} = 0.0911cm/s \rightarrow 9,11 * 10^{-4} m/s \rightarrow 78,71 \text{ m/día}$$

- **Cálculo de la velocidad de sedimentación de las partículas críticas**

$$v_{sc} = 0,22 * \left(\frac{\rho_P - \rho_F}{\rho_F} * g \right)^{2/3} * \left(\frac{\phi_C}{(v)^{1/3}} \right) \quad \text{Ecuación 25}$$

$$v_{sc} = 0,22 * \left(\frac{2,65g/cm^3 - 0,997g/cm^3}{0,997g/cm^3} * 981cm/s^2 \right)^{2/3} * \left(\frac{0,02cm}{(0,00893g/cm.s)^{1/3}} \right)$$

$$v_{sc} = 2,93 \text{ cm/s} \rightarrow 0,0293 \text{ m/s}$$

- **Cálculo del área superficial de la zona de sedimentación**

$$A_s = \frac{Q}{v_{si}} \quad \text{Ecuación 29}$$

$$A_s = \frac{\left(\frac{4,46}{1000}\right) m^3/s}{9,11 * 10^{-4} m/s}$$

$$A_s = 5 m^2$$

- **Cálculo de la longitud del tanque sedimentador**

$$L = \frac{Q}{V_{si} * B} \quad \text{Ecuación 30}$$

$$L = \frac{\left(\frac{4,46}{1000}\right) m^3/s}{9,11 * 10^{-4} m/s * 1,3 m}$$

$$L = 3,8 m$$

- **Cálculo de la longitud total del sedimentador**

$$L_T = L + L_{pd} \quad \text{Ecuación 31}$$

$$L_T = 3,8 m + 1 m$$

$$L_T = 4,8 m$$

- **Relación largo ancho (entre 3 y 10)**

$$\frac{L}{B} \text{ entre 3 y 6} \quad \text{Ecuación 32}$$

$$\frac{4,8 m}{1,3 m} = 3,69 \rightarrow \text{Cumple}$$

- **Cálculo de la altura máxima para partículas discretas**

$$H_{PD} = v_{si} * P_{RH} \quad \text{Ecuación 26}$$

$$H_{PD} = 9,11 * 10^{-4} m/s * 60 s$$

$$H_{PD} = 0,05466 m$$

- **Cálculo de la altura máxima para partículas críticas**

$$H_{PC} = v_{sc} * P_{RH} \quad \text{Ecuación 27}$$

$$H_{PC} = 0,0293 \text{ m/s} * 60s$$

$$H_{PC} = 1,8m \rightarrow \text{Profundidad (H)}$$

- **Relación largo – profundidad del sedimentador**

$$\frac{L}{H} \leq 30 \quad \text{Ecuación 33}$$

$$\frac{4,8}{1,8} = 2,7 \leq 30 \rightarrow \text{Cumple}$$

- **Cálculo del volumen del tanque de sedimentación**

$$Vol = B * L * H \quad \text{Ecuación 34}$$

$$Vol = 1,3m * 4,8m * 1,8m$$

$$Vol = 11,23m^3$$

- **Cálculo del periodo de retención hidráulico**

$$P_{RH} = \frac{\text{Volumen}}{Q} \quad \text{Ecuación 28}$$

$$P_{RH} = \frac{11,23m^3}{(4,46/1000)m^3/s}$$

$$P_{RH} = 2517,94s \rightarrow 42min$$

- **Cálculo de la velocidad horizontal**

$$v_h = \frac{Q}{A_s} \quad \text{Ecuación 35}$$

$$v_h = \frac{(4,46/1000)m^3/s}{5m^2}$$

$$v_h = 8,92 * 10^{-4}m/s$$

- **Cálculo de la velocidad de arrastre**

$$v_a = 125 * [(\rho_P - \rho_F) * \phi_D]^{1/2} \quad \text{Ecuación 36}$$

$$v_a = 125 * [(2,65g/cm^3 - 0,997g/cm^3) * 0,003cm]^{1/2}$$

$$v_a = 8,8025cm/s \rightarrow 0,088m/s$$

Donde $v_h < v_a$

- **Cálculo de la altura del agua del vertedero**

$$h_a = \left(\frac{Q}{1,84 * b} \right)^{2/3} \quad \text{Ecuación 37}$$

$$h_a = \left(\frac{(4,46/1000)m^3/s}{1,84 * 1,3m} \right)^{2/3}$$

$$h_a = 0,015m$$

3.1.1.7 Cálculos de los lechos de secado

Tabla XVI: Datos para el cálculo de los lechos de secado.

Parámetro	Abreviatura	valor	Unidad
Sólidos totales suspendidos	SS	147	mg/L
Población futura	Pf	1696	hab
Densidad del lodo	ρ_{lodo}	1,03	Kg/L
Porcentaje de sólidos	% sólidos	13%	-
Tiempo de digestión*	Td	30	días
Profundidad de aplicación	Ha	0,4	m

Fuente: *Normas OPS/CEPIS. Lima 2005

- **Cálculo de la contribución per cápita de SS**

$$147 \frac{mg}{L} * \frac{1}{1696hab} * \frac{222.91m^3}{día} * \frac{1000L}{m^3} * \frac{1g}{1000mg} = 19,32 gSS/día$$

- **Cálculo de la carga de sólidos que ingresan al sedimentador**

$$C = \frac{Pf * CpSS}{1000} \quad \text{Ecuación 38}$$

$$C = \frac{1696 \text{ hab} * 19,32 \text{ gSS/día}}{1000}$$

$$C = 32,77 \text{ kgSS/día}$$

- **Cálculo de la masa de sólidos que conforman los lodos**

$$Msd = (0,5 * 0,7 * 0,5 * C) + (0,5 * 0,3 * C) \quad \text{Ecuación 39}$$

$$Msd = (0,5 * 0,7 * 0,5 * 32,77 \text{ kgSS/día}) + (0,5 * 0,3 * 32,77 \text{ kgSS/día})$$

$$Msd = 10,65 \text{ kgSS/día}$$

- **Cálculo del volumen diario de lodos digeridos**

$$Vld = \frac{Msd}{\rho_{lodo} * \left(\frac{\% \text{ solidos}}{100}\right)} \quad \text{Ecuación 40}$$

$$Vld = \frac{10,65 \text{ kgSS/día}}{1,03 \text{ kg/L} * \left(\frac{13}{100}\right)}$$

$$Vld = 79,54 \text{ L/día}$$

- **Cálculo del volumen de lodos a extraerse del tanque**

$$Vle = \frac{Vld * Td}{1000} \quad \text{Ecuación 41}$$

$$Vle = \frac{79,54 \text{ L/día} * 30 \text{ días}}{1000}$$

$$Vle = 2,39 \text{ m}^3$$

- **Cálculo del área del lecho de secado**

$$Als = \frac{Vle}{Ha} \quad \text{Ecuación 42}$$
$$Als = \frac{2,39 \text{ m}^3}{0,4\text{m}}$$
$$Als = 5,98 \text{ m}^2$$

- **Cálculo del área individual de los lechos de secado (Ali)**

$$Ali = \frac{Als}{\# \text{ de lechos}} \quad \text{Ecuación 43}$$
$$Ali = \frac{5,98 \text{ m}^2}{2} = 3 \text{ m}^2$$

- **Cálculo de la longitud de los lechos de secado (L_{ls}) asumiendo un ancho (B) de 1,5m**

$$L_{ls} = \frac{Ali}{B} \quad \text{Ecuación 44}$$
$$L_{ls} = \frac{3 \text{ m}^2}{1,5\text{m}}$$
$$L_{ls} = 2 \text{ m}$$

3.1.1.8 Cálculo de Humedales de flujo subsuperficial

Tabla XVII: Datos para el cálculo de los humedales de flujo subsuperficial.

PARÁMETROS	ABREVIATURA	VALOR	UNIDAD
DBO del afluente (luego de tratamiento secundario)*	Co	31,16	g/m ³ o mg/L
DBO del efluente	C	20	g/m ³ o mg/L
Profundidad del humedal	H	0.6	m
Porosidad de la estructura con plantas	N	35%	-
Temperatura del agua	T	23,07	°C
Temperatura del humedal	T ₂	22,07	°C
Pendiente	S	0,5%	-
Conductividad hidráulica	Ks	10000	m/día
Caudal	Q	222,91	m ³ /día
Pendiente	S	0,5%	-

Fuente: *U.S. EPA, 1993

- Cálculo de la constante de reacción de primer orden

$$K_T = 1,104 * 1,06^{T_2-20} \quad \text{Ecuación 46}$$

$$K_T = 1,104 * 1,06^{22,07-20}$$

$$K_T = 1,25$$

- Cálculo del área superficial del humedal

$$AS = \frac{Q * \ln\left(\frac{C_o}{C}\right)}{K_T * h * n} \quad \text{Ecuación 45}$$

$$AS = \frac{222,91 \text{ m}^3/\text{s} * \ln\left(\frac{31,16 \text{ mg/L}}{20 \text{ mg/L}}\right)}{1,25 * 0,6 \text{ m} * 0,35}$$

$$AS = 376,53 \text{ m}^2$$

- **Cálculo del área vertical del humedal**

$$A_c = \frac{Q}{Ks * S} \quad \text{Ecuación 47}$$
$$A_c = \frac{222,91m^3/s}{\left(10000 * \frac{1}{3}\right) m/día * (5 * 10^{-3}m/m)}$$
$$A_c = 13,38 m^2$$

- **Cálculo del ancho del humedal**

$$W = \frac{A_c}{h} \quad \text{Ecuación 48}$$
$$W = \frac{13,38m^2}{0,6m}$$
$$W = 22,3m$$

- **Cálculo de la longitud del humedal**

$$L = \frac{AS}{W} \quad \text{Ecuación 49}$$
$$L = \frac{376,53m^2}{22,3m}$$
$$L = 16,9$$

Para mejor manejo del humedal se dividirá en 2 humedales, dividiendo el ancho para dos y manteniendo la altura y longitud calculada obteniendo así:

Ancho de cada humedal: $W_1 = 11,15m$

Longitud de cada humedal: $L = 16,9$

Número de humedales: $N^o = 2$

- **Cálculo de tiempo de retención hidráulico**

$$T_{RH} = \frac{AS * h * n}{Q}$$

Ecuación 50

$$T_{RH} = \frac{376,53m^2 * 0,6m * 0,35}{222,91m^3/día}$$

$$T_{RH} = 0,36días$$

3.1.2 Resultados

3.1.2.1 Resultados de la medición de caudales

En la siguiente tabla se tabulan los datos obtenidos de la medición de los caudales de la descarga de aguas residuales provenientes de la parroquia Dayuma.

Tabla XVIII: Resultados de la medición de caudales.

HORA	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO
	Caudal (L/s)					
7:00	1,51	1,43	1,76	1,55	1,54	1,4
7:30	1,43	1,54	1,43	1,74	1,48	1,43
8:00	1,43	1,35	1,42	1,33	1,43	1,75
8:30	1,55	1,54	1,54	1,82	1,63	1,61
9:00	1,44	1,86	1,65	1,51	1,83	1,75
9:30	1,42	1,54	1,77	1,62	1,61	1,38
10:00	1,40	1,78	1,78	1,62	1,74	1,84
10:30	1,54	1,78	1,38	1,49	1,69	1,48
11:00	1,62	1,43	1,54	1,83	1,33	1,51
11:30	1,46	1,36	1,86	1,48	1,38	1,38
12:00	1,59	1,42	1,53	1,41	1,36	1,46
12:30	1,54	1,74	1,86	1,56	1,46	1,34
13:00	1,75	1,57	1,54	1,74	1,38	1,61
13:30	1,64	1,43	1,48	1,75	1,74	1,39
14:00	1,64	1,63	1,79	1,35	1,40	1,56
14:30	1,54	1,67	1,83	1,90	1,74	1,72
15:00	1,83	1,65	1,52	1,79	1,54	1,56
15:30	1,80	1,75	1,79	1,74	1,43	1,48
16:00	1,74	1,90	1,51	1,63	1,40	1,38
16:30	1,72	1,82	1,71	1,61	1,46	1,43
17:00	1,76	1,45	1,63	1,83	1,75	1,60
17:30	1,42	1,35	1,38	1,62	1,39	1,35
18:00	1,64	1,68	1,63	1,37	1,62	1,38
MÍNIMO	1,4035	1,3468	1,3793	1,3514	1,3491	1,3423
MEDIO	1,5819	1,5937	1,6217	1,6229	1,5369	1,5327
MÁXIMO	1,8307	1,9048	1,8605	1,9048	1,8307	1,8391

Fuente: Calderón, Y., 2014

3.1.2.2 Resultados de la caracterización de las aguas residuales

A continuación en la tabla se indican los resultados de laboratorio LABSU obtenidos del análisis de Aguas residuales que provienen de la parroquia Dayuma, estableciendo además el límite permisible (**Anexo 9**).

Tabla XIX: Resultados de la caracterización de las aguas residuales.

PARÁMETROS ANALIZADOS	UNIDAD	PROMEDIO	LÍMITE PERMISIBLE
Potencial hidrógeno	--	7,57	5—9
Temperatura*	° C	23,07	< 35
Conductividad eléctrica	us/cm	759,93	--
Sólidos totales	mg/L	446,12	1600
Sólidos totales suspendidos	mg/L	147	100
Sólidos sedimentables	mL/L	2,14	1
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	158,41	250
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	101,43	100
Fósforo (P-PO4)	mg/L	1,55	--
Sulfatos	mg/L	46,69	1000
Nitritos (N-NO2)	mg/L	< 0,03	--
Nitratos (N-NO3)	mg/L	2,44	--
Turbiedad	NTU	37,84	--
Aceites y grasas	mg/L	1,77	0,3
Coliformes totales	col/100m L	1,24E+07	--
Coliformes fecales	col/100m L	9,61E+06	3000

Fuente: laboratorio LABSU. *Parámetro medido in situ, Calderón Y.

3.1.2.3 Resultados de caudales

Tabla XX: Resultado de caudales.

PARÁMETRO	ABREVIATURA	VALOR	UNIDAD
Caudal teórico	Q_{teo}	2,36	L/s
Caudal máximo teórico	$Q_{\text{max teórico}}$	5,82	L/s
Caudal mínimo horario	$Q_{\text{mínimo horario}}$	1,4	L/s
Caudal medio horario	$Q_{\text{medio horario}}$	1,6	L/s
Caudal máximo horario	$Q_{\text{máximo horario}}$	1,9	L/s
Caudal mínimo de diseño	$Q_{\text{mínimo}}$	1,4	L/s
Caudal medio de diseño	Q_{medio}	2,58	L/s
Caudal máximo de diseño	$Q_{\text{máximo}}$	4,46	L/s

Fuente: Calderón, Y., 2014

3.1.2.4 Resultados de temperatura in situ

La temperatura de cada una de las siete muestras analizadas se las determinó in situ con la utilización de un termómetro de mercurio graduado, el cual arrojó los siguientes datos:

Tabla XXI: Resultados de Temperatura in situ.

Nº MUESTREO	IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA	TEMPERATURA °C
1	MUESTRA 1	22
2	MUESTRA 2	23,5
3	MUESTRA 3	23
4	MUESTRA 4	21,5
5	MUESTRA 5	24,5
6	MUESTRA 6	23,5
7	MUESTRA 7	23,5
	PROMEDIO	23,07

Fuente: Calderón, Y., 2014

3.1.2.5 Resultados del dimensionamiento de las unidades físicas de la planta de tratamiento.

Los resultados obtenidos a partir de los cálculos de diseño para cada unidad de tratamiento se los establece en la siguiente tabla:

Tabla XXII: Resultados del dimensionamiento de las unidades físicas de la planta de tratamiento.

PARÁMETRO	ABREVIATURA	VALOR	UNIDAD
CANAL DE LLEGADA			
Base	b	0,5	m
Espesor	e	20	cm
Largo	L	4	m
Altura total	H _T	0,6	m
Pendiente	S	0,005	m/m
REJILLAS			
Longitud de los barrotes	L	0,78	m
Número de barrotes	Nb	13	-
Pérdida de energía	hf	0,18	m
Ángulo de inclinación de los barrotes		50°	-
Diámetro de barrotes	e	10	mm
Separación entre barrotes	s	25	mm
TRAMPA DE GRASAS			
ancho de la trampa de grasas propuesto	B	1,5	m
Longitud de la trampa de grasas	L	1,5	m
altura de la trampa de grasas	H	2	m
Tiempo de retención	TR	17	min
SEDIMENTADOR			
ZONA DE ENTRADA			
Área total de los orificios	A _o	0,045	m ²
Área del orificio	a _o	1,96*10 ⁻³	m ²
Número de orificios	n _o	23	-
Ancho de la pantalla	B	1,3	m
Ángulo de ensanchado de cada orificio	α	15°	-
Distancia entre la pantalla difusora y la pared de entrada	Lpd	1	m
ZONA DE SEDIMENTACIÓN			
Ancho del sedimentador	B	1,3	m
largo del tanque	L	3,8	m
largo total del sedimentador	LT	4,8	m
Profundidad del sedimentador	H	1,8	m

Velocidad de sedimentación	Vs	78,71	m/día
Área superficial	As	5	m ²
Periodo de retención hidráulico	PRH	42	min
Volumen del tanque	Vol	11,23	m ³
Velocidad horizontal	Vh	8,92*10- 4	m/s
Velocidad de arrastre	Va	0,088	m/s
Pendiente en el fondo	-	9°	-
ZONA DE SALIDA			
Altura del agua del vertedero	ha	0,015	m
LECHOS DE SECADO			
Volumen diario de lodos digeridos	Vld	79,54	L/día
Volumen de lodos a extraerse del tanque	Vle	2,39	m ³
Área del lecho de secado	Als	5,98	m ²
Área individual de los lechos de secado	Ali	3	m ²
Número de lechos de secado	# de lechos	2	-
Longitud de los lechos de secado	Lls	2	m
Ancho del cada lecho de secado (propuesto)	B	1,5	m
Altura del lecho de secado	Ha	0,4	m
HUMEDALES DE FLUJO SUBSUPERFICIAL			
Área superficial del humedal	AS	376,53	m ²
Área vertical del humedal	Ac	13,38	m ²
número de humedales	N°	2	-
Ancho de cada humedal	W ₁	11,15	m
Longitud de cada humedal	L	16,9	m
Pendiente	S	0,5	%
Profundidad del humedal	h	0,6	m
*Longitud de entrada con grava	-	2	m
*Longitud de zona de salida con grava	-	1	m

Fuente: Calderón, Y., 2014 *MMAyA⁽¹³⁾.

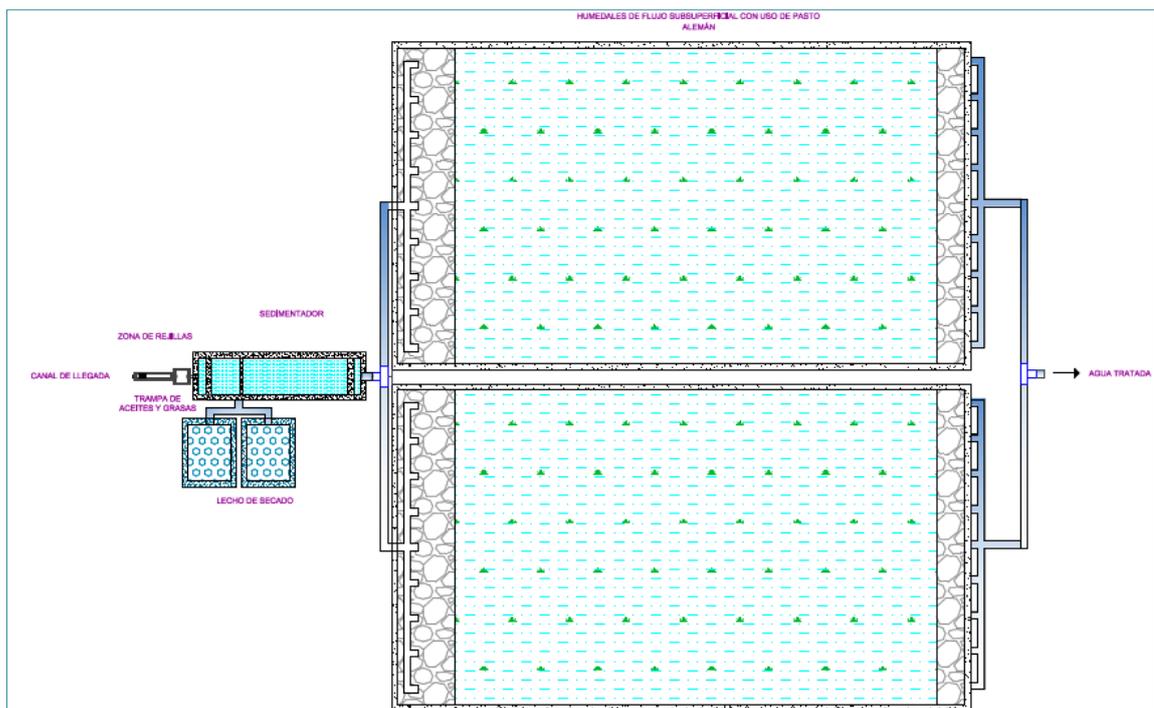
¹³ Guía Técnica de diseño y Ejecución de Proyectos de Agua y saneamiento con tecnologías alternativas <http://saludpublica.bvsp.org.bo/textocompleto/bvsp/boxp68/guia-tecnica-agua.pdf>

3.2 PROPUESTA

Con la caracterización del Agua Residual de la parroquia Dayuma se demuestra que ciertos parámetros no cumplen con la normativa ambiental vigente establecido en el (Anexo 9), siendo los mismos: Sólidos totales suspendidos, sólidos sedimentables, Aceites y grasas, DBO₅ y Coliformes fecales.

El diseño de la presente Planta de Tratamiento está diseñada en base a los parámetros que se encuentran fuera del límite permisible con la finalidad de que los mismos sean reducidos a un valor que se encuentre dentro de los límites permisibles y lograr así el cumplimiento de la legislación ambiental a través de la reducción de la carga contaminante. La planta propuesta está conformada por las unidades de tratamiento indicadas a continuación y en los (Anexos 11-15):

Figura N° 6: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales propuesta.



Fuente: Calderón, Y., 2014. (Anexo 15)

3.3 RENDIMIENTO DEL PROCESO DE DEPURACIÓN

El rendimiento del proceso de depuración de la planta está basado fundamentalmente en los parámetros que se encuentran fuera del límite, cuyos valores se expresan a continuación:

Tabla XXIII: Parámetros fuera de los límites permisibles de la Normativa Ambiental.

PARÁMETRO	CONCENTRACIÓN	UNIDAD
Sólidos totales suspendidos	147	mg/L
Sólidos sedimentables	2,14	mL/L
Demanda Bioquímica de Oxígeno	101,43	mg/L
Aceites y grasas	1,77	mg/L
Coliformes fecales	9,61E+06	col/100mL

Fuente: laboratorio LABSU., 2014.

Para el cálculo del rendimiento se aplican las ecuaciones 51 y 52

3.3.1 Rendimiento del pre tratamiento

Teóricamente el proceso de cribado remueve alrededor del 3 al 5% de sólidos suspendidos, para el resto de parámetros el porcentaje de remoción es despreciable.⁽¹⁴⁾

Remoción de sólidos suspendidos

$$S_e = 147mg/L - \left(147mg/L * \frac{3\%}{100\%} \right) \quad \text{Ecuación 52}$$
$$S_e = 142,59 mg/L$$

3.3.2 Rendimiento del tratamiento primario

Mediante el tratamiento primario se remueve alrededor del 30 a 40% de DBO₅, 50 a 65% de sólidos suspendidos y sólidos sedimentables, 70% de aceites y grasas y la remoción para microorganismos patógenos es despreciable.

- **Remoción de DBO₅**

$$S_e = 101,43 \text{ mg/L} - \left(101,43 \text{ mg/L} * \frac{30 \%}{100\%} \right)$$
$$S_e = 71 \text{ mg/L}$$

- **Remoción de sólidos suspendidos**

$$S_e = 142,59 \text{ mg/L} - \left(142,59 \text{ mg/L} * \frac{50 \%}{100\%} \right)$$
$$S_e = 71,3 \text{ mg/L}$$

- **Remoción de sólidos sedimentables**

$$S_e = 2,14 \text{ mL/L} - \left(2,14 \text{ mL/L} * \frac{50 \%}{100\%} \right)$$
$$S_e = 1,07 \text{ mL/L}$$

- **Remoción de aceites y grasas**

$$S_e = 1,77 \text{ mg/L} - \left(1,77 \text{ mg/L} * \frac{70\%}{100\%} \right)$$
$$S_e = 0,53 \text{ mg/L}$$

3.3.3 Rendimiento del tratamiento secundario

Mediante este tratamiento se remueve alrededor del 65 a 80% de DBO₅, 60 a 70% de sólidos suspendidos y sólidos sedimentables 70% de aceites y grasas y para microorganismos patógenos es despreciable.

- **Remoción de DBO₅**

$$S_e = 71 \text{ mg/L} - \left(71 \text{ mg/L} * \frac{75 \%}{100\%} \right)$$
$$S_e = 17,75 \text{ mg/L}$$

- **Remoción de sólidos suspendidos**

$$S_e = 71,3 \text{ mg/L} - \left(71,3 \text{ mg/L} * \frac{60\%}{100\%} \right)$$

$$S_e = 28,52 \text{ mg/L}$$

- **Remoción de sólidos sedimentables**

$$S_e = 1,07 \text{ mL/L} - \left(1,07 \text{ mL/L} * \frac{60\%}{100\%} \right)$$

$$S_e = 0,43 \text{ mL/L}$$

- **Remoción de aceites y grasas**

$$S_e = 0,53 \text{ mg/L} - \left(0,53 \text{ mg/L} * \frac{70\%}{100\%} \right)$$

$$S_e = 0,16 \text{ mg/L}$$

3.3.4 Rendimiento general de la planta de tratamiento

El rendimiento general de la planta va a depender de la concentración del contaminante en el afluente cuyo valor es obtenido de la caracterización del agua residual y la concentración del efluente, el mismo que fue calculado para cada uno de los tratamientos tomando en cuenta los valores finales del último nivel de tratamiento (tratamiento secundario) en base a los parámetros que están fuera de límite establecido en la norma. Se aplica la ecuación 51

- **Eficiencia general de remoción para DBOs:**

$$ET = \frac{101,43 \text{ mg/L} - 17,75 \text{ mg/L}}{101,43 \text{ mg/L}} * 100 \quad \text{Ecuación 51}$$

$$ET = 82,5\%$$

- **Eficiencia general de remoción para sólidos suspendidos:**

$$ET = \frac{147\text{mg/L} - 28,52\text{mg/L}}{147\text{mg/L}} * 100$$
$$ET = 80,6\%$$

- **Eficiencia general de remoción para sólidos sedimentables:**

$$ET = \frac{2,14\text{mL/L} - 0,43\text{mL/L}}{2,14\text{mL/L}} * 100$$
$$ET = 79,90\%$$

- **Eficiencia general de remoción para aceites y grasas:**

$$ET = \frac{1,77\text{mg/L} - 0,16\text{mg/L}}{1,77\text{mg/L}} * 100$$
$$ET = 90,96\%$$

3.4 EFICIENCIA TOTAL DE LA PLANTA Y VERIFICACIÓN DEL CUMPLIMIENTO DE LA NORMATIVA AMBIENTAL

En la tabla descrita a continuación se establece la eficiencia de la planta y la comparación de los parámetros con concentración inicial (obtenida de análisis de laboratorio) y final (obtenida con la planta de tratamiento propuesta) con los límites establecidos por el Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente (TULSMA), libro VI – anexo 1: Tabla #12:

Tabla XXIV: Eficiencia total de la planta y verificación del cumplimiento de la normativa ambiental.

Parámetro	Concentración Inicial	Concentración final	Límite permisible	Eficiencia general	Cumplimiento
Sólidos suspendidos	147 mg/L	28,52 mg/L	100 mg/L	82,50%	Cumple
Sólidos sedimentables	2,14 mL/L	0,43 mL/L	1 mL/L	80,60%	Cumple
Demanda Bioquímica de Oxígeno	101,43 mg/L	17,75 mg/L	100 mg/L	79,90%	Cumple
Aceites y grasas	1,77 mg/L	0,16 mg/L	0,3 mg/L	90,96%	Cumple

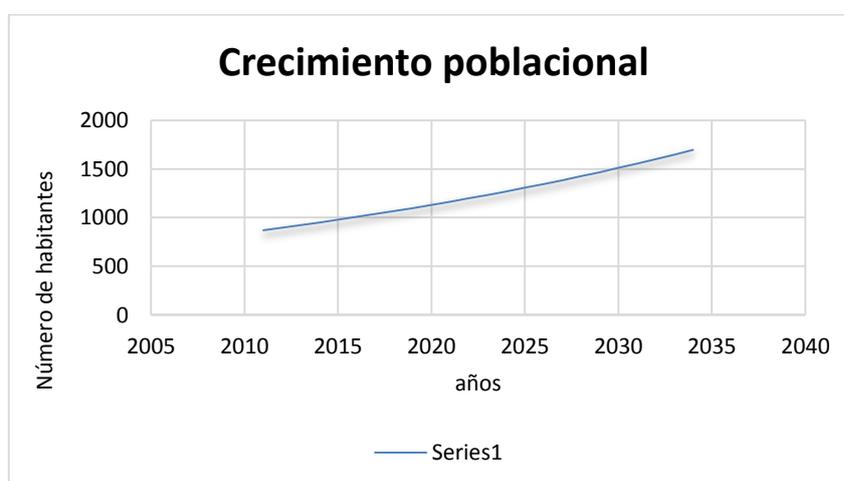
Fuente: Calderón, Y., 2014

3.5 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

– Población de diseño

Para el cálculo de la población de diseño se empleó el método geométrico para la determinación de la población futura del área en estudio.

Gráfico N° 1: Crecimiento poblacional de Dayuma.



Fuente: Calderón., Y. 2014.

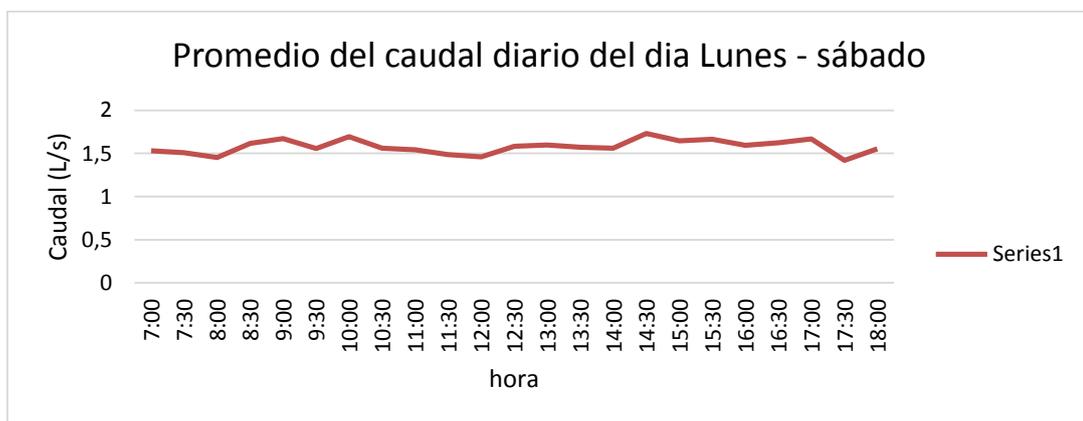
Para un periodo de diseño de 23 años con un índice anual de crecimiento de 2,94%, la población futura correspondiente a la parroquia Dayuma es de 1696 habitantes, como se muestra en la Gráfica N° 1.

La población de diseño corresponde a más de 1000 habitantes, teniendo en cuenta éste valor para establecer criterios de diseño.

– **Medición de caudales**

La medición de caudales fue llevada a cabo durante seis días consecutivos: lunes, martes, miércoles, jueves, viernes y sábado de 07h00 a 18h00 cada 30 minutos mediante el método volumétrico.

Gráfico N° 2: Caudal promedio obtenido desde el día lunes a sábado.



Fuente: Calderón., Y. 2014.

En la gráfica se muestran los resultados que se obtuvieron en la medición de caudal éste tiene una variación mínima y una diferencia a lo largo del día poco significativa por lo que no hubo la necesidad de la medición de más caudales, el caudal promedio obtenido en los aforos fue de 1,6 L/s. Para mejor visualización de los resultados diarios (**Anexo 6**).

– **Dimensionamiento de las unidades físicas**

El dimensionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales se basa en los resultados de los análisis obtenidos del laboratorio, medición de caudales, población y fundamentación teórica. El sistema de tratamiento propuesto para la parroquia Dayuma se expone a continuación:

- **Canal de llegada**

El canal de llegada fue diseñado con hormigón de forma rectangular con un coeficiente de rugosidad de 0,013 y una pendiente de 0,5%.

Su diseño tiene la finalidad de recibir el agua que llega directamente del alcantarillado mediante una tubería de PVC de 250mm de diámetro su dimensionamiento favorece las condiciones para que el agua mantenga una velocidad entre 0.6 m/s y 2.5 m/s.

- **Rejillas**

Se diseñó una rejilla de limpieza manual compuesta por 13 barrotes que están ubicadas a 0,09m de la entrada en el canal de llegada. Al ubicarse en el canal de llegada estas tienen el mismo ancho del canal de llegada que es de 0,5m con un ángulo de inclinación de 50° respecto a la horizontal y una longitud de 0,78m su objetivo es retener sólidos de mayor tamaño por esta razón se encuentran ubicadas a la llegada.

- **Trampa de grasas**

Se diseñó una trampa de grasas debido a la presencia de aceites y grasas en concentraciones superiores al límite permisible, ésta se encuentra después del canal de llegada. La trampa de grasas diseñada tiene un ancho de 1,5m una longitud de 2m y una profundidad de 1,5m el ingreso del agua a esta unidad es mediante un codo de 90°, y tubería de 250mm de diámetro y a la salida con tubería en forma de T de PVC.

- **Sedimentador**

Se diseñó un sedimentador de sección rectangular con una pendiente en el fondo de 9° con flujo horizontal. El sedimentador dispone de cuatro zonas independientes: zona de entrada, pantalla difusora, zona de sedimentación y zona de salida, siendo la velocidad horizontal de $8,92 \times 10^{-4}$ m/s menor que la velocidad de arrastre de 0,088m/s logrando así que las partículas que ya han sido sedimentadas no sean arrastradas.

- **Lecho de secado**

Se diseñó dos lechos de secado con un volumen total de 2,39m³.

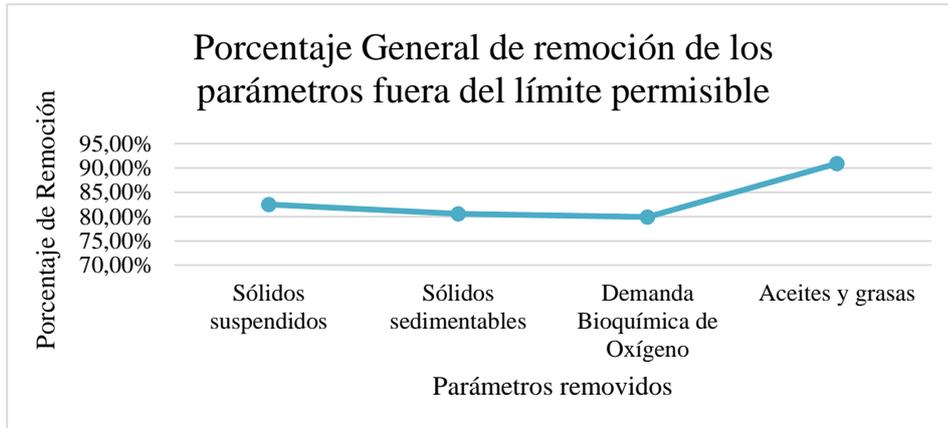
Los lodos se secarán de manera natural, el material filtrante en el fondo del tanque está compuesto por grava y arena su objetivo principal es filtrar algún residuo de agua presente en el lodo y evitar la contaminación.

- **Humedales de flujo subsuperficial**

Se diseñaron dos humedales para la depuración del agua residual proveniente de las unidades antes mencionadas. La remoción de la carga contaminante de los humedales va ser llevado a cabo mediante la utilización de plantas de pasto alemán, debido a su desarrollo y acondicionamiento en el clima del área en estudio, se dispone de humedales cuya profundidad es de 0,6m con un tiempo de retención de 0,36 días.

– **Planta de tratamiento de Aguas Residuales**

Gráfico N° 3: Porcentaje general de remoción de los parámetros fuera del límite permisible



Fuente: Calderón., Y. 2014

En la gráfica se observa la eficiencia general de la planta diseñada en base a cada parámetro encontrado fuera de límite, logrando un grado de eficiencia alto del tratamiento de aguas residuales.

CAPÍTULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

- Se caracterizó física-química y microbiológicamente el agua residual proveniente de la parroquia Dayuma, siendo los parámetros que se encuentran fuera del límite permisible: Sólidos totales suspendidos (147mg/L), sólidos sedimentables (2,14mg/L), Aceites y grasas (1,77mg/L), DBO₅ (101,43mg/L) y Coliformes fecales ($9,61 \cdot 10^6$ col/100mL).
- Se determinó el caudal de las aguas residuales en la descarga de alcantarillado mediante el método volumétrico dando como resultado un caudal promedio de 1,6 L/s, un caudal mínimo de 1,4L/s y un caudal máximo de 1,9L/s.
- El dimensionamiento de la planta de tratamiento se realizó según criterios de diseño y ecuaciones sugeridas por normas y guías de diseño para tratamiento de aguas residuales, ocupando un área total de 0,08 hectáreas.
- Se diseñó la planta de tratamiento de aguas residuales para la parroquia Dayuma demostrando teóricamente que resulta eficiente para bajar la concentración de los contaminantes por medio de un sistema de unidades que incluye: canal de llegada, rejillas, trampa de grasas, sedimentador de flujo horizontal y dos humedales de flujo subsuperficial simétricos utilizando pasto alemán.

4.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda que el terreno de los humedales sea impermeabilizado con geomembrana para evitar la infiltración y con ello prevenir contaminaciones subterráneas.
- En el caso de que se desee adicionar un tratamiento de cloración o tratamiento terciario realizar la caracterización del agua y analizar la disponibilidad de terreno para dicho proceso.
- Para un correcto manejo de los lodos proveniente de los lechos de secado es necesario la extracción periódica de los mismos ya que al almacenarlos por mucho tiempo éstos pueden compactarse, descomponerse o generar malos olores.
- Siendo la limpieza manual de las rejillas se recomienda que sea frecuente para evitar la acumulación de cantidades significativas de sólidos.
- Para lograr una eficiencia y un correcto funcionamiento de la planta se sugiere a la junta parroquial de Dayuma en caso de que se crearan industrias, u otro tipo de actividad que generen descargas adicionales, se controle su pretratamiento antes de la descarga al alcantarillado.

BIBLIOGRAFÍA

(1) **ARELLANO, Alfonso.** Tratamiento de Aguas Residuales. 2ed. Riobamba – Ecuador. s.ed. 2009 pp. 2 – 29.

(2) **BOLIVIA, MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y AGUA (MMAyA),** Guía Técnica de diseño y Ejecución de proyectos de Agua y Saneamiento con Tecnologías Alternativas. pp. 453-455.

<http://saludpublica.bvsp.org.bo/textocompleto/bvsp/boxp68/guia-tecnica-agua.pdf>

2013/12/13

(3) **COLOMBIA, MINISTERIO DE DESARROLLO ECONÓMICO.** Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS 2000). Sección II – Título E: Tratamiento de Aguas Residuales. Dirección de Agua Potable y Saneamiento Básico. Bogotá D.C. – Colombia. 2000. pp. 17 – 25, 50,

(4) **CUENCA, Luis. VILLA, Mercedes.** Estudio, Diseño y Selección de la tecnología adecuada para el Tratamiento de Aguas Residuales de la ciudad de Pindal por un Método Natural. (Tesis). (Ing. Civil). Universidad Técnica Particular de Loja. Escuela de Ingeniería Civil. Loja – Ecuador. 2010. pp. 98 – 101, 118 – 158.

<http://dspace.utpl.edu.ec/jspui/handle/123456789/381>

2014/01/14

(5) **DEAS, Guido., González Orestes.** Metodología para el diseño de humedales con flujo subsuperficial horizontal. (Ingeniería Hidráulica y ambiental). (Cuba). No. 1., Vol. XXXII., pp 66-67. Enero – Abril 2011.

http://revistascientificas.cujae.edu.cu/.%5CRevistas%5CHidraulica%5CVol-XXXII%5C1-2011%5C61-70_Metodologia_para_el.pdf

2013/12/15

(6) **DELGADILLO, Oscar. Y otros.** Depuración de Aguas Residuales por medio de humedales artificiales. Nelson Antequera. Cochapamba – Bolivia. 2010. pp. 31 – 34.

(7) ECUADOR, INSTITUTO ECUATORIANO DE OBRAS SANITARIAS (EX – IEOS)., Normas para estudio y Diseño de Sistemas de Agua Potable y disposición de aguas residuales para poblaciones mayores a 1000 habitantes., Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales., Décima Parte., Quito – Ecuador., 1993., pp. 356.

(8) ECUADOR, MINISTERIO DE AMBIENTE., Texto Unificado de Legislación Ambiental., Libro VI – Anexo #1: Norma de Calidad Ambiental y descarga de efluentes: Recurso Agua., Quito – Ecuador., 2010., pp. 330.

(9) METCALF y EDDY, Inc.,Ingeniería de Aguas Residuales: Tratamiento, Vertido y Reutilización., 3a.ed., Madrid – España., McGraw-Hill., 1995., pp. 41 - 60, 95 – 102.

(10) PERÚ, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD – ÁREA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y SALUD AMBIENTAL – CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE (CEPIS/OPS)., Guía para el Diseño de Desarenadores y Sedimentadores., Editoria CEPIS., Lima – Peru., 2005., pp. 16-27.

(11) PERÚ, ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD – ÁREA DE DESARROLLO SOSTENIBLE Y SALUD AMBIENTAL – CENTRO PANAMERICANO DE INGENIERÍA SANITARIA Y CIENCIAS DEL AMBIENTE (CEPIS/OPS)., Especificaciones Técnicas para el Diseño de Trampa de Grasa., Editoria CEPIS., Lima – Peru., 2003., pp. 7-10

(12) ROJAS, R., Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales., CEPIS/OPS-OMS., Curso Internacional Gestión Integral de Tratamiento de Aguas Residuales., Ministerio de Comercio Exterior y Turismo., Lima – Perú., 2002., pp. 11.

(13) ZAMBRANO, Colombo., SALTOS, Xavier., Diseño del Sistema de Tratamiento para la Depuración de las Aguas Residuales Domésticas de la Población San Eloy en la Provincia de Manabí por medio de un Sistema de Tratamiento Natural Compuesto por un Humedal Artificial de Flujo Libre. (Tesis). (Ing. Civil).Escuela Superior Politécnica del Litoral. Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra. Escuela de Ingeniería Civil. Guayaquil – Ecuador. 2008. pp. 41 – 45.

http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/D_Tesis_PDF/D-37989.pdf

2013/12/18

ANEXOS

ANEXO 1: FOTOS DE MEDICIÓN DE CAUDALES



ANEXO 2: FOTO DE LA DESCARGA DE AGUAS RESIDUALES



ANEXO 3: DESCARGA DE LAS AGUAS RESIDUALES



ANEXO 4: ETIQUETADO DE LAS MUESTRAS



ANEXO 5: PRESERVACIÓN DE LAS MUESTRAS

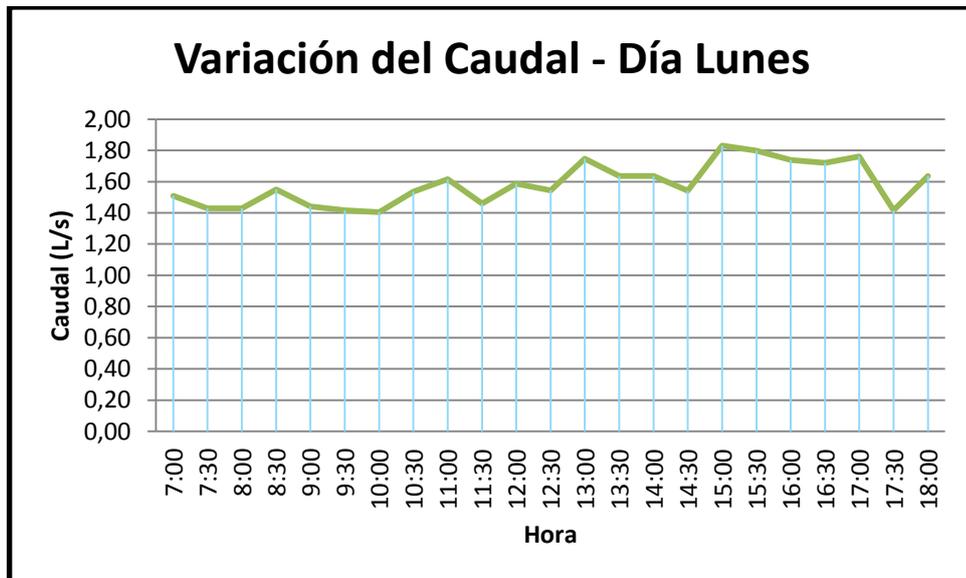


ANEXO 6: RESULTADOS DE LA MEDICIÓN DEL CAUDAL PARA CADA DÍA

NÚMERO	HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL DÍA LUNES (L/s)	CAUDAL (m3/s)
1	7:00	8	5,30	1,51	0,0015
2	7:30	8	5,60	1,43	0,0014
3	8:00	8	5,60	1,43	0,0014
4	8:30	8	5,16	1,55	0,0016
5	9:00	8	5,55	1,44	0,0014
6	9:30	8	5,65	1,42	0,0014
7	10:00	8	5,70	1,40	0,0014
8	10:30	8	5,21	1,54	0,0015
9	11:00	8	4,95	1,62	0,0016
10	11:30	8	5,48	1,46	0,0015
11	12:00	8	5,04	1,59	0,0016
12	12:30	8	5,18	1,54	0,0015
13	13:00	8	4,58	1,75	0,0017
14	13:30	8	4,89	1,64	0,0016
15	14:00	8	4,89	1,64	0,0016
16	14:30	8	5,19	1,54	0,0015
17	15:00	8	4,37	1,83	0,0018
18	15:30	8	4,45	1,80	0,0018
19	16:00	8	4,60	1,74	0,0017
20	16:30	8	4,65	1,72	0,0017
21	17:00	8	4,54	1,76	0,0018
22	17:30	8	5,65	1,42	0,0014
23	18:00	8	4,89	1,64	0,0016

CAUDAL MÍNIMO (L/s)	1,4035
CAUDAL MEDIO (L/s)	1,5819
CAUDAL MÁXIMO: (L/s)	1,8307

Gráfico N° 4: Variación del caudal del día Lunes.

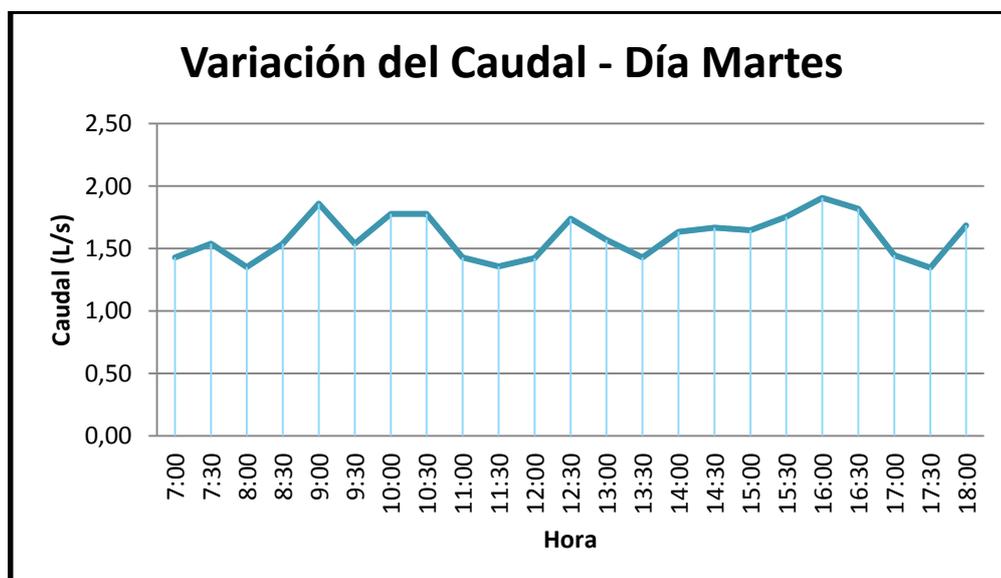


Fuente: Calderón, Y., 2014.

NÚMERO	HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL DÍA MARTES (L/s)	CAUDAL (m3/s)
1	7:00	8	5,60	1,43	0,0014
2	7:30	8	5,20	1,54	0,0015
3	8:00	8	5,92	1,35	0,0014
4	8:30	8	5,20	1,54	0,0015
5	9:00	8	4,30	1,86	0,0019
6	9:30	8	5,20	1,54	0,0015
7	10:00	8	4,50	1,78	0,0018
8	10:30	8	4,50	1,78	0,0018
9	11:00	8	5,60	1,43	0,0014
10	11:30	8	5,90	1,36	0,0014
11	12:00	8	5,62	1,42	0,0014
12	12:30	8	4,60	1,74	0,0017
13	13:00	8	5,10	1,57	0,0016
14	13:30	8	5,60	1,43	0,0014
15	14:00	8	4,90	1,63	0,0016
16	14:30	8	4,80	1,67	0,0017
17	15:00	8	4,86	1,65	0,0016
18	15:30	8	4,56	1,75	0,0018
19	16:00	8	4,20	1,90	0,0019
20	16:30	8	4,40	1,82	0,0018
21	17:00	8	5,53	1,45	0,0014
22	17:30	8	5,94	1,35	0,0013
23	18:00	8	4,75	1,68	0,0017

CAUDAL MÍNIMO (L/s)	1,3468
CAUDAL MEDIO (L/s)	1,5937
CAUDAL MÁXIMO: (L/s)	1,9048

Gráfico N° 5: Variación del caudal del día Martes.

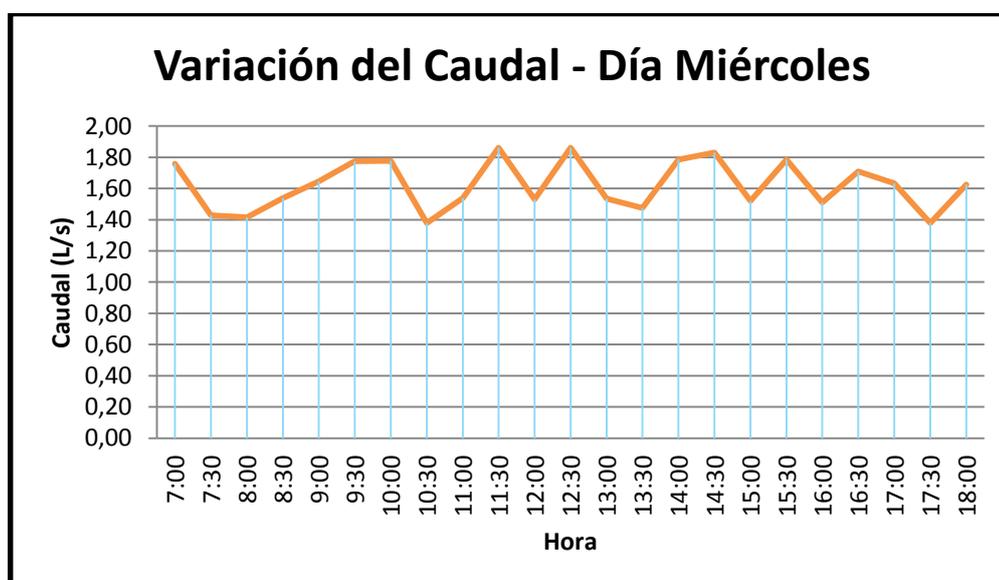


Fuente: Calderón, Y., 2014.

NÚMERO	HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL DÍA MIÉRCOLES (L/s)	CAUDAL (m3/s)
1	7:00	8	4,55	1,76	0,0018
2	7:30	8	5,60	1,43	0,0014
3	8:00	8	5,65	1,42	0,0014
4	8:30	8	5,20	1,54	0,0015
5	9:00	8	4,86	1,65	0,0016
6	9:30	8	4,51	1,77	0,0018
7	10:00	8	4,50	1,78	0,0018
8	10:30	8	5,80	1,38	0,0014
9	11:00	8	5,20	1,54	0,0015
10	11:30	8	4,30	1,86	0,0019
11	12:00	8	5,23	1,53	0,0015
12	12:30	8	4,30	1,86	0,0019
13	13:00	8	5,21	1,54	0,0015
14	13:30	8	5,42	1,48	0,0015
15	14:00	8	4,48	1,79	0,0018
16	14:30	8	4,37	1,83	0,0018
17	15:00	8	5,26	1,52	0,0015
18	15:30	8	4,48	1,79	0,0018
19	16:00	8	5,30	1,51	0,0015
20	16:30	8	4,68	1,71	0,0017
21	17:00	8	4,90	1,63	0,0016
22	17:30	8	5,80	1,38	0,0014
23	18:00	8	4,92	1,63	0,0016

CAUDAL MÍNIMO (L/s)	1,3793
CAUDAL MEDIO (L/s)	1,6217
CAUDAL MÁXIMO: (L/s)	1,8605

Gráfico N° 6: Variación del caudal del día Miércoles.

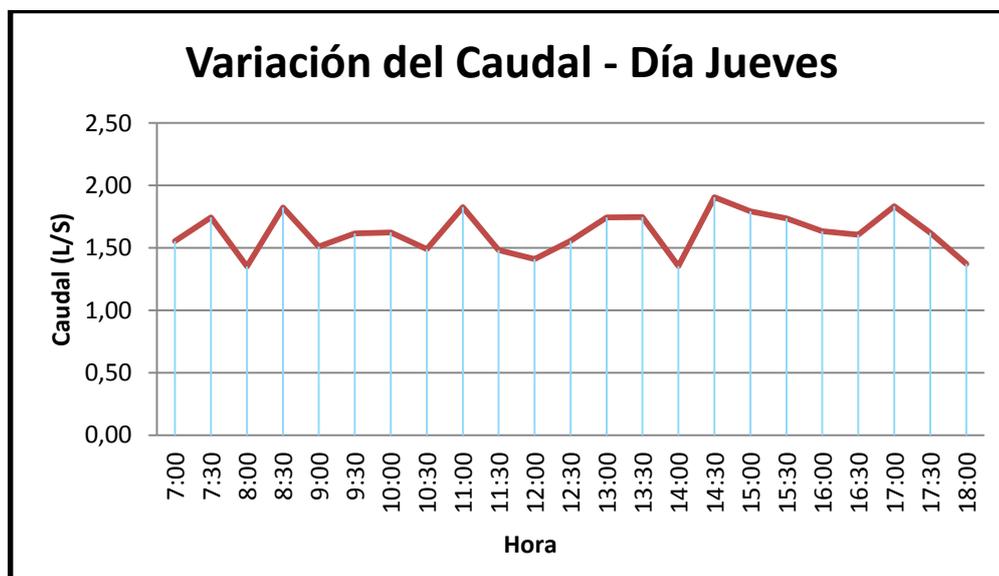


Fuente: Calderón, Y., 2014.

NÚMERO	HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL DEL DÍA JUEVES (L/s)	CAUDAL (m3/s)
1	7:00	8	5,15	1,55	0,0016
2	7:30	8	4,59	1,74	0,0017
3	8:00	8	5,92	1,35	0,0014
4	8:30	8	4,39	1,82	0,0018
5	9:00	8	5,30	1,51	0,0015
6	9:30	8	4,95	1,62	0,0016
7	10:00	8	4,93	1,62	0,0016
8	10:30	8	5,37	1,49	0,0015
9	11:00	8	4,38	1,83	0,0018
10	11:30	8	5,40	1,48	0,0015
11	12:00	8	5,67	1,41	0,0014
12	12:30	8	5,14	1,56	0,0016
13	13:00	8	4,59	1,74	0,0017
14	13:30	8	4,58	1,75	0,0017
15	14:00	8	5,91	1,35	0,0014
16	14:30	8	4,20	1,90	0,0019
17	15:00	8	4,46	1,79	0,0018
18	15:30	8	4,61	1,74	0,0017
19	16:00	8	4,90	1,63	0,0016
20	16:30	8	4,98	1,61	0,0016
21	17:00	8	4,36	1,83	0,0018
22	17:30	8	4,94	1,62	0,0016
23	18:00	8	5,83	1,37	0,0014

CAUDAL MÍNIMO (L/s)	1,3514
CAUDAL MEDIO (L/s)	1,6229
CAUDAL MÁXIMO: (L/s)	1,9048

Gráfico N° 7: Variación del caudal del día Jueves.

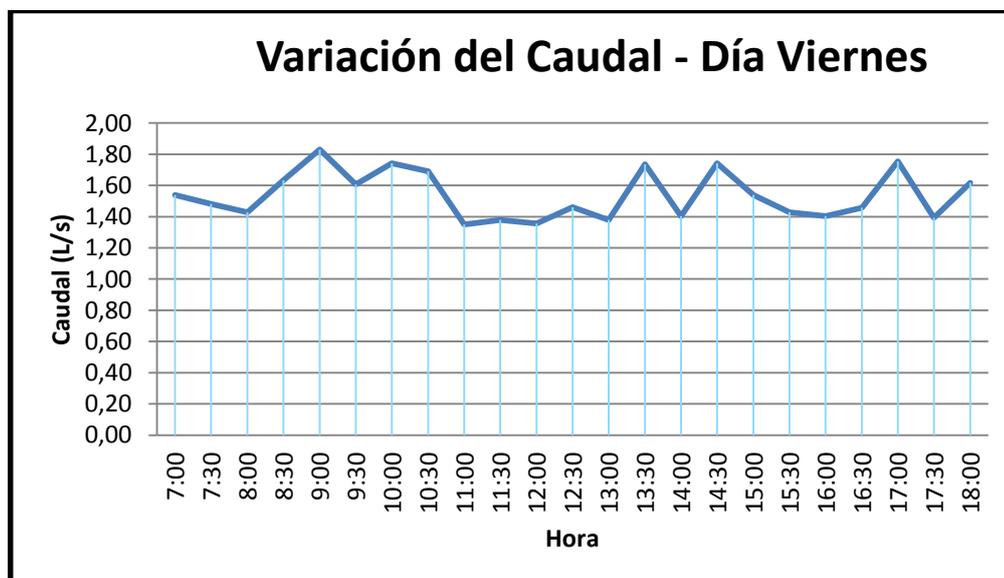


Fuente: Calderón, Y., 2014.

NÚMERO	HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL DEL DÍA VIERNES (L/s)	CAUDAL (m3/s)
1	7:00	8	5,20	1,54	0,0015
2	7:30	8	5,40	1,48	0,0015
3	8:00	8	5,60	1,43	0,0014
4	8:30	8	4,90	1,63	0,0016
5	9:00	8	4,37	1,83	0,0018
6	9:30	8	4,98	1,61	0,0016
7	10:00	8	4,59	1,74	0,0017
8	10:30	8	4,73	1,69	0,0017
9	11:00	8	5,93	1,35	0,0013
10	11:30	8	5,80	1,38	0,0014
11	12:00	8	5,90	1,36	0,0014
12	12:30	8	5,48	1,46	0,0015
13	13:00	8	5,80	1,38	0,0014
14	13:30	8	4,61	1,74	0,0017
15	14:00	8	5,70	1,40	0,0014
16	14:30	8	4,59	1,74	0,0017
17	15:00	8	5,20	1,54	0,0015
18	15:30	8	5,60	1,43	0,0014
19	16:00	8	5,70	1,40	0,0014
20	16:30	8	5,49	1,46	0,0015
21	17:00	8	4,56	1,75	0,0018
22	17:30	8	5,74	1,39	0,0014
23	18:00	8	4,95	1,62	0,0016

CAUDAL MÍNIMO (L/s)	1,3491
CAUDAL MEDIO (L/s)	1,5369
CAUDAL MÁXIMO: (L/s)	1,8307

Gráfico N° 8: Variación del caudal del día Viernes.

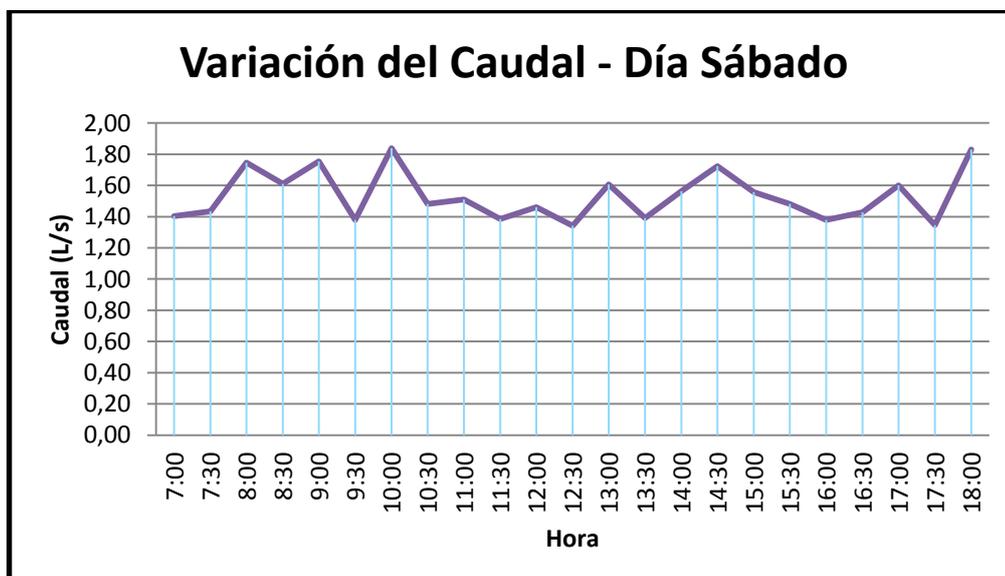


Fuente: Calderón, Y., 2014.

NÚMERO	HORA	VOLUMEN (L)	TIEMPO (s)	CAUDAL DEL DÍA VIERNES (L/s)	CAUDAL (m3/s)
1	7:00	8	5,70	1,40	0,0014
2	7:30	8	5,58	1,43	0,0014
3	8:00	8	4,58	1,75	0,0017
4	8:30	8	4,97	1,61	0,0016
5	9:00	8	4,56	1,75	0,0018
6	9:30	8	5,80	1,38	0,0014
7	10:00	8	4,35	1,84	0,0018
8	10:30	8	5,40	1,48	0,0015
9	11:00	8	5,30	1,51	0,0015
10	11:30	8	5,78	1,38	0,0014
11	12:00	8	5,48	1,46	0,0015
12	12:30	8	5,96	1,34	0,0013
13	13:00	8	4,98	1,61	0,0016
14	13:30	8	5,75	1,39	0,0014
15	14:00	8	5,12	1,56	0,0016
16	14:30	8	4,64	1,72	0,0017
17	15:00	8	5,14	1,56	0,0016
18	15:30	8	5,40	1,48	0,0015
19	16:00	8	5,80	1,38	0,0014
20	16:30	8	5,60	1,43	0,0014
21	17:00	8	5,00	1,60	0,0016
22	17:30	8	5,94	1,35	0,0013
23	18:00	8	4,37	1,83	0,0018

CAUDAL MÍNIMO (L/s)	1,3423
CAUDAL MEDIO (L/s)	1,5327
CAUDAL MÁXIMO: (L/s)	1,8391

Gráfico N° 9: Variación del caudal del día Sábado.



Fuente: Calderón, Y., 2014.

ANEXO 7: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS FÍSICOS, QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS.

 <p>Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas</p>	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fray P. de Villarquemado S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefax: (593)06- 2881105		 <p>LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 07-003</p>
	INFORME DE ENSAYO N°: 86 362		
SPS: 14 – 1 629	Análisis de agua		

Coca, 18 de marzo de 2014

Srta. Yuly Calderón.

Dirección: Coca, Barrio Paraíso Amazónico.

1.- Datos generales:

Recogidas por Srta. Yuly Calderón.
 Fecha hora de toma de muestra 2 014 02 28 11:10.
 Fecha hora ingreso al Laboratorio 2 014 02 28 15:16.
 Fecha del análisis 2 014 02 28 a 2 014 03 16.
 Condiciones Ambientales de Análisis... T. Max. 28,5°C T. Min. 21,0°C

Código de LabSu Identificación de la muestra.

a 81 839 Muestra de Agua Residual proveniente de la Parroquia Dayuma.

Coordenadas:

X 0291444 E
 Y 9926369 N

2.- Parámetros y métodos / Referencias:

Ítem	Parámetros	Unidad	a 81 839	PEE-LABSU	Métodos / Norma Referencia	Incertidumbre (K = 2)
1	Potencial hidrógeno	~	6,74	PEE-LABSU-02	SM 4500-H+ B	± 0,02
2	Conductividad eléctrica	uS/cm	582	PEE-LABSU-03	SM 2510 B	± 5%
3	Sólidos totales	mg/L	338,83	PEE-LABSU-49	SM 2540 B	± 10%
4	*Sólidos totales suspendidos	mg/L	112	PEE-LABSU-56	SM 2540 D	~
5	*Sólidos sedimentables	ml/L	1,5	PEE-LABSU-58	SM 2540 F	~
6	Demanda química de oxígeno	mg/L	72,37	PEE-LABSU-89	HACH 8000	± 5%
7	*Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	101,0	PEE-LABSU-09	SM 5210 B	~
8	*Fósforo (P-PO ₄)	mg/L	< 0,5	PEE-LABSU-19	SM 4500 E	~
9	*Sulfatos	mg/L	93,39	PEE-LABSU-42	SM 4500-SO4= B	~
10	Nitritos (N-NO ₂)	mg/L	< 0,03	PEE-LABSU-17	SM 4500-NO2 B	± 22%
11	Nitratos (N-NO ₃)	mg/L	3,1	PEE-LABSU-18	SM 4500 NO3 B	± 26%
12	Turbiedad	NTU	27,0	PEE-LABSU-81	SM 2130 B	± 16%
13	*Aceites y grasas	mg/L	0,18	PEE-LABSU-80	SM 5520 B	~
14	Coliformes totales	Col/100 mL	9,6X10 ⁶	PEE-LABSU-44	SM 9222 B	± 12%
15	Coliformes fecales	Col/100 mL	7,3X10 ⁶	PEE-LABSU-43	SM 9222 D	± 5%

3.- Responsables del Informe:

Autorización: Téc. Andrés Solís Plaza
DIRECTOR TÉCNICO



Ing. Ricardo Caicedo Parra
RESPONSABLE CALIDAD

Notas: El informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial; por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE

MC2201-04

Página 1 de 1

 <p>Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas</p>	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fray P. de Villarquemado S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefax: (593) 06- 2881105		 LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 07-003
	INFORME DE ENSAYO N°: 86 363		
SPS: 14 - 1 637	Análisis de agua		

Coca, 18 de marzo de 2014

Srta. Yuly Calderón.

Dirección: Coca, Barrio Paraíso Amazónico.

1.- Datos generales:

Recogidas por Srta. Yuly Calderón.
 Fecha hora de toma de muestra..... 2 014 03 01 09:16.
 Fecha hora ingreso al Laboratorio 2 014 03 01 11:08.
 Fecha del análisis 2 014 03 01 a 2 014 03 17.
 Condiciones Ambientales de Análisis... T. Max. 28,5°C T. Min. 21,0°C
 Código de LabSu Identificación de la muestra.
 a 81 850 Muestra de Agua Residual Parroquia Dayuma.
 Coordenadas:
 X 0291439 E
 Y 9926366 N

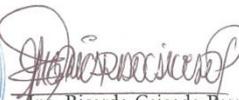
2.- Parámetros y métodos / Referencias:

Ítem	Parámetros	Unidad	a 81 850	PEE-LABSU	Métodos / Norma Referencia	Incertidumbre (K = 2)
1	Potencial hidrógeno	~	7,64	PEE-LABSU-02	SM 4500-H+ B	± 0,05
2	Conductividad eléctrica	uS/cm	894	PEE-LABSU-03	SM 2510 B	± 5%
3	Sólidos totales	mg/L	509,58	PEE-LABSU-49	SM 2540 B	± 10%
4	*Sólidos totales suspendidos	mg/L	213	PEE-LABSU-56	SM 2540 D	~
5	*Sólidos sedimentables	ml/L	2,5	PEE-LABSU-58	SM 2540 F	~
6	*Demanda química de oxígeno	mg/L	189,67	PEE-LABSU-89	HACH 8000	~
7	*Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	103,0	PEE-LABSU-09	SM 5210 B	~
8	*Fósforo (P-PO ₄)	mg/L	2,40	PEE-LABSU-19	SM 4500 E	~
9	Sulfatos	mg/L	< 10,00	PEE-LABSU-42	SM 4500-SO4= B	± 17%
10	Nitritos (N-NO ₂)	mg/L	< 0,03	PEE-LABSU-17	SM 4500-NO2 B	± 22%
11	Nitratos (N-NO ₃)	mg/L	4,6	PEE-LABSU-18	SM 4500 NO3 B	± 26%
12	Turbiedad	NTU	38,2	PEE-LABSU-81	SM 2130 B	± 16%
13	*Aceites y grasas	mg/L	0,05	PEE-LABSU-80	SM 5520 B	~
14	Coliformes totales	Col/100 mL	9,6X10 ⁶	PEE-LABSU-44	SM 9222 B	± 12%
15	Coliformes fecales	Col/100 mL	7,2X10 ⁶	PEE-LABSU-43	SM 9222 D	± 5%

3.- Responsables del Informe:

Autorización: 
Téc. Andrés Solís Plaza.
 DIRECTOR TECNICO




Ing. Ricardo Caicedo Parra.
 RESPONSABLE CALIDAD

Notas: El informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial; por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE

MC2201-04

Página 1 de 1

 <p>Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas</p>	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fray P. de Villarquemado S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefax:(593)06- 2881105		 <p>LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 07-003</p>
	INFORME DE ENSAYO N°: 86 364		
SPS: 14 – 1 645	Análisis de agua		

Coca, 18 de marzo de 2014

Srta. Yuly Calderón.

Dirección: Coca, Barrio Paraíso Amazónico.

1.- Datos generales:

Recogidas por Srta. Yuly Calderón.
 Fecha hora de toma de muestra..... 2 014 03 02 08:42.
 Fecha hora ingreso al Laboratorio 2 014 03 02 11:00.
 Fecha del análisis 2 014 03 02 a 2 014 03 17.
 Condiciones Ambientales de Análisis... T. Max. 28,5°C T. Min. 21,0°C

Código de LabSu Identificación de la muestra.
 a 81 856 Muestra de Agua Residual Parroquia Dayuma.
Coordenadas:
 X 0291449 E
 Y 9926378 N

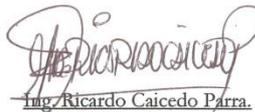
2.- Parámetros y métodos / Referencias:

Ítem	Parámetros	Unidad	a 81 856	PEE-LABSU	Métodos / Norma Referencia	Incertidumbre (K = 2)
1	Potencial hidrógeno	~	7,89	PEE-LABSU-02	SM 4500-H+ B	± 0,05
2	Conductividad eléctrica	uS/cm	772,5	PEE-LABSU-03	SM 2510 B	± 5%
3	Sólidos totales	mg/L	528,26	PEE-LABSU-49	SM 2540 B	± 10%
4	*Sólidos totales suspendidos	mg/L	286	PEE-LABSU-56	SM 2540 D	~
5	*Sólidos sedimentables	ml/L	1,5	PEE-LABSU-58	SM 2540 F	~
6	*Demanda química de oxígeno	mg/L	188,43	PEE-LABSU-89	HACH 8000	~
7	*Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	106,0	PEE-LABSU-09	SM 5210 B	~
8	*Fósforo (P-PO ₄)	mg/L	2,30	PEE-LABSU-19	SM 4500 E	~
9	Sulfatos	mg/L	25,41	PEE-LABSU-42	SM 4500-SO ₄ = B	± 6%
10	Nitritos (N-NO ₂)	mg/L	< 0,03	PEE-LABSU-17	SM 4500-NO ₂ B	± 22%
11	Nitratos (N-NO ₃)	mg/L	2,8	PEE-LABSU-18	SM 4500 NO ₃ B	± 26%
12	Turbiedad	NTU	35,1	PEE-LABSU-81	SM 2130 B	± 16%
13	*Aceites y grasas	mg/L	5,02	PEE-LABSU-80	SM 5520 B	~
14	Coliformes totales	Col/100 mL	7,5X10 ⁶	PEE-LABSU-44	SM 9222 B	± 12%
15	Coliformes fecales	Col/100 mL	7,2X10 ⁶	PEE-LABSU-43	SM 9222 D	± 5%

3.- Responsables del Informe:

Autorización: 
Téc. Andrés Solís Plaza.
 DIRECTOR TÉCNICO




Ing. Ricardo Caicedo Parra.
 RESPONSABLE CALIDAD

Notas: El informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial; por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE

MC2201-04

Página 1 de 1

 <p>Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas</p>	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fray P. de Villarquemado S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefax: (593)06- 2881105		 <p>LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 07-003</p>
	INFORME DE ENSAYO N°: 86 365		
SPS: 14 – 1 675	Análisis de agua		

Coca, 18 de marzo de 2014

Srta. Yuly Calderón.

Dirección: Coca.

1.- Datos generales:

Recogidas por Srta. Yuly Calderón.
 Fecha hora de toma de muestra..... 2 014 03 03 09:38.
 Fecha hora ingreso al Laboratorio 2 014 03 03 11:30.
 Fecha del análisis 2 014 03 03 a 2 014 03 17.
 Condiciones Ambientales de Análisis... T. Max. 28,5°C T. Min. 21,0°C
 Código de LabSu Identificación de la muestra.
 a 81 898 Muestra de Agua Residual de la Parroquia Dayuma.
 Coordenadas:
 X 0291447 E
 Y 9926374 N

2.- Parámetros y métodos / Referencias:

Ítem	Parámetros	Unidad	a 81 898	PEE-LABSU	Métodos / Norma Referencia	Incertidumbre (K = 2)
1	Potencial hidrógeno	~	7,42	PEE-LABSU-02	SM 4500-H+ B	± 0,05
2	Conductividad eléctrica	uS/cm	263	PEE-LABSU-03	SM 2510 B	± 5%
3	Sólidos totales	mg/L	191,99	PEE-LABSU-49	SM 2540 B	± 10%
4	*Sólidos totales suspendidos	mg/L	73	PEE-LABSU-56	SM 2540 D	~
5	*Sólidos sedimentables	ml/L	2,0	PEE-LABSU-58	SM 2540 F	~
6	Demanda química de oxígeno	mg/L	84,46	PEE-LABSU-89	HACH 8000	± 5%
7	*Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	80,0	PEE-LABSU-09	SM 5210 B	~
8	*Fósforo (P-PO ₄)	mg/L	< 0,5	PEE-LABSU-19	SM 4500 E	~
9	Sulfatos	mg/L	21,95	PEE-LABSU-42	SM 4500-SO4= B	± 6%
10	Nitritos (N-NO ₂)	mg/L	< 0,03	PEE-LABSU-17	SM 4500-NO2 B	± 22%
11	Nitratos (N-NO ₃)	mg/L	0,6	PEE-LABSU-18	SM 4500 NO3 B	± 26%
12	Turbiedad	NTU	24,4	PEE-LABSU-81	SM 2130 B	± 16%
13	*Aceites y grasas	mg/L	3,99	PEE-LABSU-80	SM 5520 B	~
14	Coliformes totales	Col/100 mL	7,2X10 ⁶	PEE-LABSU-44	SM 9222 B	± 12%
15	Coliformes fecales	Col/100 mL	6X10 ⁶	PEE-LABSU-43	SM 9222 D	± 5%

3.- Responsables del Informe:

Autorización: Téc. Andrés Solís Plaza.
DIRECTOR TECNICO



Ing. Ricardo Caicedo Parra.
RESPONSABLE CALIDAD

Notas: El informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial; por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE

MC2201-04

Página 1 de 1

 <p>LABSU Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas</p>	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fray P. de Villarquemado S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefax: (593)06- 2881105		 <p>oae LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 07-003</p>
	INFORME DE ENSAYO N°: 86 366		
SPS: 14 – 1 705	Análisis de agua		

Coca, 18 de marzo de 2014

Srta. Yuly Calderón.

Dirección: Coca.

1.- Datos generales:

Recogidas por Srta. Yuly Calderón.
 Fecha hora de toma de muestra..... 2 014 03 04 10:51.
 Fecha hora ingreso al Laboratorio 2 014 03 04 14:00.
 Fecha del análisis 2 014 03 04 a 2 014 03 17.
 Condiciones Ambientales de Análisis... T. Max. 28,5°C T. Min. 21,0°C
 Código de LabSu **Identificación de la muestra.**
 a 81 942 **Muestra de Agua Residual, Parroquia Dayuma.**
Coordenadas:
 X 0291437 E
 Y 9926368 N

2.- Parámetros y métodos / Referencias:

Ítem	Parámetros	Unidad	a 81 942	PEE-LABSU	Métodos / Norma Referencia	Incertidumbre (K = 2)
1	Potencial hidrógeno	~	7,68	PEE-LABSU-02	SM 4500-H+ B	± 0,05
2	Conductividad eléctrica	uS/cm	812	PEE-LABSU-03	SM 2510 B	± 5%
3	Sólidos totales	mg/L	542,48	PEE-LABSU-49	SM 2540 B	± 10%
4	*Sólidos totales suspendidos	mg/L	139	PEE-LABSU-56	SM 2540 D	~
5	*Sólidos sedimentables	ml/L	2,5	PEE-LABSU-58	SM 2540 F	~
6	*Demanda química de oxígeno	mg/L	189,90	PEE-LABSU-89	HACH 8000	~
7	*Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	104,0	PEE-LABSU-09	SM 5210 B	~
8	*Fósforo (P-PO ₄)	mg/L	0,75	PEE-LABSU-19	SM 4500 E	~
9	Sulfatos	mg/L	< 10,00	PEE-LABSU-42	SM 4500-SO4= B	± 17%
10	Nitritos (N-NO ₂)	mg/L	< 0,03	PEE-LABSU-17	SM 4500-NO2 B	± 22%
11	Nitratos (N-NO ₃)	mg/L	3,5	PEE-LABSU-18	SM 4500 NO3 B	± 26%
12	Turbiedad	NTU	70,2	PEE-LABSU-81	SM 2130 B	± 16%
13	*Aceites y grasas	mg/L	2,38	PEE-LABSU-80	SM 5520 B	~
14	Coliformes totales	Col/100 mL	2,6X10 ⁷	PEE-LABSU-44	SM 9222 B	± 12%
15	Coliformes fecales	Col/100 mL	1,6X10 ⁷	PEE-LABSU-43	SM 9222 D	± 5%

3.- Responsables del Informe:

Autorización: Téc. Andres Solis Plaza.
 DIRECTOR TÉCNICO



Ing. Ricardo Caicedo Parra.
 RESPONSABLE CALIDAD

Notas: El informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial; por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE

MC2201-04

Página 1 de 1

 <p>Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas</p>	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fray P. de Villarquemado S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefax: (593)06- 2881105		 <p>LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 07-003</p>
	INFORME DE ENSAYO N°: 86 367		
SPS: 14 - 1 735	Análisis de agua		

Coca, 18 de marzo de 2014

Srta. Yuly Calderón.

Dirección: Coca.

1.- Datos generales:

Recogidas porSrta. Yuly Calderón.
 Fecha hora de toma de muestra.....2 014 03 05 08:33.
 Fecha hora ingreso al Laboratorio2 014 03 05 10:24.
 Fecha del análisis2 014 03 05 a 2 014 03 17.
 Condiciones Ambientales de Análisis...T. Max. 28,5°C T. Min. 21,0°C
 Código de LabSu Identificación de la muestra.
 a 81 997 Muestra de Agua Residual, Parroquia Dayuma.
 Coordenadas:
 X 0291438 E
 Y 9926369 N

2.- Parámetros y métodos / Referencias:

Ítem	Parámetros	Unidad	a 81 997	PEE-LABSU	Métodos / Norma Referencia	Incertidumbre (K = 2)
1	Potencial hidrógeno	~	7,81	PEE-LABSU-02	SM 4500-H+ B	± 0,05
2	Conductividad eléctrica	uS/cm	905	PEE-LABSU-03	SM 2510 B	± 5%
3	Sólidos totales	mg/L	512,32	PEE-LABSU-49	SM 2540 B	± 10%
4	*Sólidos totales suspendidos	mg/L	122	PEE-LABSU-56	SM 2540 D	~
5	*Sólidos sedimentables	ml/L	3,0	PEE-LABSU-58	SM 2540 F	~
6	*Demanda química de oxígeno	mg/L	191,83	PEE-LABSU-89	HACH 8000	~
7	*Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	107,0	PEE-LABSU-09	SM 5210 B	~
8	*Fósforo (P-PO ₄)	mg/L	<0,5	PEE-LABSU-19	SM 4500 E	~
9	Sulfatos	mg/L	68,18	PEE-LABSU-42	SM 4500-SO4= B	± 6%
10	Nitritos (N-NO ₂)	mg/L	< 0,10	PEE-LABSU-17	SM 4500-NO2 B	± 22%
11	Nitratos (N-NO ₃)	mg/L	1,2	PEE-LABSU-18	SM 4500 NO3 B	± 26%
12	Turbiedad	NTU	32,7	PEE-LABSU-81	SM 2130 B	± 16%
13	*Aceites y grasas	mg/L	0,39	PEE-LABSU-80	SM 5520 B	~
14	Coliformes totales	Col/100 mL	8X10 ⁶	PEE-LABSU-44	SM 9222 B	± 12%
15	Coliformes fecales	Col/100 mL	7,1X10 ⁶	PEE-LABSU-43	SM 9222 D	± 5%

3.- Responsables del Informe:

Autorización: 
Téc. Andrés Solis Plaza.
 DIRECTOR TÉCNICO




Ing. Ricardo Caicedo Parra.
 RESPONSABLE CALIDAD

Notas: El informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial; por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE

MC2201-04

Página 1 de 1

 <p>Laboratorio de Suelos, Aguas y Plantas</p>	VICARIATO APOSTOLICO DE AGUARICO Fray P. de Villarquemado S/N y Av. Labaka E-mail: laboratorio@labsu.com Coca, Provincia de Orellana - Ecuador Telefax: (593)06- 2881105		 <p>LABORATORIO DE ENSAYOS N° OAE LE 2C 07-003</p>
	INFORME DE ENSAYO N°: 86 368		
SPS: 14 - 1 773	Análisis de agua		

Coca, 18 de marzo de 2014

Srta. Yuly Calderón.

Dirección: Coca.

1.- Datos generales:

Recogidas por Srta. Yuly Calderón.
 Fecha hora de toma de muestra 2 014 03 06 08:31.
 Fecha hora ingreso al Laboratorio 2 014 03 06 11:36.
 Fecha del análisis 2 014 03 06 a 2 014 03 18.
 Condiciones Ambientales de Análisis... T. Max. 28,5°C T. Min. 21,0°C

Código de LabSu Identificación de la muestra.
 a 82 038 Muestra de Agua Residual, Parroquia Dayuma.

Coordenadas:

X 0291445 E
 Y 9926370 N

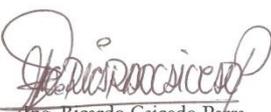
2.- Parámetros y métodos / Referencias:

Ítem	Parámetros	Unidad	a 82 038	PEE-LABSU	Métodos / Norma Referencia	Incertidumbre (K = 2)
1	Potencial hidrógeno	~	7,79	PEE-LABSU-02	SM 4500-H+ B	± 0,05
2	Conductividad eléctrica	uS/cm	1 091	PEE-LABSU-03	SM 2510 B	± 5%
3	Sólidos totales	mg/L	499,40	PEE-LABSU-49	SM 2540 B	± 10%
4	*Sólidos totales suspendidos	mg/L	84	PEE-LABSU-56	SM 2540 D	~
5	*Sólidos sedimentables	ml/L	2,0	PEE-LABSU-58	SM 2540 F	~
6	*Demanda química de oxígeno	mg/L	192,19	PEE-LABSU-89	HACH 8000	~
7	*Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	109,0	PEE-LABSU-09	SM 5210 B	~
8	*Fósforo (P-PO ₄)	mg/L	0,75	PEE-LABSU-19	SM 4500 E	~
9	Sulfatos	mg/L	24,53	PEE-LABSU-42	SM 4500-SO4= B	± 6%
10	Nitritos (N-NO ₂)	mg/L	< 0,03	PEE-LABSU-17	SM 4500-NO2 B	± 22%
11	Nitratos (N-NO ₃)	mg/L	1,3	PEE-LABSU-18	SM 4500 NO3 B	± 26%
12	Turbiedad	NTU	37,3	PEE-LABSU-81	SM 2130 B	± 16%
13	*Aceites y grasas	mg/L	0,36	PEE-LABSU-80	SM 5520 B	~
14	Coliformes totales	Col/100 mL	1,9X10 ⁷	PEE-LABSU-44	SM 9222 B	± 12%
15	Coliformes fecales	Col/100 mL	16,5X10 ⁶	PEE-LABSU-43	SM 9222 D	± 5%

3.- Responsables del Informe:

Autorización: 
Téc. Andrés Solis Plaza.
 DIRECTOR TECNICO




Ing. Ricardo Caicedo Parra.
 RESPONSABLE CALIDAD

Notas: El informe sólo afecta a las muestras sometidas a ensayo.
 Prohibida la reproducción total o parcial; por cualquier medio sin el permiso escrito del laboratorio.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE

MC2201-04

Página 1 de 1

ANEXO 8: CADENA DE CUSTODIA UTILIZADA EN EL MUESTREO DE AGUAS RESIDUALES DE DAYUMA.



ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

IDENTIFICACIÓN DE EVIDENCIAS Y CADENA DE CUSTODIA

DATOS DEL MUESTREO

FECHA DE MUESTREO 28 FEBRERO 2014
 NOMBRE DEL MUESTREADOR YULY CALDERÓN
 TIPO DE MUESTRA AGUA RESIDUAL PROVENIENTE DE LA PARROQUIA DAYUMA

DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS

CÓDIGO DE LA MUESTRA	LUGAR DE MUESTREO	FECHA	HORA	COORDENADAS		TIPO DE ENVASE	PRESERVACIÓN
				X	Y		
ARD-001-1	PARROQUIA DAYUMA PUNTO DE DESCARGA AR	28-02-2014	11:10 AM	0291444	9926369	PLASTICO	Refrigeración
ARD-001-2						" "	
ARD-001-3						VIDRIO	
ARD-001-4						VIDRIO	

NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS CUATRO ENVASES

TRANSPORTE

NOMBRE DEL CONDUCTOR YULY CALDERÓN

LABORATORIO

NOMBRE DEL LABORATORIO LABSU
 FECHA DE RECEPCIÓN 28-02-2014
 HORA DE RECEPCIÓN 15:16
 RESPONSABLE ANDRÉS SOLÍS
 ANÁLISIS SOLICITADO PH, SÓLIDOS SUSPENDIDOS, SÓLIDOS TOTALES, S. SEDIMENTABLES, SULFATOS, NITRITOS, NITRATOS, FÓSFORO, DBO, DQO, A₅G, COLIFORMES FECALES, COLIFORMES TOTALES, TURBIEDAD, CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA

FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

[Firma]
 MUESTREADOR

[Firma]
 TRANSPORTE

VICERRECTOR INSTITUTO DE AGUARIOS
 LABSU
 Fecha: 28 FEB 2014
 15:16
 RECEPCIÓN LABORATORIO Andrés Solís



ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

IDENTIFICACIÓN DE EVIDENCIAS Y CADENA DE CUSTODIA

DATOS DEL MUESTREO

FECHA DE MUESTREO 01/03/2014
 NOMBRE DEL MUESTREADOR Yuly Calderón
 TIPO DE MUESTRA Aguas Residuales de la Parroquia Dayuma

DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS

CÓDIGO DE LA MUESTRA	LUGAR DE MUESTREO	FECHA	HORA	COORDENADAS		TIPO DE ENVASE	PRESERVACIÓN
				X	Y		
ARD - 002 -1	PARROQUIA DAYUMA	01/03/2014	09:16 AM	0291439	9926366	Plástico	REFRIGERACIÓN
ARD - 002 -2						Plástico	
ARD - 002 -3						Vidrio	
ARD - 002 -4						Vidrio	

NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS 1 (4 envases)

TRANSPORTE

NOMBRE RESPONSABLE Yuly Calderón

LABORATORIO

NOMBRE DEL LABORATORIO LABSU
 FECHA DE RECEPCIÓN _____
 HORA DE RECEPCIÓN _____
 RESPONSABLE _____
 ANÁLISIS SOLICITADO Ph, CE, S. suspendidos, S. totales, S. sedimentables, Sulafatos, Nitritos (N-NO2), Nitratos (N-NO3), Fósforo DBO, DQO, Turbiedad, AyG, CT, CF

FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

[Firma]
 MUESTREADOR

[Firma]
 TRANSPORTE

[Firma]
 RECEPCIÓN LABORATORIO

Fecha: 01 MAR 2014
 Hora: 11:08
Ricardo Cariocho



ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

IDENTIFICACIÓN DE EVIDENCIAS Y CADENA DE CUSTODIA

DATOS DEL MUESTREO

FECHA DE MUESTREO 02/03/2014
NOMBRE DEL MUESTREADOR Yuly Calderón
TIPO DE MUESTRA Aguas Residuales de la Parroquia Dayuma

DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS

CÓDIGO DE LA MUESTRA	LUGAR DE MUESTREO	FECHA	HORA	COORDENADAS		TIPO DE ENVASE	PRESERVACIÓN
				X	Y		
ARD - 003 -1	PARROQUIA DAYUMA	02/03/2014	08:42	0291449	99.26378	Plástico	REFRIGERACIÓN
ARD - 003 -2						Plástico	
ARD - 003 -3						Vidrio	
ARD - 003 -4						Vidrio	

NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS 1 (4 ENVASES)

TRANSPORTE

NOMBRE RESPONSABLE Yuly Calderón

LABORATORIO

NOMBRE DEL LABORATORIO LABSU

FECHA DE RECEPCIÓN 02-03-2014

HORA DE RECEPCIÓN _____

RESPONSABLE _____

ANÁLISIS SOLICITADO Ph, CE, S. suspendidos, S. totales, S. sedimentables, Sulafatos, Nitritos (N-NO2), Nitratatos (N-NO3), Fósforo
DBO, DQO, Turbiedad, AyG, CT, CF

FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

[Firma]
MUESTREADOR

[Firma]
TRANSPORTE

[Firma]
Fecha: 02 MAR 2014
Hora: 11:00
[Firma]
RECEPCIÓN LABORATORIO



ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

IDENTIFICACIÓN DE EVIDENCIAS Y CADENA DE CUSTODIA

DATOS DEL MUESTREO

FECHA DE MUESTREO 03/03/2014
NOMBRE DEL MUESTREADOR Yuly Calderón
TIPO DE MUESTRA Aguas Residuales de la Parroquia Dayuma

DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS

CÓDIGO DE LA MUESTRA	LUGAR DE MUESTREO	FECHA	HORA	COORDENADAS		TIPO DE ENVASE	PRESERVACIÓN
				X	Y		
ARD - 004 -1	PARROQUIA DAYUMA	03/03/2014	09:30	0291447	9926374	Plástico	REFRIGERACIÓN
ARD - 004 -2						Plástico	
ARD - 004 -3						Vidrio	
ARD - 004 -4						Vidrio	

NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS 1 (4 envases)

TRANSPORTE

NOMBRE RESPONSABLE Yuly Calderón

LABORATORIO

NOMBRE DEL LABORATORIO LBSU

FECHA DE RECEPCIÓN _____

HORA DE RECEPCIÓN _____

RESPONSABLE _____

ANÁLISIS SOLICITADO Ph, CE, S. suspendidos, S. totales, S. sedimentables, Sulafatos, Nitritos (N-NO2), Nitratatos (N-NO3), Fósforo DBO, DQO, Turbiedad, AyG, CT, CF

FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

[Firma]
MUESTREADOR

[Firma]
TRANSPORTE

[Firma]
RECEPCIÓN LABORATORIO

Fecha: 03 MAR 2014
Hora: 11:30
Recepción Por: Mirella Pivas



ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

IDENTIFICACIÓN DE EVIDENCIAS Y CADENA DE CUSTODIA

DATOS DEL MUESTREO

FECHA DE MUESTREO 04/03/2014
 NOMBRE DEL MUESTREADOR Yuly Calderón
 TIPO DE MUESTRA Aguas Residuales de la Parroquia Dayuma

DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS

CÓDIGO DE LA MUESTRA	LUGAR DE MUESTREO	FECHA	HORA	COORDENADAS		TIPO DE ENVASE	PRESERVACIÓN
				X	Y		
ARD - 005 -1	PARROQUIA DAYUMA	04/03/2014	10:51 AM	0291437	9926368	Plástico	REFRIGERACIÓN
ARD - 005 -2						Plástico	
ARD - 005 -3						Vidrio	
ARD - 005 -4						Vidrio	

NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS 1 (4 envases)

TRANSPORTE

NOMBRE RESPONSABLE Yuly Calderón

LABORATORIO

NOMBRE DEL LABORATORIO LABSU

FECHA DE RECEPCIÓN _____

HORA DE RECEPCIÓN _____

RESPONSABLE _____

ANÁLISIS SOLICITADO Ph, CE, S. suspendidos, S. totales, S. sedimentables, Sulafatos, Nitritos (N-NO₂), Nitratos (N-NO₃), Fosforo, DBO, DQO, Turbiedad, AyG, CT, CF

FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

[Firma]

 MUESTREADOR

[Firma]

 TRANSPORTE

VICARATO PROTECCIÓN DE AGUARIOS
LABSU
 Fecha: 04 MAR 2014
 Hora: 14:00
 Recibido Por: [Firma]

RECEPCIÓN LABORATORIO



ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

IDENTIFICACIÓN DE EVIDENCIAS Y CADENA DE CUSTODIA

DATOS DEL MUESTREO

FECHA DE MUESTREO 05/03/2014
NOMBRE DEL MUESTREADOR Yuly Calderón
TIPO DE MUESTRA Aguas Residuales de la Parroquia Dayuma

DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS

CÓDIGO DE LA MUESTRA	LUGAR DE MUESTREO	FECHA	HORA	COORDENADAS		TIPO DE ENVASE	PRESERVACIÓN
				X	Y		
ARD - 006 -1	PARROQUIA DAYUMA	05/03/2014	08:33	0291438	9926369	Plástico	REFRIGERACIÓN
ARD - 006 -2						Plástico	
ARD - 006 -3						Vidrio	
ARD - 006 -4						Vidrio	

NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS 1 (4 envases)

TRANSPORTE

NOMBRE RESPONSABLE Yuly Calderón

LABORATORIO

NOMBRE DEL LABORATORIO LABSU

FECHA DE RECEPCIÓN _____

HORA DE RECEPCIÓN _____

RESPONSABLE _____

ANÁLISIS SOLICITADO Ph, CE, S. suspendidos, S. totales, S. sedimentables, Sulafatos, Nitritos (N-NO2), Nitratatos (N-NO3), Fosforo, DBO, DQO, Turbiedad, AyG, CT, CF

FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

[Signature]
MUESTREADOR

[Signature]
TRANSPORTE

RECIBIDO APOSTOLICO DE AGUARICO
LABSU
Fecha: 05 MAR 2014
Hora: 10:24
Recibido Por: [Signature]

RECEPCIÓN LABORATORIO



ESPOCH

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO

IDENTIFICACIÓN DE EVIDENCIAS Y CADENA DE CUSTODIA

DATOS DEL MUESTREO

FECHA DE MUESTREO 06/03/2014
 NOMBRE DEL MUESTREADOR Yuly Calderón
 TIPO DE MUESTRA Aguas Residuales de la Parroquia Dayuma

DESCRIPCIÓN DE MUESTRAS

CÓDIGO DE LA MUESTRA	LUGAR DE MUESTREO	FECHA	HORA	COORDENADAS		TIPO DE ENVASE	PRESERVACIÓN
				X	Y		
ARD - 007 -1	PARROQUIA DAYUMA	06/03/2014	08:31	0291445	9926370	Plástico	REFRIGERACIÓN
ARD - 007 -2						Plástico	
ARD - 007 -3						Vidrio	
ARD - 007 -4						Vidrio	

NÚMERO TOTAL DE MUESTRAS 1 (4 envases)

TRANSPORTE

NOMBRE RESPONSABLE Yuly Calderón

LABORATORIO

NOMBRE DEL LABORATORIO LABSU
 FECHA DE RECEPCIÓN _____
 HORA DE RECEPCIÓN _____
 RESPONSABLE _____
 ANÁLISIS SOLICITADO Ph, CE, S. suspendidos, S. totales, S. sedimentables, Sulafatos, Nitritos (N-NO2), Nitratos (N-NO3), Fosforos, DBO, DQO, Turbiedad, AyG, CT, CF

FIRMAS DE RESPONSABILIDAD

[Firma]
 MUESTREADOR

[Firma]
 TRANSPORTE

LABORATORIO DE AGUARICO
LABSU
 Fecha: 06 MAR 2014
 Hora: 11:36
 Recibido Por: _____
 RECEPCIÓN LABORATORIO

ANEXO 9: LÍMITES DE DESCARGA A UN CUERPO DE AGUA DULCE.

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Aceites y Grasas.	Sustancias solubles en hexano	mg/l	0,3
Alkil mercurio		mg/l	No DETECTABLE
Aldehídos		mg/l	2,0
Aluminio	Al	mg/l	5,0
Arsénico total	As	mg/l	0,1
Bario	Ba	mg/l	2,0
Boro total	B	mg/l	2,0
Cadmio	Cd	mg/l	0,02
Cianuro total	CN ⁻	mg/l	0,1
Cloro Activo	Cl	mg/l	0,5
Cloroformo	Extracto carbón cloroformo ECC	mg/l	0,1
Cloruros	Cl ⁻	mg/l	1 000
Cobre	Cu	mg/l	1,0
Cobalto	Co	mg/l	0,5
Coliformes Fecales	Nmp/100 ml		¹⁴ Remoción > al 99,9 %
Color real	Color real	unidades de color	* Inapreciable en dilución: 1/20
Compuestos fenólicos	Fenol	mg/l	0,2
Cromo hexavalente	Cr ⁺⁶	mg/l	0,5
Demanda Bioquímica de	D.B.O ₅ .	mg/l	100

¹⁴Aquellos regulados con descargas de coliformes fecales menores o iguales a 3 000, quedan exentos de tratamiento.

* La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra diluida.

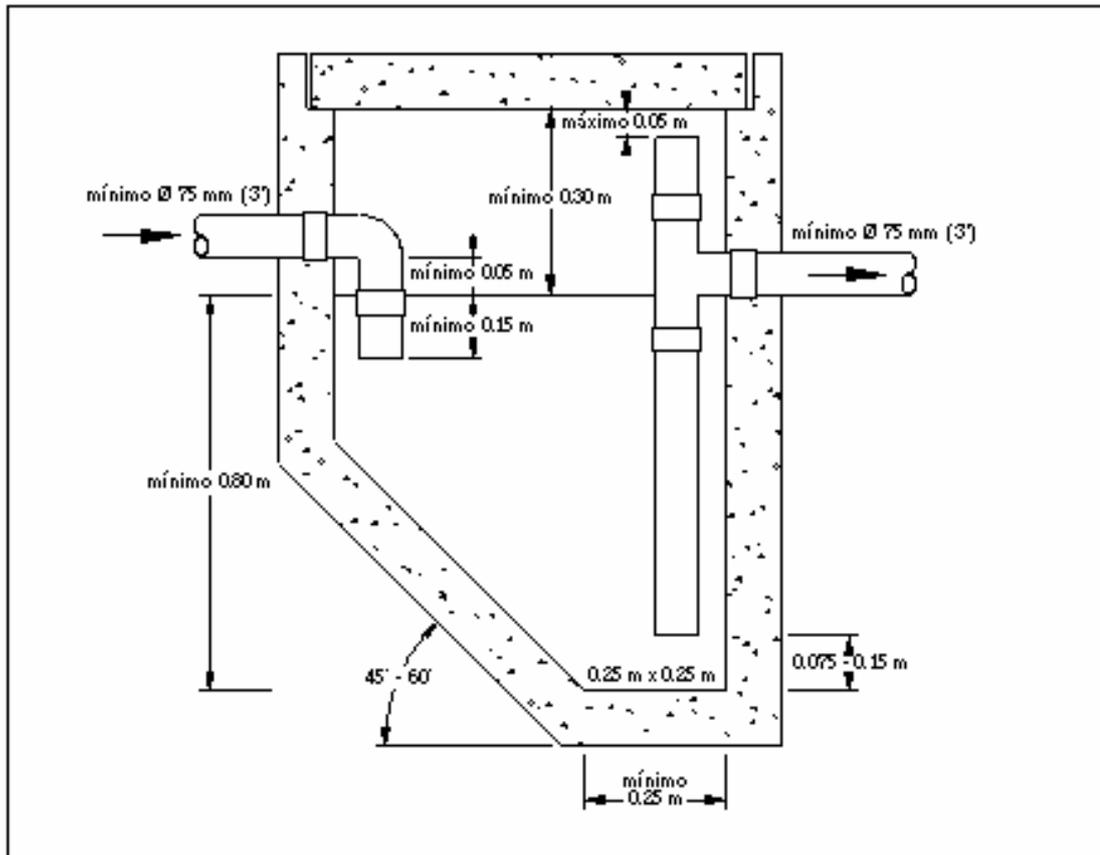
Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Oxígeno (5 días) Demanda Química de Oxígeno	D.Q.O.	mg/l	250
Dicloroetileno	Dicloroetileno	mg/l	1,0
Estaño	Sn	mg/l	5,0
Fluoruros	F	mg/l	5,0
Fósforo Total	P	mg/l	10
Hierro total	Fe	mg/l	10,0
Hidrocarburos Totales de Petróleo	TPH	mg/l	20,0
Manganeso total	Mn	mg/l	2,0
Materia flotante	Visibles		Ausencia
Mercurio total	Hg	mg/l	0,005
Níquel	Ni	mg/l	2,0
Nitratos + Nitritos	Expresado como Nitrógeno (N)	mg/l	10,0
Nitrógeno Total Kjeldahl	N	mg/l	15
Organoclorados totales	Concentración de organoclorados totales	mg/l	0,05
Organofosforados totales	Concentración de organofosforados totales.	mg/l	0,1
Plata	Ag	mg/l	0,1
Plomo	Pb	mg/l	0,2
Potencial de hidrógeno	pH		5-9
Selenio	Se	mg/l	0,1
Sólidos Sedimentables		ml/l	1,0

Parámetros	Expresado como	Unidad	Límite máximo permisible
Sólidos Suspendidos Totales		mg/l	100
Sólidos totales		mg/l	1 600
Sulfatos	SO ₄ ⁼	mg/l	1000
Sulfitos	SO ₃	mg/l	2,0
Sulfuros	S	mg/l	0,5
Temperatura	°C		< 35
Tensoactivos	Sustancias activas al azul de metileno	mg/l	0,5
Tetracloruro de carbono	Tetracloruro de carbono	mg/l	1,0
Tricloroetileno	Tricloroetileno	mg/l	1,0
Vanadio		mg/l	5,0
Zinc	Zn	mg/l	5,0

Fuente: TULAS, Libro VI, Anexo1 tabla12.

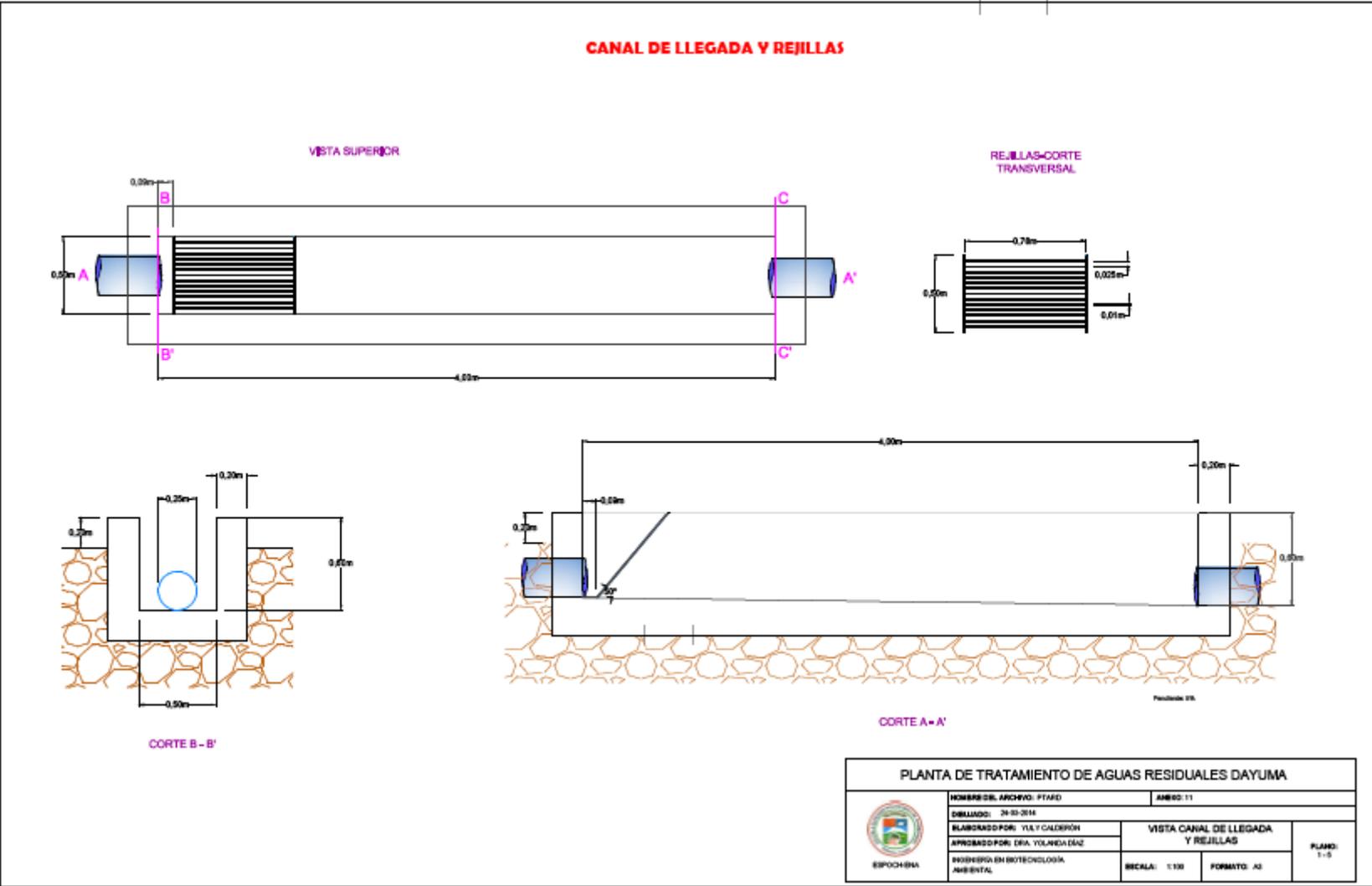
ANEXO 10: ESPECIFICACIONES MÍNIMAS PARA UNA TRAMPA DE GRASAS SIMPLE

Imagen: Especificaciones mínimas para una trampa de grasas simple

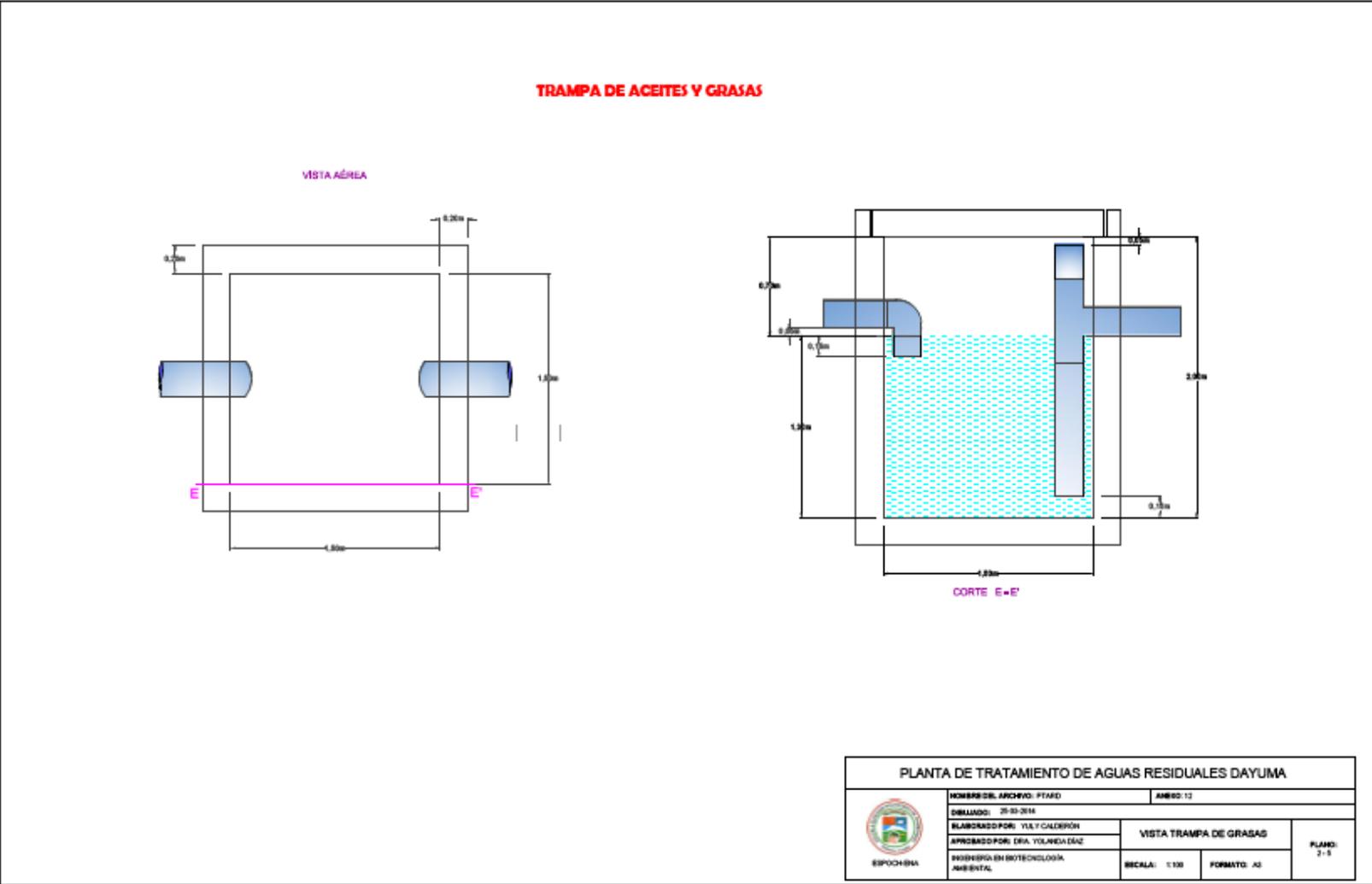


Fuente: OPS/CEPIS/03.81

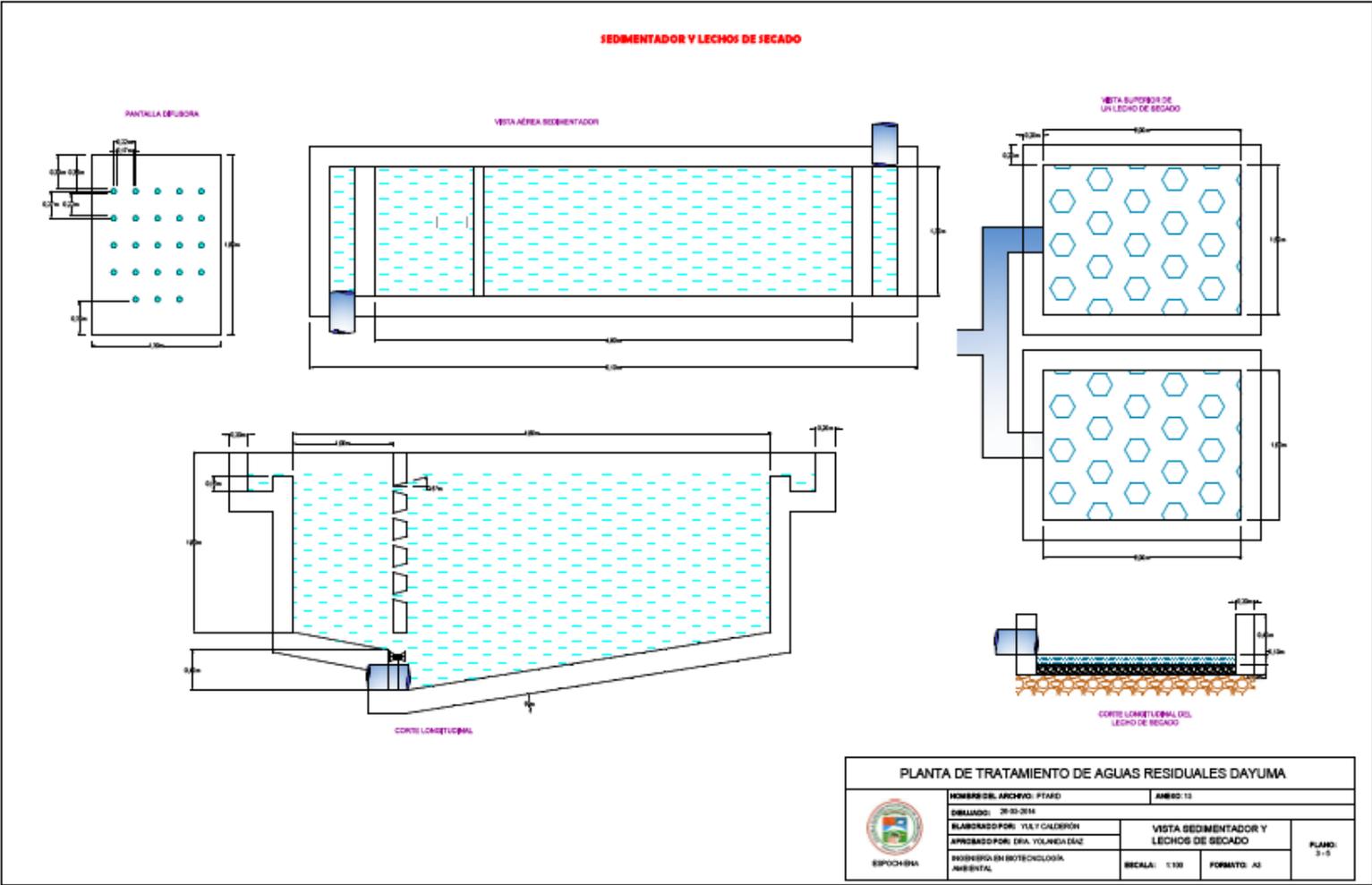
ANEXO 11: PLANO DEL CANAL DE LLEGADA Y REJILLAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.



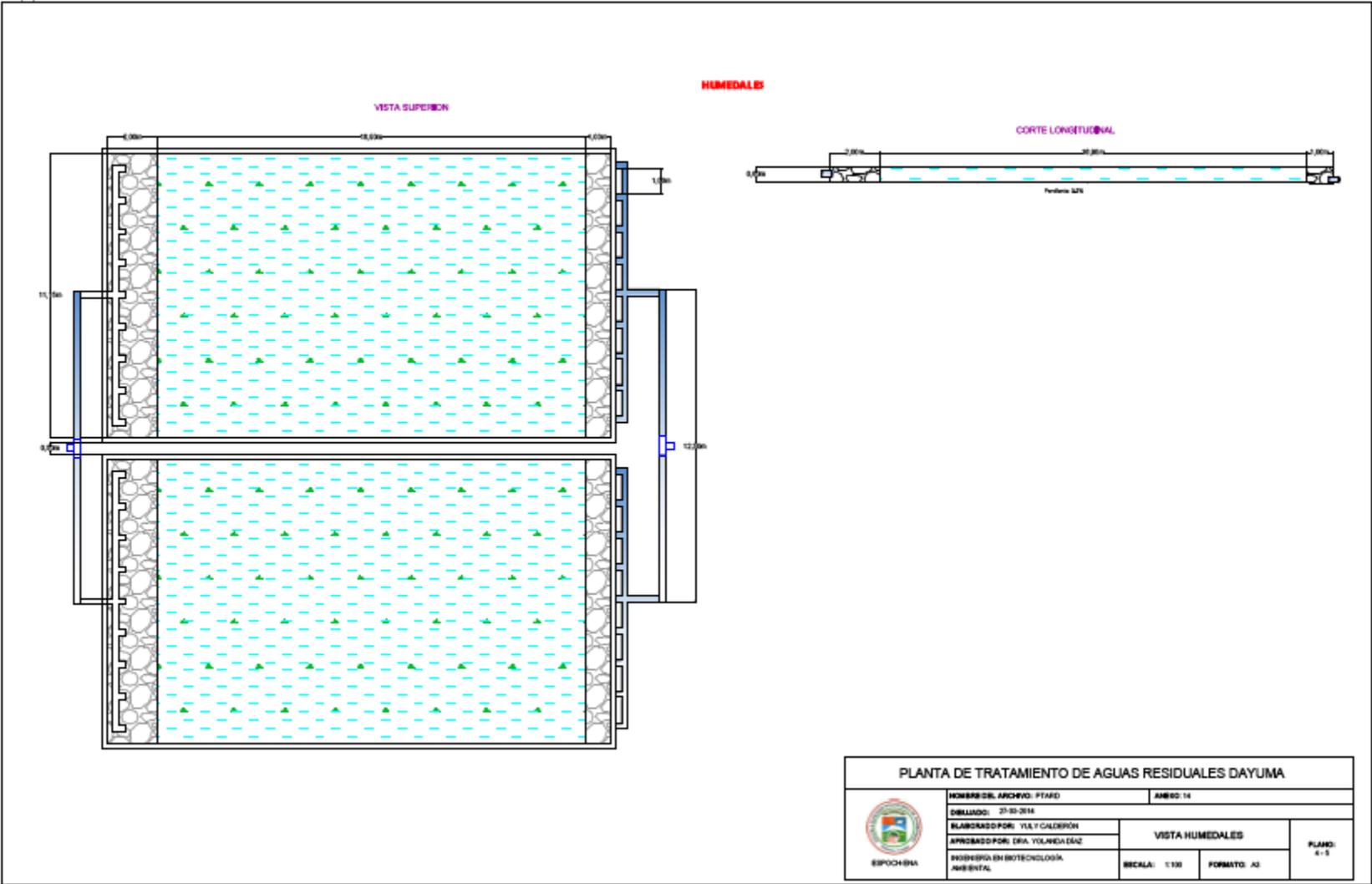
ANEXO 12: PLANO DE LA TRAMPA DE GRASAS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.



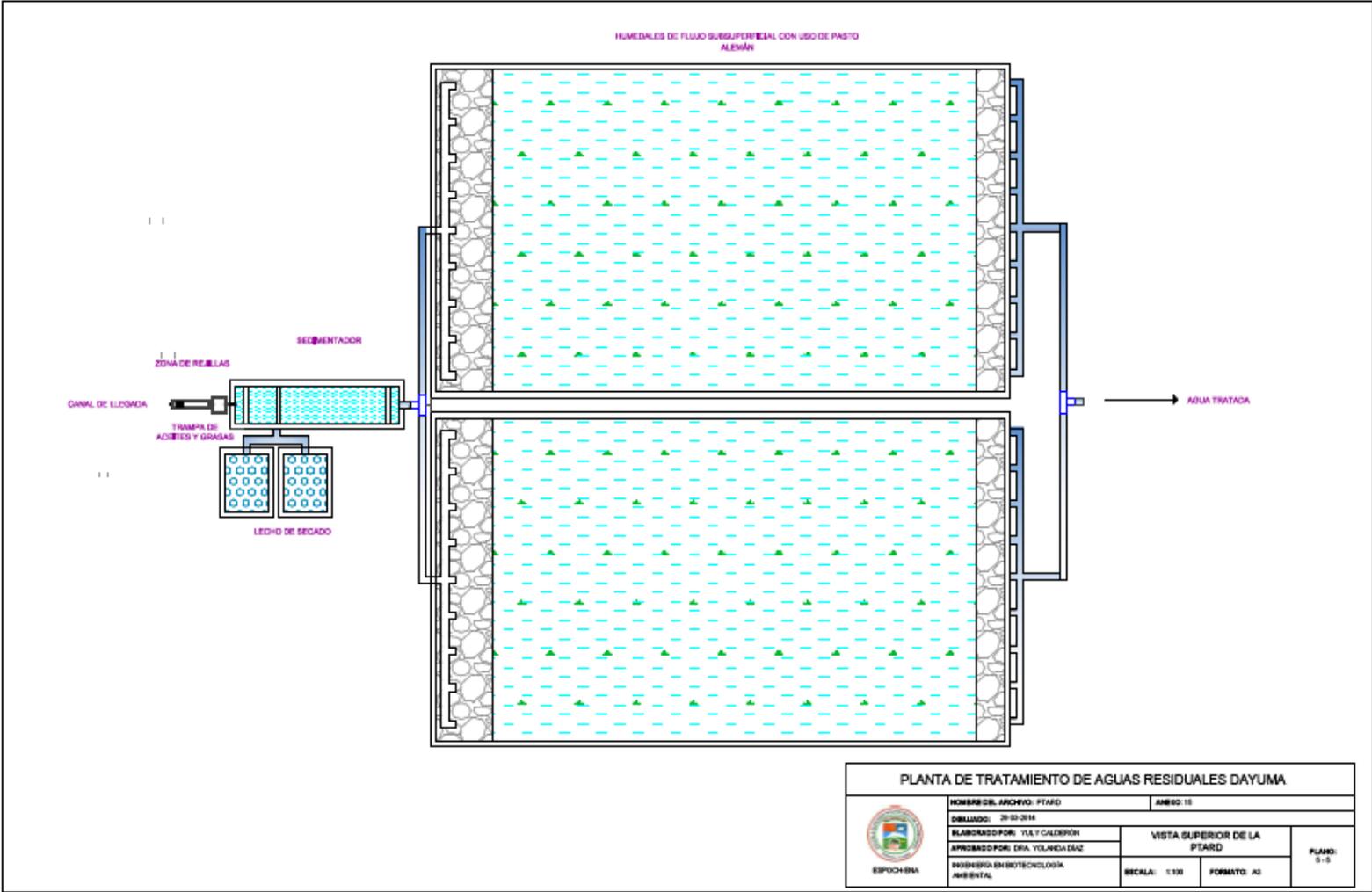
ANEXO 13: PLANO DEL SEDIMENTADOR Y LECHOS DE SECADO DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.



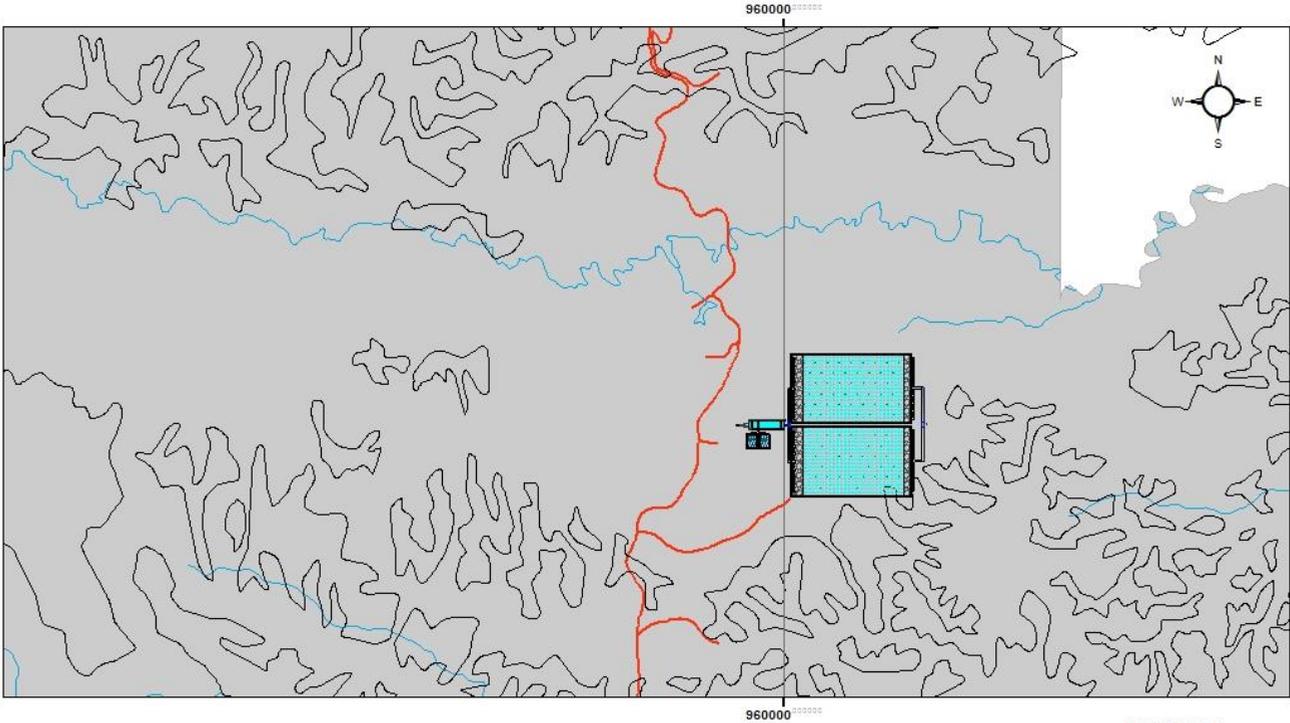
ANEXO 14: PLANO DE LOS HUMEDALES DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO.



ANEXO 15: PLANO VISTA SUPERIOR DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LA PARROQUIA DAYUMA.

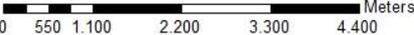


ANEXO 16: UBICACIÓN DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN LA PARROQUIA DAYUMA.



ESCALA

1 cm = 1 km



	ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO	
	REALIZADO POR:	Yuly Calderón
	FECHA:	31/03/2014

LEYENDA

- curva_nivel_l
- Río torrente
- vías de acceso
- Río Doble
- Parroquia Dayuma