

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO

FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

Escuela Profesional de Ingeniería Agrícola



**“EVALUACIÓN Y PROPUESTA TÉCNICA DE UNA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN MASSIAPO DEL
DISTRITO DE ALTO INAMBARI - SANDIA”**

TESIS

PRESENTADO POR:

JUAN HIPÓLITO AROCUTIPA LORENZO

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

PUNO – PERÚ

2013

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

**“EVALUACION Y PROPUESTA TÉCNICA DE UNA PLANTA DE
TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN MASSIAPO DEL
DISTRITO DE ALTO INAMBARI - SANDIA”**

TESIS

PRESENTADO POR:

JUAN HIPÓLITO AROCUTIPA LORENZO

PRESENTADO A LA COORDINACION DE INVESTIGACION DE LA FACULTAD DE
INGENIERÍA AGRÍCOLA, PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO AGRÍCOLA

APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE DE JURADO :
Dr. José J. VERA SANTA MARIA

PRIMER MIEMBRO :
M.Sc. Ing. Oscar R. MAMANI LUQUE

SEGUNDO MIEMBRO :
Ing. Alcides H. CALDERÓN MONTALICO

DIRECTOR DE TESIS. :
M.Sc. Ing. Germán, BELIZARIO QUISPE

ASESOR DE TESIS :
Ing. Armando M. MAMANI MAMANI

PUNO - PERÚ
2013

ÁREA : Ingeniería y Tecnología
TEMA: Reúso de aguas residuales
LÍNEA: Ingeniería de Infraestructura Rural

DEDICATORIA

Con bastante aprecio a mis padres por su paciencia y esmero que supieron guiarme por el buen camino. Apoyándose en los momentos más difíciles de mi vida.

A mi hermano David, por el apoyo moral brindado en todo momento y así lograr mis metas y objetivos trazados.

A mis Docentes de mi facultad, Ingeniería Agrícola por sus enseñanzas y buenos Consejos acertados en mi formación profesional.

INDICE GENERAL

RESUMEN	12
ABSTRACT.....	13
INTRODUCCION	14
CAPITULO I.....	15
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES, JUSTIFICACION Y OBJETIVOS.....	15
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.2 ANTECEDENTES.....	17
1.3 JUSTIFICACIÓN	19
1.4 OBJETIVOS	20
1.4.1 Objetivo general.....	20
1.4.2 Objetivos específicos	20
1.5 HIPOTESIS.....	20
1.5.1 Hipótesis general.	20
1.5.2 Hipótesis específicos.	20
CAPITULO II.....	21
2.1. MARCO CONCEPTUAL.....	21
2.1.1 Evaluación	21
2.1.2 Propuesta.....	21
2.1.3 Técnica	22
2.1.4 Propuesta técnica	22
2.1.5 Diseño e Ingeniería	22
2.2. AGUAS RESIDUALES	23
2.2.1 Tipos de agua residual.....	23
2.2.2 Composición de las aguas residuales	24
2.2.3. Características de las aguas residuales	25
2.2.4. Composición de las aguas residuales después de su tratamiento.....	28
2.3. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	28

2.3.1 tratamiento de aguas residuales	28
2.3.2. Proceso biológico combinados (anaerobio aerobio).	29
2.4. NIVELES Y PROCESOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	30
2.4.1 Tratamiento preliminar	30
2.4.2 Tratamiento primario	31
2.4.3 Tratamiento secundario.....	31
2.4.4 Tratamiento terciario	31
2.5 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	32
2.5.1 Separador de sólidos - líquidos	32
2.5.2 Tanque Imhoff.....	33
2.5.3. Sedimentador.....	34
2.5.4. Filtro biológico.....	34
2.6 PRINCIPALES SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES	35
CAPITULO III.....	38
MATERIALES Y METODOS DE INVESTIGACION	38
3.1.- ASPECTOS GENERALES	38
3.1.1. Ubicación del área de estudio	38
3.1.2. Ubicación política y geográfica:.....	38
3.1.3. Los límites del distrito son:	39
3.1.4. La accesibilidad:.....	39
3.1.5. Características generales del ámbito de estudio	40
3.1.6 Situación socioeconómica.....	40
3.1.7 Población económicamente activa (PEA).....	41
3.1.8 Actividades económicas.....	41
3.1.9 Servicios públicos	42
3.2. MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS EN GABINETE Y CAMPO	44
Materiales utilizados en gabinete	44
Equipos y materiales utilizados en campo.....	44
Materiales utilizados en laboratorio	44
3.3 METODOLOGIA UTILIZADA	45
3.3.1 Fase inicial de investigación.....	45
3.3.2 Fase de campo	45
ETAPAS DE INVESTIGACIÓN	46
En la primera etapa.....	46
En la segunda etapa	46
En la tercera etapa.....	46

CAPITULO IV.....	47
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
4.1 EVALUACION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DEL DISTRITO DE ALTO INAMBARI- SANDIA	47
4.1.1. Descripción general de las lagunas de estabilización del distrito de Alto Inambari-Sandia.	47
Características de las aguas residuales.....	49
4.2. EVALUACIÓN DE DATOS EN CAMPO	51
4.2.1. Características generales.....	51
4.2.2. Parámetros operacionales	51
4.2.3. Parámetros de monitoreo.....	51
4.2.4 Muestreo de aguas residuales en la laguna de estabilización	52
4.3. AFORO Y PROCESAMIENTO Y DE PARAMETROS ANALIZADOS.....	52
4.3.1 Método de aforo.....	52
4.4. CALIDAD FISICA-QUIMICA Y BACTERIOLOGICA DEL AGUA RESIDUAL.....	54
4.4.1 Parámetros evaluados en laboratorio.....	54
4.5. EVALUACION DE LOS RESULTADOS.....	58
4.6. PROPUESTA TÉCNICA DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON FILTRACION BIOLÓGICA	59
4.6.1. Presentación.....	59
4.6.2. Área geográfica de la propuesta técnica	60
4.6.3. Objetivos estratégicos de la propuesta técnica de planta de tratamiento de aguas residuales	61
4.7. DESCRIPCION DEL PROCESO DE TRATAMIENTO.....	61
4.7.1. Tratamiento preliminar	61
4.7.2. Tratamiento primario	62
4.7.3. Tratamiento secundario.....	63
4.7.4. Tratamiento terciario	64

4.8. COMPONENTES DEL LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE FILTRACION BIOLÓGICA	65
4.8.1. Sedimentador de sólidos primarios	65
4.8.2. Sedimentador secundario y canales de circulación	65
4.8.3. Desengrasador	66
4.8.4. Reactor biológico	66
4.8.6 Loza de compostaje	67
4.8.7. Los filtros percoladores	67
4.8.8. Poza de macrofitas	68
CONCLUSIONES	70
RECOMENDACIONES	71
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	72

ANEXOS

Anexo N° 01 Planos

Anexo N° 02 Panel fotográfico

RELACION DE CUADROS

Cuadro N° 01 Tipos de aguas residuales	18
Cuadro N° 02 Niveles y procesos de tratamiento de aguas residuales	26
Cuadro N° 03 Accesibilidad	33
Cuadro N° 04 Diez primeras causas de morbilidad de la población del distrito de Alto Inambari al 2009	37
Cuadro N° 05 Diez primeras causas de morbilidad infantil de la población del distrito de Alto Inambari al 2009	37

Cuadro N° 06	Características de la red de alcantarillado - Massiapo.....	42
Cuadro N° 07	Localidad de Massiapo, sistema de saneamiento existente	42
Cuadro N° 08	Parámetros analizados en el Laboratorio	51
Cuadro N° 09	Comparación de parámetros con Límites Máximos Permisibles para los efluentes de planta de Tratamiento de aguas residuales	52

RELACION DE FIGURAS

Figura N° 01	Ubicación del área de estudio	32
Figura N° 02	Situación actual de la laguna de estabilización	43
Figura N° 03	Área geográfica del estudio.....	54
Figura N° 04	Separador de sólidos y desengrasador	56
Figura N° 05	Se aprecia sedimentador primario y sedimentador secundario..	57

RESUMEN

El presente trabajo de investigación denominado evaluación y propuesta técnica de la planta de tratamiento de aguas residuales, se realizó en la localidad de Massiapo distrito de Alto Inambari provincia de Sandia.

El problema que actualmente presenta son las inadecuadas condiciones de salubridad de la población, ya que están propensos a sufrir enfermedades gastrointestinales y efecto - contagiosas, generando a su vez problemas ambientales, ocasionados. Por el deficiente e inapropiado del sistema de tratamiento de aguas residuales en la ciudad, por lo que es necesario e importante realizar las soluciones a estos problemas. El objetivo planteado en la investigación es evaluar cómo influyen los parámetros físicos, químicos y biológicos en la calidad de aguas residuales de la laguna de estabilización y plantear mediante una propuesta técnica de una planta de tratamiento de aguas residuales con la finalidad de reducir la contaminación causada por efecto de las descargas de las aguas residuales, que son vertidos directamente al cuerpo receptor. El proceso metodológico que se ha planteado es realizar evaluaciones, identificación y la obtención de datos y muestreo en diferentes puntos del sistema, y luego se procedido a nivel de laboratorios, para su análisis y se han obtenido resultados de las muestras de los siguientes parámetros, DBO₅ es de 429 mg/l. afluente y 276 mg/l. en el efluente, y la DQO, son de 904 mg/l. en el afluente y 620 mg/l. en el efluente, al comparar los valores determinados en el efluente con los LMP (límites máximos permisibles) establecidos en el D.S.003-2010-MINAM, se establece que el nivel de contaminación es alto ya que los contaminantes potenciales (DBO₅, DQO). Superan los LMP en más del doble, Contaminando y afectando de esta manera la vida acuática existente en el río Inambari, con lo cual el agua residual del efluente no cumple con los LMP para poder ser vertidos al cuerpo receptor. Se concluye que, se ha determinado los aspectos causantes de dicho problema, estas causas se han analizado los efectos que ellos producen, y por otro lado la contaminación del medio ambiente, lo que originan una deficiente calidad de vida de la población. Con el cual se pretende plantear una propuesta técnica de una planta de tratamiento de aguas residuales, las que permitan contrarrestar los impactos negativos en la salud y el ambiente generados por el inadecuado funcionamiento de la laguna de estabilización.

Palabras Clave: afluente, efluente, Massiapo, río Inambari.

ABSTRACT

This research paper called technical proposal evaluation and treatment plant wastewater was conducted in the town of Alto Inambari Massiapo district province of Sandia.

The problem that now presents are inadequate sanitary conditions of the population, as they are prone to gastrointestinal diseases and effect - contagious, while generating environmental problems caused. For the poor and inappropriate system of sewage treatment in the city, so it is necessary and important to the solutions to these problems.

The stated goal in research is to assess how the physical, chemical and biological parameters on the quality of wastewater stabilization pond and pose using a technique proposed treatment plant wastewater in order to reduce pollution the effect of the discharge of wastewater that are discharged directly to the receiving body

The methodology that has been raised is assessments, identification and data collection and sampling at different points in the system, and then proceeded to level laboratories for analysis and results were obtained from samples of the

These parameters, BOD5 is 429 mg / l. influent and 276 mg / l. in the effluent, and COD are 904 mg / l. influent and 620 mg / l. in the effluent, determined by comparing the effluent with LMP (maximum permissible levels) established in the DS003-2010-MINAM provides that the level of contamination is high values as potential pollutants (BOD5, COD). LMP exceed more than doubled, Polluting and thus affecting the existing aquatic life in the river Inambari, whereby wastewater effluent does not meet the LMP to be discharged into the receiving body. We conclude that it has determined the cause of the problem areas, these causes have analyzed the effects they produce, and secondly the environmental pollution, which cause a poor quality of life of the population. This is intended to have a technical proposal for a treatment plant wastewater to counteract the negative impacts on health and the environment caused by improper operation of the stabilization pond.

Keywords: influent, effluent, Massiapo, Inambari river.

INTRODUCCION

La contaminación de las aguas por descargas residuales constituye en la actualidad, una preocupación de escala mundial son estos principales causas de contaminación por elevada tasa de crecimiento de la población que no cuenta con una adecuada red para la recolección de las aguas servidas, constituyendo un peligro que amenaza a la humanidad y seres vivos, por ser una vía para la transmisión de enfermedades infectocontagiosas, produciendo malos olores y causar molestias.

El tratamiento de aguas residuales, es un proceso de tratamiento que incorpora transformaciones físicas, químicas y biológicas, con el objeto de tratar y remover los contaminantes físicos, químicos y biológicos del agua, efluente del uso humano.

El objetivo del tratamiento es producir agua ya limpia o reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango que puede utilizarse para diversos y diferentes propósitos. En la localidad de Massiapo del distrito de Alto Inambari, provincia de Sandia se cuenta con una laguna de estabilización de tipo anaerobia en serie, construida en 1996 por FONCODES y hoy colapsado completamente todo el sistema, por el rápido crecimiento de las malezas que contribuye en el deterioro de la infraestructura. La laguna de estabilización requiere una nueva construcción con dimensiones adecuadas, con el fin de alcanzar los límites máximos permisibles para garantizar la calidad del efluente final.

Por tal motivo se planteó el proyecto de investigación denominado "EVALUACION Y PROPUESTA TÉCNICA DE UNA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN MASSIAPO DEL DISTRITO DE ALTO INAMBARI - SANDIA". Con el cual se busca principalmente mejorar este sistema de tratamiento, para poder conseguir mejoras en la salud de la población de la localidad de acuerdo con esto, se definió como objetivo central de la investigación realizar la evaluación y diagnostico la situación de la planta de tratamiento de aguas residuales, y determinar los parámetros físico químico y bacteriológico, y sólidos en suspensión.

Mediante la propuesta técnica de una planta de tratamiento de aguas residuales, que es una necesidad evidente de la población actual, debido al peligro que estas presentan para la salud y el ambiente.

Para contribuir a la solución de estos problemas, es prioritario realizar una evaluación y plantear una propuesta técnica para una nueva construcción de planta de tratamiento con filtración biológica con dimensiones adecuadas para servir a toda la población de la localidad de Massiapo.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA, ANTECEDENTES, JUSTIFICACION Y OBJETIVOS

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad en nuestro país especialmente en zonas urbanas encontramos una serie de infraestructuras de sistemas de tratamiento de aguas residuales totalmente colapsadas, esto debido a diferentes razones como por ejemplo: cumplieron con su siglo de vida, incremento de población, mal diseño hidráulico, etc.

Por tal motivo es necesario evaluar y proponer la construcción de una infraestructura del sistema de tratamiento con filtración biológica. Una de las razones por las cuales la laguna de oxidación existente se encuentra deteriorado, con filtraciones y rajaduras de la estructura, además de producir malos olores, proliferación de moscas, zancudos, mariposas nocturnas y presencia de cerdos.

Durante las dos últimas décadas se ha hecho evidente la falta de investigación sobre el tema y la gran cantidad de información publicada contiene principalmente resultados de experiencias de diseño y operación, aunque existen varios aspectos importantes que aún no han sido investigados, se considera que este proceso de tratamiento de aguas residuales con filtración biológica puede considerarse como uno de los sistemas de tratamiento más eficaces.

Son estas consideraciones que ha motivado para que se plantee el presente trabajo de investigación del problema de saneamiento, y en particular el diseño de la infraestructura que se está proponiendo se plasme a nivel de alternativa, propuesta y solución en la localidad de Massiapo - Alto Inambari.

Sin embargo, es necesario indicar que, el tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos en el agua efluente.

El objetivo del tratamiento es producir agua limpia o efluente tratado reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango llamado biosólido (lodo) convenientes para su disposición o reúso. Es muy común llamarlo depuración de aguas residuales, por lo que,

las aguas residuales están conformadas por un 99% de agua y un 1% de sólidos en suspensión y solución estas se pueden clasificarse en orgánicos e inorgánicos.

En tal sentido, este trabajo se realizó a través de inspecciones en las áreas de estudios, donde se captaron muestras para luego ser analizadas en el laboratorio de análisis físico químico y biológico en los laboratorios de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

Cabe destacar que la presente investigación se realizó con especial interés debido a que la escasa planificación y ordenación de las ciudades en desarrollo urbanístico ha provocado en muchos escenarios el aumento de los vertidos de aguas servidas en los cuerpos de aguas (ríos, lagos, mares, etc.).

Las descargas de aguas servidas contienen generalmente, cantidades apreciables de compuestos indeseables que son ofensivos a la fauna acuática, a la apariencia física y algo de aun mayor significación, altera las condiciones sanitarias de tales receptores, así mismo los líquidos residuales contienen compuestos orgánicos putrescibles, agentes patógenos de enfermedades de carácter epidémico y muchas veces despojos industriales de carácter toxico, entre otros, por lo tanto deben de ser dispuestos y descargados de tal forme que no constituyan un problema social ni atente contra el ambiente mismo en el sitio donde se disponen.

Problema general

¿De qué manera se puede mejorar las condiciones adecuadas, del sistema de tratamiento de aguas residuales y reducir la contaminación en la localidad Massiapo del distrito de Alto Inambari?

Problemas específicos

¿Según el tipo de la infraestructura, que alternativas de solución se propone para mejorar las condiciones de vida y reducir la contaminación y los malos olores?

¿De qué manera influyen la temperatura y el pH, en la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), demanda química de oxígeno (DQO), sólidos suspendidos totales (SST), oxígeno disuelto (OD), y coliformes fecales (CF), de la laguna de estabilización?

1.2 ANTECEDENTES

A comienzos del siglo XX, algunas ciudades e industrias empezaron a reconocer que el vertido directo de desechos en los ríos provocaba problemas sanitarios. Esto llevó a la construcción de instalaciones de depuración. Aproximadamente en aquellos mismos años se introdujo la fosa séptica como mecanismo para el tratamiento de las aguas residuales domésticas tanto en las áreas suburbanas como en las rurales.

A nivel Internacional: Correa (2008), “evaluación y monitoreo del sistema de lagunas de estabilización del Municipio de Antioquia, Colombia” Trabajo de Investigación presentado como requisito para optar el título de Magister en Ingeniería Sanitaria de la Universidad de Antioquia, Facultad de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental Maestría en Ingeniería Medellín.2008, el cual tiene como Objetivos: 1) Evaluar el sistema de lagunas para el tratamiento de aguas residuales del Municipio de Santa Fe de Antioquia desde su diseño original y operativo teniendo en cuenta: caudal y carga de diseño, factores Ambientales, sistema de entrada y salida y de la infraestructura.

A nivel Nacional: Espinoza (2010), “Planta de tratamiento de aguas residuales San Juan de Miraflores” Tesis para optar el Grado de Máster en gestión ambiental, Facultad de Ingeniería de la Universidad de Piura. El cual tiene como objetivo de diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales, que reemplace a las lagunas de estabilización existentes, utilizando el área disponible actual, para su posterior rehusó en el distrito de Villa El Salvador, permitiendo así reducir la contaminación por desagües del océano Pacífico en la bahía de Miraflores y mejorar la salud de la población. Diagnóstico y evaluación de la eficiencia del sistema de tratamiento actual, por lagunas de estabilización. Selección de la alternativa adecuada desde el punto de vista técnico, económico y ambiental. Explicando el dimensionamiento de las instalaciones propuestas y la calidad del efluente a lograr según normas locales.

La Universidad Nacional de Mayor de San Marcos (UNMSM), hizo un diseño de humedal artificial para tratamiento de aguas residuales en la ciudad Universitaria, con el propósito de tratar el agua residual y controlar la contaminación del agua, el interés de aplicar estos sistemas naturales está basado, en la conservación de los recursos asociados con la energía y la química que son opuestos a los sistemas convencionales. Obteniendo como

resultado el rehusó de las aguas tratadas para el riego de áreas verdes, jardines, del estadio Universitario y para los servicios de limpieza de la ciudad Universitaria el proyecto fue ejecutado en el Año 2006.

A nivel Regional: Alanoca (2008) “Evaluación de la eficiencia operacional mediante las características Físico - Químicas y Biológicas de los afluentes y efluentes de las lagunas de estabilización en llave” Tesis para optar el título de Ingeniero Agrícola Universidad Nacional del Altiplano, 2008 Puno-Perú. El cual tiene como objetivos 1) determinar la eficiencia operacional mediante las características físicas - químicas y microbiológicas de los afluentes y efluentes de las lagunas 2) determinar el comportamiento hidráulico del sistema mediante aportes, distribución y variación de caudales, balance hídrico, volumetría, periodo de retención y factor forma.

La Municipalidad Distrital de José Domingo Choquehuanca de la provincia de Azángaro con el apoyo de las instituciones como SEDA Juliaca y la ONG - CARE Perú. Plantearon un “sistema de tratamiento de aguas residuales mediante humedales naturales”, para el distrito de José Domingo Choquehuanca, con el objetivo de tratar las aguas domesticas de la ciudad, obteniendo resultados beneficiosos para la ciudad, este proyecto fue ejecutado en el año 2004.

A nivel local en el distrito de Alto Inambari, no se cuenta con este tipo de tratamiento alternativo, para la depuración de aguas residuales, no obstante se tiene una laguna de estabilización de tipo anaerobia lo cual se encuentra deteriorado, colapsado, con crecimiento de malezas en su interior y por haber cumplido con su vida útil de la estructura.

Por todos estos antecedentes es realizar una evaluación y en la cual se hace la propuesta técnica de la planta de tratamiento de aguas residuales con filtración biológica con todos sus componentes, y con los procedimientos ambientales y necesarios en busca de la preservación del medio ambiente y la salud, de esta forma solucionar uno de los problemas más álgidos de esta localidad.

1.3 JUSTIFICACIÓN

Con el crecimiento poblacional de Massiapo distrito de Alto Inambari, el saneamiento ambiental es de gran necesidad, para ayudar a disminuir las enfermedades endémicas e infecciosas en los habitantes, en particular el manejo de las aguas residuales, ya que estas causan el impacto negativo en el medio ambiente y en la salud del ser humano.

Sin embargo, no se le ha dado solución a esta problemática, es por ello que se realizó el presente trabajo de investigación, para ayudar a resolver el problema existente al no tener un sistema de tratamiento adecuado, previo a su descarga, para evitar en lo posible la contaminación que causa la descarga directa de las aguas residuales, en el cuerpo receptor.

Con la implementación de este servicio se vendrá a beneficiar aproximadamente a una población de 2,225 habitantes de toda la capital del distrito garantizándoles la eliminación de contaminantes presentes en el agua residual y la exposición a la proliferación de enfermedades sintomatologías por agentes como virus y bacterias.

El propósito de dicha planta es producir agua tratada para ser depositada en el cuerpo receptor y que no produzca contaminación ambiental, razones por las cuales surge la necesidad de crear un sistema de tratamiento de agua residual que reúna las condiciones de saneamiento básicas, para evitar o aliviar los impactos negativos que se causan al ambiente humano y natural.

Para el sistema de tratamiento es necesario realizar estudios previos para saber el grado de contaminación del agua residual, con el objetivo de determinar las diferentes etapas de tratamiento que están enmarcadas en los resultados de las pruebas de aguas, guardando una relación directa con el DBO₅, DQO, SS, PH del agua, Coliformes fecales, Coliformes totales, Microorganismos, como también las grasas y aceites de dichas aguas descargadas, etc.

Por esta razón la necesidad de realizar la evaluación y propuesta técnica para el tratamiento de aguas residuales, por ende para su correcta operación, y control y mantenimiento del sistema, a fin de contribuir a preservar la salud de los pobladores.

Estos hechos posibilitan plantear la propuesta técnica, diseño y la construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales con filtración biológica en el distrito del Alto Inambari.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo general

Realizar la evaluación de la laguna de estabilización y plantear una propuesta técnica de una planta de tratamiento de aguas residuales, con la finalidad de reducir la contaminación causada por efecto de las descargas de aguas residuales en el distrito de Alto Inambari.

1.4.2 Objetivos específicos

1. Realizar evaluación del funcionamiento de la laguna de estabilización de aguas residuales, y determinar los parámetros físicos, químicos y bacteriológicos, tales como temperatura, potencial de hidrogeno, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), demanda química de oxígeno (DQO), sólidos sedimentables y suspendidos, nitritos y nitratos.
2. Plantear una propuesta técnica de una planta de tratamiento de aguas residuales con filtración biológica, así contribuir con el saneamiento y disminuir la incidencia de enfermedades gastrointestinales en los habitantes de la localidad.

1.5 HIPOTESIS.

1.5.1 Hipótesis general.

Mediante la evaluación y propuesta técnica planteada de una planta de tratamiento de aguas residuales, se reduce la contaminación y mejorar la salud de la población.

1.5.2 Hipótesis específicos.

1. La evaluación del actual sistema de tratamiento de la localidad de Massiapo, contribuirá en proponer una nueva construcción de planta de tratamiento de aguas residuales.
2. Mediante la propuesta técnica de planta de tratamiento de aguas residuales disminuirá la contaminación en la salud, y en los cuerpos receptores.

CAPITULO II

2.1. MARCO CONCEPTUAL.

2.1.1 Evaluación

Guevara (1996), indica que evaluar consiste en realizar un número de mediciones y análisis que al compararlos con los parámetros, normas y métodos pre-establecidos permiten un control y manejo adecuado del proceso o sistema de tratamiento.

Evaluar incluye acciones de supervisión, inspección, vigilancia y control con el propósito de prevenir, mantener, corregir, mejorar y optimizar los procesos individuales y todo el sistema.

Los criterios para la evaluación son la calidad requerida del efluente y lo que se desea controlar, todo va a depender del tamaño de las instalaciones, infraestructura, recursos existentes, personal disponible, laboratorios y gabinete.

En el proceso de evaluación se realizan un número de mediciones y análisis que permitan un control y manejo adecuado del proceso de lagunas, este tipo de evaluación es necesaria aunque consume tiempo, requiere personal con experiencia para interpretar los datos obtenidos, pero es el único medio para poder optimizar los sistemas lagunares, mejorar el diseño de estos sistemas, adecuándola según a la zona.

Romero (2001), indica que para “la evaluación de los diferentes características de agua residual se deben seguir los métodos normales o estándar, además una caracterización acertada del agua residual que requiere una técnica apropiada de muestreo que asegure resultados representativos, en general para que la muestra sea representativa, se prefieren sitios de muestreo con flujo turbulento donde el agua residual este bien mezclada. Sin embargo, el sitio de muestreo debe seleccionarse de acuerdo con cada problema individual de estudio”.

2.1.2 Propuesta

Plaza (1987), indica para obtener un mejor beneficio de los recursos que se dispone, se hace necesario buscar posibles alternativas coherentes, realistas de solución, entonces según el Diccionario Enciclopédico (2002), “es la idea que se manifiesta y ofrece alguien con determinado fin”.

2.1.3 Técnica

Plaza (1987), indica que es un conjunto de procedimientos de un arte o ciencia. Pericia o habilidad para usar esos procedimientos.

Según Gallegos (1999), son teorías o técnicas que nos permite aplicar los conocimientos, “la tecnología permite identificar el complejo mundo de la creación de los objetos y está vinculada al desarrollo”.

2.1.4 Propuesta técnica

Según Cultural Ediciones (1994), es la proposición o idea que se manifiesta y ofrece a uno para un fin, conjunto de procedimientos de que sirve a una ciencia o arte.

Es un documento en donde se plasman los objetivos, tareas, actividades y entregas específicas del proyecto.

Finalidad de lograr un acuerdo claro sobre los compromisos que estableces a fin de obtener resultados óptimos, delimitar los alcances del proyecto (saber hasta dónde sí puedes hacerlo o hasta dónde no).

2.1.5 Diseño e Ingeniería

Mischke (1991), indica que, diseño es una actividad ordinaria y no todos sus posibles significados son oportunos en ingeniería y hablar de diseño de ingeniería. Ya que el propósito principal del ingeniero es el de diseñar. Un ingeniero plantea o controla la acción recíproca entre energía, materia, material humano y dinero para cumplir en forma óptima un propósito especificado.

Christopher (1976), define como la iniciación del cambio en las cosas hechas por el hombre, nos lleva a concluir no solo el proceso de producción de dibujos si no también la vida completa del producto como parte integrante de diseño. Para realizar un diseño es preciso conocer el comportamiento de los materiales bajo el punto de vista de su resistencia física a los esfuerzos y los daños a que estarán expuestas, así como desde el punto de vista funcional, su aprovechamiento y eficiencia para ajustarlo a criterios económicos.

2.2. AGUAS RESIDUALES

Palacios (1991), establece que “las aguas residuales domesticas son aguas procedentes de las viviendas, oficinas y edificios comerciales que se conducen en forma combinada en alcantarillas subterráneas a una laguna de estabilización que generalmente están alejadas de la ciudad”.

Se denomina aguas revidas a aquellas que resultan del uso doméstico o industrial del agua, se llama también aguas residuales o aguas negras. Son residuales pues habiendo sido usadas. Constituyen un residuo, algo que no sirve para el usuario directo son negras por el color que, algunos autores hacen una diferencia aguas servidas y las aguas residuales en el sentido que las primeras provendrían del uso doméstico y las segundas corresponderían a la mezcla de las aguas domesticas e industriales, en todo caso están constituidas por todas aquellas aguas que son conducidas por el alcantarillado, sin previo tratamiento posterior a su uso.

Rolim (2000), manifiesta que las aguas residuales pueden definirse como las aguas que provienen del sistema de abastecimiento de agua de una población después, de haber sido modificada por diversos usos en actividades domésticas, industriales comunitarias, siendo recogidas por la red de alcantarillado que las conducirá hacia un destino apropiado.

Tchobanoglous (1996), indica que son aguas residuales domesticas se pueden incluir bajo esta definición a la mezcla de aguas residuales domesticas con las aguas de drenaje pluvial, aguas residuales de origen industrial, siempre que estén cumplan con los requisitos para ser admitidas en los sistemas de alcantarillado de tipo combinado.

Para Sáenz (1985), las aguas residuales domesticas se originan principalmente en las habitaciones, instalaciones sanitarias, lavado de utensilios domésticos, grifos de baño lavado de ropa y otros usos domiciliarios. El volumen generado está en función del nivel de educación y de las costumbres de los habitantes de las ciudades. Las aguas residuales domesticas son el producto de viviendas que poseen un sistema de Abastecimiento de aguas interconectadas a una red de alcantarillado en la que se vierte todas las aguas servidas de la vivienda como baño, cocina, etc.

2.2.1 Tipos de agua residual

Existen diferentes formas de denominar a las aguas residuales, las cuales se detalla en la siguiente tabla.

CUADRO N° 01

TIPOS DE AGUAS RESIDUALES		
TIPOS DE AGUA	DEFINICION	CARACTERISTICAS
Agua residual domestica	<i>Producidas en las diferentes actividades al interior de las viviendas, colegios, etc.</i>	<i>Los contaminantes están presentes en moderadas concentraciones</i>
Agua residual municipal	<i>Son transportados por el alcantarillado de una ciudad o población</i>	<i>Contiene materia orgánica, nutrientes y patógenos, etc.</i>
Agua residual industrial	<i>Las resultantes de las descargas de industrias</i>	<i>Su contenido depende del tipo de industria Y/o procesos industriales</i>
Agua negra	<i>Contiene orina y heces</i>	<i>Alto contenido de nutrientes, patógenos, hormonas y residuos farmacéuticos</i>
Agua amarilla	<i>Es la orina transportada con o sin agua</i>	<i>Alto contenido de nutrientes, hormonas y alta concentración de sales</i>
Agua café	<i>Agua con pequeña cantidad de heces y orina</i>	<i>Alto contenido de nutrientes, patógenos, hormonas y residuos</i>
Agua gris	<i>Provenientes de lavamanos, duchas, lavadoras</i>	<i>Tienen pocos nutrientes y agentes patógenos, por el contrario presentan máxima carga de productos y detergentes</i>

Fuente: ROMERO R. J. (2001)

2.2.2 Composición de las aguas residuales

Palacios (1991), indica que es importante recordar que siempre ocurrirán variaciones significativas en las plantas de tratamiento de aguas residuales, dependiendo de la dimensión del sistema, del tipo de aguas residuales y del diámetro de inclinación de los interceptores y tipos de contribuyentes de aguas residuales, las cargas orgánicas diarias para las diversas plantas de tratamiento de aguas residuales se estima usando datos horarios.

Las aguas residuales domesticas están constituidas en un elevado porcentaje (en peso) por agua, cerca del 99.9% y un 0.1% de sólidos suspendidos, de los cuales el 70% son orgánicos y el 30% son inorgánicos como arenas sales y metales, siendo este 0.1% el que debe ser sometido a tratamiento en las PTARs. La composición del agua residual está en función del uso, esta depende tanto de las características sociales y económicas de la población así como del clima, la cultura y del uso del suelo entre otras.

La composición y la concentración de estos constituyentes dependerán hasta cierto punto de las costumbres socio-económicas de la población, la composición del agua residual está determinada por el caudal y por su fuente.

Las aguas residuales constituyen básicamente en; agua, sólidos disueltos y sólidos en suspensión. Los sólidos son una fracción más pequeña (representan menos del 0.1% en

peso), pero representa el mayor problema a nivel de tratamiento. El agua provee solo volumen y el transporte de sólidos.

2.2.3. Características de las aguas residuales

Según Tchobanoglous (1996), las aguas residuales del sector industrial dependen totalmente del tipo de actividad productiva que desarrolle la empresa, en ellas es importante evaluar, a parte del caudal y la cantidad de materia orgánica, la presencia de sustancias tóxicas como los metales pesados.

La composición de aguas residuales se refiere a los constituyentes físicos, químicos, biológicos presentes en estas conocer la naturaleza del agua residual es esencial para la construcción y explotación de proyectos tanto de recogida como de tratamiento de evacuación de las aguas residuales.

Según CRITES (1998), Manifiesta que las características de las aguas residuales de un lugar varían dependiendo de factores como; consumo de agua potable, tipo de sistema de alcantarillado, presencia de desechos industriales, entre otros y es necesario considerar circunstancias tales como las variaciones diarias del caudal.

Las aguas residuales pueden provenir tanto de casas de habitación (aguas residuales domésticas), de empresas (aguas residuales de origen industrial o especiales) o de una mezcla de ambas (aguas mixtas), todas ellas poseen características físicas, químicas y biológicas diferentes y por lo tanto la normativa establece parámetros especiales en cuanto a su caracterización.

Las aguas residuales domésticas, por lo general, no contienen sustancias peligrosas como son los metales pesados, tóxicos fuertes, entre otros; pero si una elevada cantidad de agentes infecciosos y patógenos, dado que su principal prominencia es de los servicios sanitarios, son aguas con alta cantidad de amonio y nitrógeno debido a las excretas, lo que permite su tratamiento mediante diversos procesos biológicos.

Según Metcalf-Eddy (1985), son una combinación de líquidos o aguas portadoras de residuos procedentes de residencias, instituciones públicas así como de centros comerciales e industriales a las que eventualmente pueden agregarse aguas subterráneas superficiales y pluviales.

Las aguas superficiales constituyen el aporte de la escorrentía superficial y las pluviales de las precipitaciones, por tanto el grado de contaminación de las aguas es considerable,

ya que su fuente generadora y los vertidos urbanos son permanentes aunque hayan fluctuaciones horarias.

2.2.3.1 Características físicas:

Las características físicas más importantes del agua residual son el contenido total de sólidos, este engloba la materia en suspensión, la materia sedimentable, la materia coloidal y la materia disuelta.

- a) **Sólidos totales.** Se define como la materia que se obtiene como residuo después de someter al agua a un proceso de evaporación entre 103 y 105°C.

Los sólidos sedimentables, constituyen la cantidad de lodo que se obtendrá en la decantación primaria del agua residual. Los sólidos totales que se pueden clasificar en filtrables o no filtrables (sólidos en suspensión).

2.2.3.2 Características químicas:

El estudio de esta característica son los siguientes; materia orgánica, medición del contenido orgánico, y materia orgánica.

- a) **Materia orgánica.** Cerca del 75% de los sólidos en suspensión y del 40% de los sólidos filtrables de agua residual de concentración media son de naturaleza orgánica. Proviene del reino animal y vegetal. Los principales grupos de sustancias orgánicas presentes en el agua residual son las proteínas (40-60%), hidratos de carbono (25-50%), grasas y aceites (10%). Otro compuesto orgánico presente en la urea, principal constituyente de la orina.
- **Grasas de animales y vegetales.** La composición de las grasas animales y aceites es de alcohol o glicerol y ácidos grasos. La forma que llegan a las aguas residuales son como mantequilla, manteca, margarina, aceites y grasas vegetales. Las partículas de estos compuestos interfieren en el normal desarrollo de la vida biológica creando películas y acumulaciones de materia flotante desagradables.
- b) **Medida de contenido orgánico.** Los métodos más empleados para medir el contenido orgánico de las aguas residuales y superficiales son la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), y la demanda química de oxígeno (DQO).
- **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅).** El parámetro de contaminación orgánica más empleado, la DBO₅ a 5 días. La determinación del mismo está relacionada con la medición de oxígeno disuelto que consumen los microorganismos en el proceso de oxidación bioquímica de la materia orgánica.

La cantidad de oxígeno usado en la estabilización de materia orgánica y nitrogenada por acción de los microorganismos en condiciones de tiempo y temperatura especificados (generalmente cinco días y 20°C). Mide indirectamente el contenido de materia orgánica biodegradable.

- **Demanda Química de oxígeno (DQO).** Este ensayo se emplea para medir el contenido de materia orgánica tanto de aguas naturales como de aguas residuales.

En el ensayo se emplea un agente químico fuertemente oxidante en medio ácido para la determinación del equivalente de oxígeno de materia orgánica que puede oxidarse, la DQO de un agua residual suele ser mayor que la DBO, debido al mayor número de compuestos cuya oxidación tiene lugar por la vía química frente a los que se oxidan por vía biológica.

- c) **Materia orgánica.** Debido a que las concentraciones de los diferentes constituyentes inorgánicos pueden afectar mucho a los usos de agua, conviene examinar la naturaleza de algunos de ellos.

- **Nitrógeno.** Recibe el nombre de bioestimulante. Es básico para la síntesis de proteínas. El contenido total de nitrógeno está compuesto por nitrógeno orgánico, amoníaco, nitrito, nitrato.

El nitrógeno del nitrato es la forma más oxidada del nitrógeno que se puede encontrar en las aguas residuales, cuando el efluente secundario deba ser recuperado para la recarga de agua subterránea, la concentración del nitrato es importante. La concentración de nitratos en efluentes puede variar entre 0 y 20 mg/l en forma de nitrógeno (N), con valores típicos entre 15 y 20 mg/l.

- **Fosforo.** Este es esencial para el crecimiento de algas y otros organismos biológicos. El contenido de fósforo en aguas residuales municipales puede variar entre 4 y 15 mg/l.

2.2.3.3 Características biológicas:

Se tomará conocimiento de los principales grupos de microorganismos biológicos y organismos patógenos presentes en las aguas residuales así como aquellos que intervienen en los tratamientos biológicos.

- a) **Microorganismos.** Los principales grupos de organismos presentes en las aguas residuales se clasifican en eucariotas, eubacterias y arqueobacterias.

- **Bacterias.** Se pueden clasificar como eubacterias procariotas unicelulares los *Escherchia coli*, organismo común de heces humanas, miden de orden de 0.5 micras de ancho por dos micras de largo. Las bacterias trabajan en la descomposición y estabilización de la materia orgánica. Los coliformes se emplean como indicadores de la contaminación por desechos humanos.
- b) **Organismos patógenos.** Los principales organismos patógenos presentes en aguas residuales son las bacterias, los virus, los protozoos y el grupo de los helmintos. Los organismos bacterianos patógenos pueden ser excretados por el hombre causan enfermedades como la fiebre tifoidea y paratifoidea, la disentería, diarreas y cólera.

2.2.4. Composición de las aguas residuales después de su tratamiento

Según Sanchez (1995), indica que después de un tratamiento biológico que contemple un buen diseño, adecuado tiempo de retención hidráulico y en presencia de los microorganismos idóneos, las características finales del agua son muy distintas a las iniciales, la actividad biológica intensa y suficiente a cargo de las bacterias, algas, protozoarios, hongos, principalmente, produce agua mineralizada cuyas características son las requeridas en el desarrollo de la flora y fauna, lo cual significa capacidad de intercambio gaseoso, cantidad de oxígeno disuelto superior a 6 mg/l, mínima presencia de materia orgánica biodegradable, mucha cantidad de minerales como lo son carbonatos, bicarbonatos, cloruros, sulfatos, nitratos, fosfatos, sodio, potasio, calcio y magnesio. También puede encontrarse minerales como lo son los silicatos, fluoruros, compuestos de hierro, magnesio, aluminio, boro, entre otros.

Un aspecto a recalcar es la múltiple presencia de microorganismos encargados de los procesos para el tratamiento del agua residual en los sistemas biológicos.

2.3. TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

2.3.1 tratamiento de aguas residuales

Metcalf-Eddy (1996), indica que diversos autores argumentos que el objetivo básico del tratamiento de AR, es proteger la salud promover el bienestar de las personas y proteger el ambiente. Para otros autores, el objetivo es modificar las características del agua de tal forma que el efluente tratado cumpla con los requisitos especificados en la legislación, para ser vertido en un cuerpo receptor sin causar impactos adversos en el ecosistema o pueda ser reutilizado en otras actividades.

Desde el año 1900 hasta la década de los 70, los objetivos de tratamiento fueron inicialmente la reducción del material coloidal, suspendido, y material flotante. Hasta los 80 los objetivos estaban más relacionados con criterios estéticos y ambientales. Los criterios posteriores se hicieron más exigentes y empezó a considerarse la necesidad de eliminación de nutrientes.

Posteriormente en los años 90 como consecuencia del avance tecnológico, el tratamiento de aguas residuales se enfocó en solucionar los problemas de salud pública causados por sustancias tóxicas y microorganismos patógenos presentes en el agua residual y a desarrollar prácticas que permitan solucionar el problema en la fuente.

Ahora bien, el enfoque tradicional del tratamiento de las AR. Difiere totalmente del tratamiento destinado al reúso, para el primer caso los objetivos se centran en la reducción de los compuestos orgánicos biodegradables, del material flotante y del suspendido, el tratamiento con finalidades de reúso consiste en aprovechar los nutrientes y parte de la materia orgánica, concentrándose básicamente en la reducción de patógenos (OMS, 2006), los objetivos del reúso pueden ser múltiples, entre ellos se encuentra evitar la sobreexplotación del recurso hídrico, fomentar el uso eficiente del agua, prevenir la contaminación, sensibilizar y concientizar a la población sobre la importancia del reúso, complementar instrumentos de prevención y control.

2.3.2. Proceso biológico combinados (anaerobio aerobio).

Noyola (2003), manifiesta que el tratamiento biológico, al ser una herramienta de la naturaleza, está mejor adaptada para resolver los problemas de tratamiento de AR biodegradables, como las de origen municipal. Los procesos anaerobios y aerobios cumplen los requisitos deseables para establecer una tecnología perdurable siempre y cuando se conozcan sus limitaciones y bondades de manera que se ajusten buscando un beneficio en particular.

De considerarse los atributos de cada proceso al momento de seleccionar una tecnología, se avanzaría aunque fuera modesta forma. En la construcción del desarrollo sustentable. En función a la densidad de la población; área urbana y área rural y en función del clima, zonas cálidas y zonas frías o templadas entre otros, la influencia del clima y la temperatura del agua son particularmente importantes para los sistemas naturales, así como para los sistemas compactos anaeróbicos de esta forma, temperaturas inferiores a 10°C o ambientes donde la temperatura cercana a 0°C puede limitar la aplicación de estos procesos lo que resulta menos problemático para los procesos compactos

aeróbicos o fisicoquímicos (Noyola, 2003), en este contexto, las condiciones ambientales prevalecen a la hora de escoger tipo de tecnología a utilizar, sin embargo es sabido que el tratamiento combinado se presenta como una gran opción.

Crites y Tchobanoglous (2000), indican que una combinación entre ciertos procesos compactos y procesos naturales podrá en ocasiones ser una ventajosa opción, en particular cuando los costos deben ser reducidos y se tienen ciertas limitaciones de terreno, es sabido que los procesos biológicos ya sea aerobio o anaerobio por si solos son insuficientes para la eliminación de microorganismos patógenos y nutrientes, excepto las lagunas de estabilización, para el caso de los patógenos, posicionando la combinación de procesos como una herramienta a la hora de eliminar este tipo de constituyentes en las aguas residuales.

2.4. NIVELES Y PROCESOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

En términos generales en una PTAR, ocurren operaciones, procesos físicos químicos y biológicos.

Se puede considerar que las reacciones bioquímicas que se llevan a cabo en estos procesos son las mismas que se realizan en la naturaleza (ríos, lagos, suelos, etc.), solo en forma controlada dentro de tanques o reactores y a velocidades mayores, los niveles y procesos de tratamiento son:

2.4.1 Tratamiento preliminar

RIGOLA (1999), Indica que en los desbastes se retienen los sólidos de mayor tamaño, que podrían provocar un mal funcionamiento de los equipos posteriores. Pueden usar distintos equipos; rejas tamices autolimpiantes, microfiltros, etc.

La homogenización tiene por objetivo uniformizar los caudales y características del efluente cuando los vertidos son irregulares, discontinuos o diferentes de unos momentos a otros, evitando que descargas puntuales puedan afectar todo el proceso posterior.

Para conseguir la homogenización y evitar la sedimentación de sólidos, el depósito debe estar provisto de agitación, mecánico o por aire y es preciso acudir a dos, y hasta tres etapas de operación con un sistema automático de un control de PH. Si el volumen diario de vertido es pequeño realizarla neutralización en discontinuo.

2.4.2 Tratamiento primario

Para Rigola (1999), los tratamientos primarios preparan las aguas residuales para su tratamiento biológico, eliminan ciertos contaminantes y reducen las variaciones del caudal y concentración de las aguas que llegan a la planta.

Esta etapa se encarga de la remoción de parte de los sólidos pesados (arenilla) que trabaja únicamente con las fuerzas de la gravedad, el tratamiento primario prosigue la reducción de sólidos disueltos, turbidez y parte de la materia orgánica, también es airear el agua y sedimentar partículas más finas que vienen con el agua (polvo y tierra), por otro lado también cumple la función de enviar un caudal de agua constante a las demás unidades, es posible además la eliminación de una pequeña fracción de contaminación bacteriológica.

2.4.3 Tratamiento secundario

Según Rigola (1999), el tratamiento secundario más común es un tratamiento biológico aerobio seguido de una decantación secundaria en un tratamiento biológico, las bacterias y otros microorganismos destruyen y metabolizan la materia orgánica solubles y coloidales, la DQO y la DBO a valores de 100 mg/l la velocidad de degradación depende de que se hallen presente los microorganismos adecuados.

Aunque la mayoría de las sustancias orgánicas se degradan, especialmente de origen natural, algunos de origen sintético son muy resistentes.

2.4.4 Tratamiento terciario

Para Rigola (1999), los tratamientos terciarios completan el tratamiento de las aguas residuales cuando se necesita una depuración mayor de la conseguida con los tratamientos primarios y secundarios.

La filtración se utiliza para eliminar los sólidos que puedan haber sido arrastrados a la salida del decantador secundario, además de sus aplicaciones en tratamientos especiales. Como medio de filtración se puede emplear arena, grava, antracita, otro material adecuado, o una combinación de ellos. El pulido de efluentes del tratamiento biológico se suele hacer como capas de granulometría creciente, duales o de multimedia, filtrado en profundidad porque el fango arrastrado bloquearía fácilmente el filtro de arena fina trabajando en superficie, los filtros de arena son preferibles cuando hay que filtrar floculos formados químicamente y aunque su ciclo sea más corto pueda limpiarse con menos agua. Podemos apreciar en el siguiente cuadro.

CUADRO N° 02

NIVELES Y PROCESOS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		
NIVEL	DESCRIPCION	TRATAMIENTO
PRELIMINAR	<i>Remueve material causante de problemas operacionales como trapos, ramas, materiales, plásticos.</i>	<i>Rejas, tamices, desarenador, tanques de homogenización, trampas de grasa, medidor y repartidos de caudal</i>
PRIMARIO	<i>Remueve sólidos orgánicos e inorgánicos sedimentables para disminuir la carga orgánica</i>	<i>Sedimentador, unidades con inyección de aire tanque séptico Imhoff y tanques de flotación</i>
SECUNDARIO	<i>Procesos biológicos con una eficiencia de remoción de DBO soluble mayor a 80%</i>	<i>Lodos activados filtros percoladores humedales lagunas de estabilización. Reactores</i>
TERCIARIO	<i>Remueve sólidos suspendidos a través de microfiltración además en este nivel se remueven</i>	<i>Microfiltración, la coagulación y precipitación la absorción por carbón activado, cloración, destilación, oxidación química extracción por solvente remoción por espuma nitrificación - de nitrificación</i>

Fuente (RNE- Norma OS – 090 PTAR)

2.5 TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

2.5.1 Separador de sólidos - líquidos

Para Rigola (1998), las partículas insolubles, presentes en el agua natural o como resultado de un tratamiento químico previo, se elimina por alguno de los siguientes métodos principales; sedimentación de las partículas sólidas se separan por intersección mediante una malla de luz apropiada o con el uso de un medio solido poroso, o mediante flotación por adición de burbujas de aire que se adhieren a las partículas sólidas y las hacen flotar, la reparación de sólidos mediante hidrociclones o centrifugas son sedimentaciones aceleradas sustituyendo las fuerza centrífuga auxiliar impuesta sobre la suspensión.

Cámara de rejas

Se utiliza para separar objetos de tamaño más importante que el de simples partículas que son arrastrados por la corriente del agua. Se utilizan solo en desbastes previos. El objetivo es proteger los equipos mecánicos e instalaciones posteriores que podrían ser dañados u obstruidos con perjuicios de los procesos que tuvieran lugar se construyen como barras metálicas de 6 a más mm. De espesor dispuestos paralelamente y espaciadas de 10 a 100 mm. Se limpian mediante rastrillos y manejo manual.

2.5.2 Tanque Imhoff

Collado (1991), el tanque Imhoff consta de un depósito en el que se separa la zona de decantación, que se ubica en la parte superior de la digestión, situada en la inferior. Los sólidos que sedimentan atraviesan nuevas ranuras existentes en el fondo de comportamiento superior, pasando al inferior para su digestión a temperatura ambiente. Se emplea como tratamiento previo a la aplicación al terreno, lechos bacterianos etc. Y supone una mejora muy notable respecto del funcionamiento de la fosa séptica. El campo de aplicación para un tanque Imhoff puede llegar hasta 500 hab. Debido a limitaciones constructivas no obstante pueden situarse varios módulos y ampliar el rango poblacional de aplicación.

La zona de decantación, se diseña con el criterio de la carga hidráulica de 1m/h a caudal medio, el tiempo de retención oscila entre 2 y 4 horas. En cuanto a la zona de digestión, su volumen se diseña teniendo en cuenta la tasa de acumulación de fangos anual, varían según diversos autores, entre 40 l/hab./año. (public. health service USA), pudiendo tomar valores medios de 75 l/hab al año. Cuando esté incluido el tanque Imhoff dentro de un sistema más completo, que incorpore lechos bacterianos fangos activos etc.

Capacidad de remoción de los tanques Imhoff.

Se ha encontrado en el rendimiento de un tanque Imhoff en su cámara de sedimentación presenta remoción de 40 al 65%, dependiendo de la concentración de sólidos sedimentables en mg/l. y del tiempo de retención.

El tanque Imhoff cuenta con las siguientes partes.

- Cámara de sedimentación
- Cámara de digestión
- Cámara de natas

Cámara de sedimentación:

Es un comportamiento en la cámara superior del tanque que recibe las aguas negras y se han dimensionado a fin de proporcionar un tiempo de retención de acuerdo al flujo promedio de las aguas negras, para una tasa de sedimentación de 24 m³/día, el fondo de cámara consiste en dos lozas convergentes que tienen una inclinación entre 50° a 60° respecto a la horizontal a fin de que los sólidos se sedimenten y caigan en un compartimiento de digestión a través de una ranura con abertura de 15 a 20 cm. con el

objeto de que los gases de la digestión, no penetren en la cámara de sedimentación, provocando turbulencia y arrastre de sólidos de la superficie.

Esta cámara cuenta con un bafle a la entrada con el objeto de distribuir uniformemente el afluente, contara también con otra salida para impedir la salida de las natas al afluente.

Cámara de digestión:

Es el compartimiento interior del tanque donde los sólidos sedimentables sufren una digestión anaerobia, su capacidad debe de diseñarse para un mínimo de 40 l/persona para un periodo de remoción de 60 días.

El fondo de la cámara no debe exceder de 50 cm, los lodos digeridos se removerán de las tovas por medio de un tubo de 20 cm. De diámetro, utilizando la carga hidrostática, por la que para tal fin la línea de descarga se localizara aproximadamente de 1.80 a 2.0 m por debajo del nivel de agua de la cámara de sedimentación, con el objeto que la diferencia de presión haga salir el todo cuando las válvulas se harán.

Esta tubería debe equiparse con una línea de limpieza constituida por una línea de agua aprensión para fluidizar los lodos en el principio de la operación de extracción si se hace necesario.

Cámara de natas:

En el proceso de digestión algunos sólidos ascienden formando natas y grasas que son expulsados a la atmosfera por esta cámara. El ancho mínimo de las cámaras a considerar será de 1.0 m.

2.5.3. Sedimentador

Para Rolim (2000), es un compartimiento en la cámara superior del tanque que recibe las aguas negras y se han dimensionado a fin de proporcionar un tiempo de retención de acuerdo al flujo promedio de las aguas negras.

2.5.4. Filtro biológico

Según Rolim (2000), el filtro percolador es una estructura que estas compuesta de un lecho de gravas de río (cantos rodados) de diámetro uniforme de 2 pulgadas, estas gravas serán dispuestos sobre una caja de soporte, y sobre ella se rociarán los desagües luego de tratamiento primario, sobre estas gravas se desarrolla una gran variedad de población microbiana que se alimentan de la DBO₅, logrando su remoción.

2.5.4.1.- Filtro biológico anaerobio

Según Rolim (2000), el depurador aeróbico forma parte del primer paso (pre-tratamiento) del proceso principal de depuración del agua residual tratada en planta.

Este depósito tiene una capacidad de 120 m³ y está compuesto por un digestor biológico anaerobio más decantador primario y el decantador secundario anaerobio, fabricado en poliéster reforzado con fibra de vidrio, cuyas medidas son de 3,50m de diámetro por 13,20m de largo, relleno con material de soporte para el desarrollo de la vida microbiana.

El agua a tratar fluye en sentido ascendente, entrando en contacto en el medio sobre el que se desarrollan y fijan las bacterias anaerobias. Dado que las bacterias están adheridas al medio y no son arrastrados por el afluente.

2.5.4.2.- Filtro biológico aerobio

Para Rolim (2000), el filtro biológico aerobio forma parte de post tratamiento de los efluentes, este depósito tiene una capacidad de 6 m³ y está fabricado en poliéster reforzado con fibra de vidrio y relleno con material filtrante (plástico sintético), que permite perfectamente el desarrollo de la vida bacteriana.

El agua a tratar se reparte sobre la superficie de este material filtrante distribuyéndose lo más finamente posible, y se va depurando a medida que va atravesando el lecho donde se desarrolla una variada fauna de microorganismos en forma de película biológica.

El repartido abierto y aleatorio del material filtrante permite el paso libre de corrientes de aire que aportan el oxígeno necesario para la vida de los microorganismos y al mismo tiempo permite una libre evacuación de los sólidos que puede transportar el agua, evitándose así los posibles atascos.

El referido filtro se encuentra asistido por un equipo suplantado idéntico al empleado en el tanque homogenizador.

2.6 PRINCIPALES SISTEMAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Entre los tratamientos de aguas residuales más comunes y utilizados se encuentran:

- Lodos activados
- Filtros percoladores
- Discos biológicos rotativos
- Lagunas

a) Lodos Activados:

El principio básico del proceso consiste en que las aguas residuales se pongan en contacto con la población microbiana mixta (aerobia y anaerobia), en forma de suspensión flocculenta en un sistema airado y agitado. La materia en suspensión y la coloidal, se eliminan rápidamente de las aguas residuales por adsorción y aglomeración en los flóculos microbianos. Esta materia y los nutrientes disueltos se descomponen lentamente por metabolismo microbiano, proceso conocido como “estabilización”. En éste parte del material nutriente entra a un proceso llamado mineralización que es una oxidación de sustancias simples, y parte se convierten una materia celular microbiana (asimilación).

b) Filtros percoladores:

Los filtros percoladores se clasifican dentro de los procesos de biomasa fija. El mecanismo principal de remoción de la materia orgánica de este sistema no es la filtración sino la adsorción y asimilación biológica en el medio de soporte. Generalmente, no requieren recirculación, a diferencia del sistema de lodos activados donde está es determinante para mantener los microorganismos en el licor mezclado. Sin embargo, ambos sistemas o procesos son similares en cuanto a que dependen de la oxidación biológica de la materia orgánica presente en el agua residual produciendo bióxido de carbono y energía, la cual es usada como sustento y promotor para el crecimiento de la biomasa.

b) Discos biológicos rotativos:

Cuando el proceso inicia su operación, los microbios del agua de desecho se adhieren a la superficie del material y se desarrollan hasta que toda esta área queda cubierta con una capa o película microbiana.

Al girar los discos, la bio-película adherida a éstos entra en contacto con el agua de desecho que está en el tanque, al salir del agua, los discos arrastran una capa líquida sobre la superficie de la película biológica la cual entra en contacto con el oxígeno; por efecto de difusión molecular se oxigena y los microorganismos utilizan el oxígeno molecular disuelto para efectuar la degradación aerobia de la materia orgánica presente en el agua. Como productos de este proceso se obtiene: agua, bióxido de carbono y más microorganismos.

d) Lagunas

Las lagunas o estanque de estabilización son medios simples y flexibles de tratamiento de aguas residuales para la descomposición biológica del material orgánico.

De acuerdo a su contenido de oxígeno, las lagunas de estabilización se pueden clasificar como:

Anaerobias.- Ausencia de oxígeno en toda la laguna. Procesos con microorganismos anaerobios y facultativos

Facultativas.- Presencia de O₂ en la superficie de la masa líquida, ausencia de O₂ en el fondo Proceso, con microorganismos aerobios, facultativos y anaerobios.

Aerobias.- O₂ disuelto en toda la masa líquida. Procesos con microorganismos aerobios y facultativos.

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS DE INVESTIGACION

3.1.- ASPECTOS GENERALES

3.1.1. Ubicación del área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicado en la localidad de Massiapo del distrito de Alto Inambari de la provincia de Sandia, región de Puno, tiene una altitud de 1,600 m.s.n.m., comprendido en el área quechua, región de la selva alta y parte de la selva baja.



FIGURA 01. UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

3.1.2. Ubicación política y geográfica:

Ubicación política:

Región	:	Puno
Departamento	:	Puno
Provincia	:	Sandia
Distrito	:	Alto Inambari

Ubicación geográfica:

Latitud : 14° 05' 09"
 Longitud : 69° 14' 27"
 Altitud : 1,600 m.s.n.m.

3.1.3. Los límites del distrito son:

Norte : Con distrito de San Pedro de Putina Punco y Limbani
 Sur : Con el distritos de Sandia, Yanahuaya y Patambuco
 Este : Con el distrito de San Juan del Oro y Putina Punco
 Oeste : Con el distrito de Phara

3.1.4. La accesibilidad:

La principal vía de acceso a la localidad de Massiapo es terrestre desde la ciudad de Juliaca. En Massiapo se cumple una secuencia ya establecida cuyo transporte de pasajeros y productos (mercaderías) es muy continuo, así de la ciudad de Juliaca viajan los vehículos motorizados todos los días de la semana durante el día desde las 6.00 a.m. hasta 8.00 a.m. en los terminales de Juliaca y Massiapo. Las principales vías que existen son de transporte terrestre, trocha carrozable, caminos de herradura, que a continuación indicamos en el siguiente cuadro:

CUADRO N° 03

DISTANCIAS EN KILÓMETROS DE MASSIAPO A LOS DIFERENTES DISTRITOS

N°	UBICACIÓN	TIEMPO	KM.	TIPO DE VIA
1	Puno – Juliaca	45 ‘	45	Carretera asfaltada
2	Juliaca – San Antonio de Putina	1 hora 30’	89	Carretera asfaltada
3	San Antonio de Putina – Sandia	5 horas	143	Carretera asfaltada
4	Sandia – Alto Inambari	3 horas	53	Trocha carrozable
TOTAL		10 horas 15”	330	

FUENTE: Elaboración propia Año- 2012.

3.1.5. Características generales del ámbito de estudio

Clima

El clima del distrito de Alto Inambari, es variado, debido al aspecto geográfico, porque presenta: en la misma localidad Cerros Altos, y parte baja donde se ubica el capital, que es selva, su aspecto geográfico podemos considerar: Ambiente tipo templado cálido. Asimismo, es un lugar muy lluvioso y húmedo con una temperatura anual de 19°C (rangos de temperatura: máxima y mínima).

Topografía

La ciudad presenta suelo con grandes accidentes geográficos, con fuertes pendientes a todas las direcciones de 5 a 300 por mil. Dentro del área del proyecto, también existen relieves de importancia, como la zona alta la parte media, así como se indica que la topografía es variada en todo el ámbito del proyecto.

Geología

El suelo subsuelo de la localidad de Massiapo está constituido por diferentes capas de estratos como grava arenosa y grava limo arcilloso y en algunas partes roca sueltas, en toda su superficie.

Las unidades geológicas reconocidas, están constituidas por rocas sedimentarias, volcánica-sedimentaria, y depósitos fluvi-aluviales, cuyas edades abarcan desde el Cretácico hasta el cuaternario reciente.

3.1.6 Situación socioeconómica

La zona afectada es la localidad de Massiapo, capital del distrito de Alto Inambari, comprende además los ubicada en la parte alta, que se beneficiaran con el proyecto, en la actualidad cuenta con 1095 habitantes 219 familias, teniendo en cuenta 5 personas por familia, indicador que ha sido calculado teniendo en cuenta la información de población y número de familias por cada lote dentro del área de influencia del proyecto según padrón. La tasa de crecimiento provincial es de 1.5% promedio anual se usó por que el año 1994 se creó con distrito, tasa que ha utilizado el INEI para realizar las proyecciones al 2,031 teniendo como base la población censada de 1993, 2007, en base a estos datos se ha realizado la población proyectada, al año 2031, que el cual es el periodo de diseño de la obra.

Las viviendas que predominan (40.71%) son construidas con adobe o tapial, siendo este el material predominante en las construcciones de la localidad. El 30.52% es de piedra con barro.

3.1.7 Población económicamente activa (PEA)

Se muestra la población económicamente activa, de 6 años a más por categorías de ocupación; lo que significa que del total de la población del distrito solo el 52.15% es la participación de la PEA ocupada en la provincia; analizando la PEA en el distrito se tiene, que el 18.32% son obreros, 51.03% trabajadores independientes, 18.85% trabajador familiar no remunerado, seguido por empleador o patrono con 6.72%, 0.35% trabajadores de hogar y por último tenemos el 4.71% empleados.

3.1.8 Actividades económicas

Actividad minería

La principal actividad que sustenta la economía de los pobladores de Massiapo, es la Agricultura esta actividad representa 77.38% y la Minería, dada por sus yacimientos mineros sé que encuentran dentro de esta Jurisdicción, según la encuesta socio económica, esta actividad ocupa al 4.93% de la PEA local.

El problema central de la minería se da por el poco aporte en la economía zonal y desconocimiento cuantificado de la minería artesanal en la dinámica de la economía de Alto Inambari; a causa del aumento de la informalidad en minería artesanal por el desempleo en el área, explotación minera con tecnología artesanal, desconocimiento de la normatividad minero artesanal y incumplimiento de los derechos mineros por parte de los concesionarios. Es importante señalar que según el reporte del Ministerio de Energía y Minas de Puno en la jurisdicción del distrito de Alto Inambari existe un aproximado de 82 Concesiones Mineras registradas al 28 de enero del 2011.

Actividad agrícola

Según el censo de 1994 un 80% de pobladores de Massiapo Alto Inambari se dedican a la agricultura, entre los principales productos cultivados se tiene: Café, Coca, cítricos (limón, mandarina, piña), maíz amarillo duro, frijoles, pallares, piña, rocoto, plátano de diversas especies, yuca, camote, cacao, chima, palta, papa japonesa, balusa (pituca), etc. Cuya producción se obtiene entre los meses de abril a agosto.

La extracción de la madera constituye una actividad complementaria del poblador de la zona. Con respecto a los rendimientos de los diferentes productos agrícolas son considerablemente bajos.

Actividades pecuarias

La actividad es de autoconsumo, se concentra en la crianza de ganado vacuno, ovino, porcino y la crianza de animales menores como: gallinas, cuyes, ambas crianzas en pequeña escala, por las áreas reducidas con que cuenta el distrito.

Actividad forestal

Esta actividad se desarrolló de regular importancia, las especies que se explotan como el eucalipto, pinos, y otros árboles menores de la selva, se utilizan generalmente como combustible y para la explotación de madera en pequeñas cantidades.

3.1.9 Servicios públicos

Educación

De los pobladores del distrito mayoritariamente tienen educación primaria 3,459 habitantes (46.91%), educación secundaria 2,094 habitantes (30.21%), pobladores que tienen nivel de educación superior completa representa el 1.05% otro factor que ha influido en el nivel de educación de los pobladores es la carencia de centros de formación superior, (CEO, Tecnológicos), lo mismo que no incentiva a continuar sus estudios.

Salud

La presentación de los servicios de salud, como atenciones, actividades preventivas – promocionales y prevención de enfermedades, están a cargo de un Centro de Salud I - 3 del MINSA, que tiene como referencia al Centro de Salud de Massiapo ubicada dentro de esta localidad.

Enfermedades Predominantes

Las enfermedades más predominantes en esta localidad dentro de los cuales mencionaremos las diez primeras causas de mortalidad general. En el siguiente cuadro, observamos las causas de morbilidad general de la población de Alto Inambari, al año 2009, enfermedades producidas de origen hídrico y la carencia de saneamiento básico son parasitosis intestinal con un 8.45%, así mismo la gastritis y micosis superficial son de 6.81 y 6.68% de las cuales las causas fundamentales enfermedad en la morbilidad infantil en el distrito. Enfermedades infecciosas 7.19%, enfermedades de la piel 6.52% y enfermedades del sistema digestivo en un 0.67%, Otros síntomas, signos, hallazgos, inciden en la salud de la población de la localidad de Massiapo.

CUADRO N° 04
DIEZ PRIMERAS CAUSAS DE MORBILIDAD GENERAL DE LA POBLACIÓN DEL DISTRITO DE ALTO INAMBARI AL 2009

CAUSAS	MORBILIDAD GENERAL	
	Nº	%
<i>Faringitis aguda</i>	606	25.47
<i>Lumbalgia</i>	257	10.8
<i>Rinofaringitis, rinitis</i>	246	10.34
<i>No neumonía</i>	216	9.08
<i>Micosis no especificada</i>	208	8.74
<i>Parasitosis intestinal</i>	201	8.45
<i>Candidiasis vaginal</i>	173	7.27
<i>Gastritis no especificada</i>	162	6.81
<i>Micosis superficial sin otra especificación</i>	159	6.68
<i>Bronquitis aguda no especificada</i>	151	6.35
Total	2379	100

FUENTE: CENTRO DE SALUD DEL DISTRITO DE ALTO INAMBARI.

CUADRO N° 05
DIEZ PRIMERAS CAUSAS DE MORBILIDAD INFANTIL DE LA POBLACIÓN DEL DISTRITO DE ALTO INAMBARI AL 2009

CAUSAS	MORBILIDAD INFANTIL	
	Nº	%
<i>Enfermedades del sistema respiratorio</i>	450	75.25
<i>Ciertas enfermedades infecciosas</i>	43	7.19
<i>Enfermedades de la piel</i>	39	6.52
<i>Otros síntomas, signos, hallazgos</i>	19	3.18
<i>Enfermedades del ojo</i>	19	3.18
<i>Enfermedades endocrinas</i>	15	2.51
<i>Enfermedades del sistema digestivo</i>	4	0.67
<i>Enfermedades del oído</i>	4	0.67
<i>Enfermedades del sistema genito urinario</i>	3	0.5
<i>Traumatismo</i>	2	0.33
Total	598	100

FUENTE: CENTRO DE SALUD DEL DISTRITO DE ALTO INAMBARI.

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS EN GABINETE Y CAMPO

Materiales utilizados en gabinete

1. Laptop HP
2. Memoria USB 8 Gb.
3. Impresora
4. Software (Word, Excel, Autocad 2010)
5. Útiles de escritorio

Equipos y materiales utilizados en campo

1. Wincha de lona 50 m.
2. Recipiente de 2.5 Lts.
3. Cronometro
4. GPS Garmin
5. Guantes quirúrgicos
6. Frascos para muestras
7. 01 Culer
8. Flexómetro
9. Cámara fotográfica

Materiales utilizados en laboratorio

1. Medidor multiparametrico
2. Matraz Elemeyer
3. Bureta automático de 25 ml.
4. Conductimetro
5. Catalizador de nitrógeno
6. Ácido sulfúrico
7. Termómetro portátil

3.3 METODOLOGIA UTILIZADA

La metodología en la realización del presente trabajo de investigación comprende en las siguientes fases y etapas, las mismas que se describen a continuación.

3.3.1 Fase inicial de investigación.

Esta fase consistió en la recopilación de información para el fundamento del trabajo y además permitiera elaborar el plan de investigación. La información contó con aspectos sobre investigaciones realizadas anteriormente, unidades físicas que la conforman y procesos que ocurren en cada una de ellas, y otros. Para el marco teórico se hizo necesario considerar los parámetros mínimos que se deben incluir en laboratorio, así como los puntos específicos de muestreo adecuados, de tal forma que sean representativos del proceso que se realiza en cada unidad.

3.3.2 Fase de campo

La fase de campo se realizó de acuerdo a los siguientes puntos de muestreo:

3.3.2.1 Selección de los puntos de muestreo.

Criterios de selección de los puntos de muestreo:

- Que el punto de muestreo permita que la muestra tomada sea representativa del proceso que se genera en cada unidad que conforma el sistema de tratamiento.
- Que el punto de muestreo sea de fácil acceso para determinar su ubicación posterior; que se ubique, estratégicamente cerca de las unidades del proceso.

3.3.2.2 Toma de muestras.

Las muestras fueron tomadas durante los meses de 11 de Junio de 2013, 02 de Julio del 2013, 04 muestras fueron tomadas en 2 horas consecutivas. Las muestras compuestas tomadas para efectuar el análisis físico químico, y análisis bacteriológico, todas las muestras fueron trasladadas al laboratorio inmediatamente después de concluida su toma.

3.3.2.3 Aforo.

Para determinar los caudales que entran y salen de las plantas, se procedió a utilizar el método volumétrico en la cual se utilizó, un recipiente de 2,5 litros Las mediciones de caudales fueron realizadas en el afluente es de 7.02 l/s y del Efluente es de 6.18 l/s y una pérdida de 0.84 l/s en la laguna de estabilización de aguas residuales existente.

3.4.1 Fase de laboratorio

Las características químicas y biológicas del agua residual fueron determinadas en los laboratorios de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno, de acuerdo a los estándares utilizados en el Laboratorio de Ingeniería Agronómica y de la Facultad de Medicina Humana para su análisis Microbiológico.

3.4.1.1 Análisis físico químico realizado

Determinación de nitratos, nitritos, oxígeno disuelto, pH, sólidos sedimentables y suspendidos, fosfatos, demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno.

3.4.1.2 Análisis bacteriológico

Para la realización de este examen se utilizó el método de los tubos de fermentación de dilución múltiple, tanto para la determinación de coliformes totales como fecales. Para lo cual se utilizaron diluciones de 1×10^{-4} hasta 1×10^{-11} , para posteriormente ser inoculado en los tubos de cultivo con caldo lacteado (para prueba presuntiva), como en los que contenían verde brillante y E.C. (para prueba confirmativa de coliformes totales y fecales, respectivamente).

ETAPAS DE INVESTIGACIÓN

En la primera etapa

Se realiza el diagnóstico y evaluación de las fuentes de contaminación de aguas residuales identificadas, además la situación actual de la infraestructura de la laguna de estabilización.

En la segunda etapa

Se procede la determinación de parámetros de campo (pH, temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto y salinidad), además se ha tomado muestras en el afluente y efluente en la laguna de estabilización para la determinación de los parámetros, los mismos serán analizados en los laboratorios de la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, y de Facultad de Medicina Humana, cuyos resultados se presentarán en el informe correspondiente.

En la tercera etapa

Sistematización y procesamiento de los resultados obtenidos de acuerdo a los análisis de datos obtenidos en los parámetros de campo y laboratorio, se efectuara con la sistematización correspondiente.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 EVALUACION DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DE LAS LAGUNAS DE ESTABILIZACIÓN DEL DISTRITO DE ALTO INAMBARI- SANDIA

4.1.1. Descripción general de las lagunas de estabilización del distrito de Alto Inambari- Sandia.

El sistema de saneamiento básico en la actualidad. En cuanto a los redes de desagüe, en algunas vías no funcionan adecuadamente por la obstrucción de tuberías en las redes colectores, a efectos de rotura de tapas de buzones, y otros como la insuficiente conducción de caudales por el menor diámetro que se tiene y así mismo influyen también directamente como:

- El bajo costo de los servicios (S/.15.00/Anual, aprox./del costo real). De agua potable y desagüe.
- morosidad de los usuarios (morosidad mayor al 70%).

Por tanto los administradores del sistema se limitan a brindar servicio de acuerdo al alcance económico que poseen.

Cuencas de desagüe

La topografía del área urbana define una sola cuenca principal en la zona urbana de Massiapo, que todas las tuberías colectoras fluyen a un emisor principal.

Red de alcantarillado

En la actualidad solo el casco urbano de Massiapo, cuenta con servicio de desagüe. Instalados con tuberías de desagüe PVC Ø 6" y 8" en las redes principales, esto causa insuficiente para el flujo de caudal de aguas servidas, frecuentemente se colmatan estas tuberías y ocurre que en las partes bajas por conexiones domiciliarias y de buzones fluyen agua servidas, haciendo daño a los usuarios.

La actual extensión de la red colectora se distribuye por diámetros conforme se presenta en los siguientes cuadros:

CUADRO N° 06
CARACTERÍSTICAS DE LA RED DE ALCANTARILLADO – MASSIAPO

DIAMETRO(mm)	LONGITUD(m)	MATERIAL
6"	230.6	PVC
8"	1,760.00	PVC
TOTAL	1,990.60	

Fuente: Metrado de redes existentes

La red colectora de Massiapo y emisor cuenta con un total de 32 buzones de registro. Estas redes fueron ejecutadas con recursos de la Municipalidad, en los periodos anteriores y por FONCODES 2002.

CUADRO N° 07
LOCALIDAD DE MASSIAPO, SISTEMA DE SANEAMIENTO EXISTENTE -2014

Concepto	Familias total (N°)	Con conexión (N°)	Sin conexión (N°)	Con letrinas (N°)
Viviendas	445	207	89	149
(%)	100.00%	46.50%	20%	33.50%

Fuente: Elaboración propia.

La cobertura de alcantarillado mencionado, es aceptable para una localidad pequeña el problema radica con la ampliación de redes hacia sectores de recientes construcciones de viviendas, que los diámetros instalados de 6" se han visto insuficientes por que se requiere renovar estas redes con tubería de mayor diámetro.

En caso de letrinas sanitarias son ubicadas en las periferias de los riachuelos y río, y algunos de ellos son evacuados directamente al río (Inambari).

Laguna de estabilización

La localidad de Massiapo cuenta con una laguna de estabilización de tipo anaerobia en serie, construida en 1996 por FONCODES.

Tiene las siguientes características

- a. Largo 50.00 m.
- b. Ancho 20.00 m.
- c. Profundidad 1.50 m.

Cada uno asciendo una área total de lagunas 0.20 ha.

El desagüe llega a la cámara de rejillas y pasa la cámara de distribución de caudales, que en esta estructura no distribuye ningún caudal, ya el agua servida mediante tuberías es conectada directamente a la siguiente laguna de oxidación.



FIGURA N° 02. SE EVIDENCIA LA SITUACIÓN ACTUAL DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACION

Se aprecia la laguna de estabilización en actual situación con presencia de cerdos por su ubicación cercana a las viviendas.

Hasta la fecha no hay descarga del afluente tratado, por razones de que la segunda laguna no funciona, para toda la población de la localidad de Massiapo.

La laguna presenta por su material construido, totalmente permeable, tanto en los taludes, y en el fondo, y se observa en la segunda laguna la presencia de algas. Se encuentra cercana a las viviendas de las poblaciones, a menos de 100 metros de la vivienda más cercana.

Características de las aguas residuales

Las aguas residuales de Massiapo son de origen predominantemente doméstico.

Definiciones del sistema

- Colapso de colectores, tuberías atoradas y deterioradas por acción de las lluvias.
- Las aguas servidas directamente ingresan al río, lo que genera la contaminación.
- La laguna de estabilización requiere una construcción nueva con dimensiones adecuadas para servir a toda la población de la localidad de Massiapo.
- No existen recursos humanos y materiales en cantidades adecuadas para realizar el mantenimiento necesario, existe filtración en la laguna.

Aspectos Ambientales

Los principales problemas respecto a los aspectos ambientales son:

- Limitada infraestructura de apoyo logístico (movilidad, teléfono - fax, e-mail, equipos de radio y audiovisuales, etc.) y de personal capacitado, impide que el personal participe en programas de protección de los recursos hídricos y del medio ambiente en general.
- El desconocimiento de la población sobre la importancia y la función de las entidades como el Ministerio de Salud, como inductora de la promoción de Salud y preservación ambiental, tomando y analizando muestras con análisis bacteriológico.
- El uso no controlado e indiscriminado de agua durante las horas de servicio, desperdicios, fugas, origina charcos en la vía pública y/o al interior de la vivienda.
- La disposición de excretas a campo abierto, en áreas de cultivo, por carecer de redes de desagüe y/o letrinas, contaminando el suelo y al río.

Vulnerabilidad de los Sistemas

No cuentan con el personal capacitado para formular un plan de mitigación de desastres para la infraestructura de los sistemas de agua potable y saneamiento que administran.

Los peligros naturales potenciales que amenazan los sistemas de agua potable y alcantarillado son.

- Cuando se llena la laguna, los efluentes son sin tratamiento por que ocurre en la actualidad además existe rápido crecimiento de las malezas lo que deteriora aún más la infraestructura.
- Se propone lograr e implementar un plan de gestión y control operacional de sus instalaciones.

4.2. EVALUACIÓN DE DATOS EN CAMPO

4.2.1. Características generales

Observaciones propias de la laguna de estabilización, se realizaron en un nivel de control medio mensual con la ayuda de hojas de control, se verifico las estructuras que conforman sistema de tratamiento de aguas residuales.

Apariencia y color.- Se puede apreciar un color ligeramente amarillento en el afluente y color verde oscuro en el efluente, el cual indica el contenido de microorganismos en las lagunas.

Natas y lodos.- Se pudo apreciar la presencia de natas y lodos, en gran cantidad en las esquinas de la laguna, existe un gran espesor de lodo debido a que no se realiza la limpieza del mismo, desde su construcción.

Olor.- Es posible como consecuencia de una mala operación y falta de mantenimiento, los olores desagradables provienen de depósitos de lodo flotante y vegetación putrefacta.

Vegetación en las lagunas.- Existe bastante vegetación y malezas alrededor de la laguna.

Estado de la estructura.- Existe filtración en la laguna y deteriorado por acción de lluvias.

4.2.2. Parámetros operacionales

La medición de estos parámetros se realizó in-situ, con la ayuda de hojas de control en donde se anotaron los datos recolectados en los puntos de muestreo, también se verifico la fecha, la hora y lugar de ubicación del punto de muestreo.

4.2.3. Parámetros de monitoreo

Estos parámetros se determinaron en el laboratorio, previo toma de muestras en el campo en puntos específicos del sistema de lagunas (afluente y efluente). Los resultados obtenidos se muestran en sus respectivos certificados (ver anexo).

Los parámetros de mayor importancia son (DBO₅, DQO, pH, CE, fosforo, aceites y grasas, sólidos totales en suspensión, coliformes fecales, coliformes totales, etc.), los cuales deben ser cumplidos según la norma vigente establecida por el MINAM. En el decreto supremo N° 003 – 2010.

4.2.4. MUESTREO DE AGUAS RESIDUALES EN LA LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN

Selección del punto de muestreo

Se procedió a realizar el muestro en los puntos más representativos elegidos estratégicamente en el ingreso del sistema como en la salida del sistema (afluente y efluente).

Tipo de muestra y frecuencia de muestreo

La muestra tomada fue de tipo simple y compuesta la frecuencia fue de la siguiente manera:

Características generales

Entre estas (olor, color, apariencia, natas estado de diques). Las frecuencia de muestreo para este caso fue a un nivel de control medio horario y (mensual) un periodo de dos semanas con la ayuda de horas de control.

Parámetros operacionales

Entre estos parámetros (caudal, pH, temperatura, oxígeno disuelto, conductividad eléctrica) la frecuencia de muestreo para estos fue de un nivel de control avanzado, iniciando con las muestras durante los meses de Junio y Julio.

Análisis de laboratorio

Los parámetros medidos en el laboratorio son los parámetros de monitoreo (DBO, DQO, sólidos totales, sólidos sedimentables, nitrógeno total, nitrógeno amoniacal cloruros, fosforo, aceites y grasas coliformes totales y coliformes fecales etc.), los cuales guardan relación con los contaminantes potenciales que pueden afectar el cuerpo receptor.

Preservación y traslado de muestras

Para la preservación de muestras se utilizó envases (frascos) mas no se agregaron reactivos ni técnicas de congelación, ya que las muestras fueron llevadas antes de las 24 horas de acuerdo a las normas que establecen para el análisis físico químico y bacteriológico, en las que se consideran como parámetros representativos para la determinación de la calidad de los afluentes y efluentes.

4.3. AFORO Y PROCESAMIENTO Y DE PARAMETROS ANALIZADOS

4.3.1 Método de aforo

Cuando los caudales son pequeños (menos de 5 o 4 l/s) y existe un sitio donde las descargas son por gravedad se pueden realizan por método volumétrico, se utilizó un

envase plástico y se midió el tiempo en llenado del envase con capacidad conocida y con un cronometro.

En este caso se realizó la muestra compuesta en la laguna de estabilización

Resulta mezclar las muestras individuales en un solo deposito, según se vayan tomando, según se recomienda que las muestras individuales se combinen en volúmenes proporcionales al volumen de gasto, si las fluctuaciones del caudal son poco significativas las muestras se conforman a volúmenes constantes, el volumen final puede ser de 2 a 5 Lts, este tipo de muestras permiten una mayor representatividad de las características del líquido, neutralizado sus posibles fluctuaciones.

Como se determina la siguiente medición del caudal de la laguna de estabilización en el afluente. Se realizó en diferentes horarios del día. Para obtener un caudal de mayor representatividad:

HORA	CAUDAL (l/s)
07.am	3.00
08.am	2.80
09.am	3.70
10.am	2.70
11.am	2.50
12.pm	4.00
01.pm	3.90
02.pm	4.10

Obtenemos el caudal promedio

A= Caudal promedio = 3.3 l/s.

B= Factor de volumen de muestra por unidad de flujo

B= Volumen de muestra a formar

$$B = \frac{\text{Volumen de muestra a formar}}{N^{\circ} \text{ de mediciones} \times QP}$$

Sea el volumen total de muestra compuesta = 5000 ml.

$$B = \frac{5000}{8 \times 3.3}$$

B= 189 ml/s.

Volumen de muestra al tiempo T= caudal del tiempo T X factor de volumen

Vt = Qt x 189 ml.

Para las 7 am seria: $Vt = 3 \text{ l/s.} \times 189 \text{ ml./l.s} = 567 \text{ ML.}$

HORA	CAUDAL (l/s)	V t (ml)
07.am	3.00	567.0
08.am	2.80	529.2
09.am	3.70	691.3
10.am	2.70	510.3
11.am	2.50	472.5
12.pm	4.00	756.0
01.pm	3.90	737.1
02.pm	4.10	774.5

4.4. CALIDAD FISICA-QUIMICA Y BACTERIOLOGICA DEL AGUA RESIDUAL

La calidad física química y bacteriológica del agua residual de la laguna de estabilización de aguas residuales de Masiapo Alto Inambari, se enmarca en los resultados obtenidos sobre las características y concentraciones de los parámetros evaluados en el laboratorio.

4.4.1 Parámetros evaluados en laboratorio

1. Temperatura

La temperatura afecta y altera la vida acuática, modifica la concentración de saturación de oxígeno disuelto, la velocidad de las reacciones químicas y de la actividad bacteriana, la tasa de sedimentación de sólidos en aguas cálidas es mayor que en las aguas frías, por el cambio en la viscosidad de las aguas. Se observa una variación de la temperatura en la evaluación, tanto el ingreso y la salida del sistema durante el día, como se pudo determinar en el laboratorio la muestra del afluente es de 19°C y de la muestra del efluente es de 21°C, en el efluente se observa una considerable variación de la temperatura, debido a que obtiene calor a través de la radiación solar.

2. Determinación del pH

Este parámetro en fase acuosa se define como el logaritmo negativo de la actividad del ion hidronio (proton hidratado H⁺); $-pH = -\log H^+$, el valor de las aguas residuales y de ello podemos determinar su basicidad o acidez de la misma, en el afluente y efluente de las plantas de Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro N° 08.

Procedimiento:

- 1) Se Verificó que el equipo se encuentra calibrado sumergiendo los electrodos en una solución patrón de pH conocido (en medio ácido, pH <7, y en medio básico pH >7).

Se lavan los electrodos con suficiente agua destilada y se secan con un papel suave.

- 2) Se tomó la muestra en un vaso precipitado de 100 ml y se sumergen los electrodos. Se agita la muestra para homogeneizar y mantener los sólidos en suspensión. Se lee directamente y se anota directamente el valor de pH.

3. Conductividad eléctrica

La conductividad eléctrica que tiene el agua residual al entrar y salir del sistema varía desde 1.60 uS/cm a 1.22 uS/cm, este parámetro es muy importante porque si se considera realizar el reúso del agua residual en la agricultura deberá cumplir con los estándares de calidad ambiental (ECA) para agua, establecidos por el MINAM.

4. Sólidos suspendidos totales

Este parámetro se determina usando un equipo Multiparámetro de campo marca HANNA; el ensayo se realizó en el laboratorio, introduciendo el electrodo en el punto de muestreo para obtener el resultado de dicho parámetro.

Todos estos parámetros mencionados se realizan con el medidor múltiparamétrico portátil, las cuales se realizó el análisis en el laboratorio la cual se muestra en el cuadro N° 08.

5. Nitrógeno amoniacal (n-nh₃)

La determinación de nitrógeno amoniacal en el laboratorio varía desde 3.60 a 2.01 mg/litro en el afluente del sistema en el proceso de tratamiento por los diferentes componentes del sistema varían en función a la temperatura, oxígeno disuelto y pH.

6. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)

La determinación de la DBO₅ es una medida de la cantidad de oxígeno disuelto consumido por los microorganismos en los procesos de estabilización de la materia orgánica biodegradable, bajo condiciones aeróbicas, en un periodo de incubación de 5 días y a 20°C, el parámetro analizado en el afluente es de 429 mg/l. y 276 mg/l. en el efluente este parámetro es fundamental en el funcionamiento de las lagunas de estabilización, denotándose un descenso en cuanto a la biodegradabilidad de la materia orgánica a medida que avanza el tratamiento en el afluente y el efluente de las plantas se llevó a cabo según lo establecido en el Standard Methods. Los resultados obtenidos se muestran en el cuadro N° 08.

7. Demanda química de oxígeno (DQO)

La determinación de la DQO del afluente y del efluente de las plantas de tratamiento se llevó a cabo según lo establecido en el método estandarizado para agua y aguas residuales. Los resultados obtenidos son de 904 mg/l. en el afluente y 620 mg/l. en el efluente, como se muestran en el cuadro N° 08. El procedimiento es el siguiente:

- 1) La muestra para DQO se preserva previamente en un ambiente frío. Para el análisis es necesario igualar la temperatura de la muestra a la del ambiente.
- 2) Se colocan 3 ml. de muestra en un tubo de vial para digestión y se añade reactivo analítico, se deja a 148°C por 2 horas en un termo reactor. Después se deja enfriar hasta aproximadamente temperatura ambiente. Se introduce el tubo en el espectrofotómetro digital y se anota el valor directamente.

8. Nitrógeno total (n.tot)

El nitrógeno es esencial para el crecimiento de protistas y plantas, y es por eso que existe marcado interés en removerlo de las aguas residuales, al transcurrir por diferentes componentes del sistema el cual se aprecia con mayor remoción del nitrógeno como se puede apreciar en el cuadro N° 08.

9. Fosforo total (p.tot)

El aporte de fosforo en el afluente del sistema varia de 6.70 mg/l y de efluente es de 3.00 mg/l, lo cual disminuye en el proceso de tratamiento en las lagunas de estabilización en donde ocurre las reacciones químicas.

10. Aceites y grasas

Los aceites y grasas alteran los procesos aerobios y anaerobios, forman películas que impiden el desarrollo de la fotosíntesis y cubren los fondos y lechos de ríos, degradando el ambiente durante el proceso de descomposición lo cual se observa un decremento apreciable en el efluente, lo cual indica que existe un biodegradación de aceites y grasas en la laguna de estabilización. Como se puede observar el cuadro N° 08.

CUADRO N° 08

PARÁMETROS ANALIZADOS EN EL LABORATORIO MUESTRAS 01- 02 AFLUENTE Y EFLUENTE, 2014

PARAMETROS ANALIZADOS	UND	MA-1	PARAMETROS ANALIZADOS	UND	MA-2
		AFLUENTE			EFLUENTE
<i>Temperatura</i>	°C	19	<i>Temperatura</i>	°C	21
<i>pH</i>	Und	7.4	<i>pH</i>	Und	7.1
<i>C.E.</i>	uS/cm.	1.6	<i>C.E.</i>	uS/cm.	1.22
<i>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)</i>	mg/l	429	<i>Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)</i>	mg/l	276
<i>Demanda Química Oxígeno (DQO)</i>	mg/l	904	<i>Demanda Química Oxígeno (DQO)</i>	mg/l	620
<i>Sólidos Totales</i>	mg/l	654.66	<i>Sólidos Totales</i>	mg/l	419.92
<i>Sólidos suspendidos totales</i>	mg/l	97.01	<i>Sólidos suspendidos totales</i>	mg/l	90
<i>Nitrógeno Total</i>	mg/l	9.7	<i>Nitrógeno Total</i>	mg/l	6.5
<i>Nitrógeno Orgánico</i>	mg/l	7.01	<i>Nitrógeno Orgánico</i>	mg/l	5.08
<i>Nitrógeno Amoniacal</i>	mg/l	3.6	<i>Nitrógeno Amoniacal</i>	mg/l	2.01
<i>Fosforo Total</i>	mg/l	6.7	<i>Fosforo Total</i>	mg/l	3
<i>Dureza Total</i>	mg/l	372.4	<i>Dureza Total</i>	mg/l	262.2
<i>Cloruros</i>	mg/l	282.26	<i>Cloruros</i>	mg/l	157.72
<i>Aceites y Grasas</i>	mg/l	13.18	<i>Aceites y Grasas</i>	mg/l	6

Fuente: Resultados de Laboratorio de Agua y Suelo FCCA. UNA - PUNO.

ANÁLISIS BACTERIOLÓGICOS EVALUADOS EN LABORATORIO

1. Coliformes totales (NMP)

La velocidad de remoción de bacteria aumenta con la presencia de oxígeno disuelto y con valores de pH superiores a niveles de 9.0, la falta de mantenimiento permite que en la mayor parte del tiempo se observe una capa sobrenadante, nata y lenteja de agua y dificultando el paso de la radiación solar a regiones más profundas afectando el proceso de eliminación de bacterias coliformes y la actividad fotosintética.

La concentración de coliformes totales obtenidas en laboratorio en el afluente es de >2400/100ml. Lo que indica que estas aguas no deben ser vertidas al cuerpo receptor, por no cumplir con las normas de la calidad de aguas residuales (ECA) establecidos por el MINAM. Decreto supremo N° 002-2008.

2. Coliformes fecales (NMP)

Los coliformes fecales son un subgrupo de los coliformes totales son capaces de fermentar lactosa, estas características se relacionan con los organismos y microorganismos, en particular bacterias y virus, entre otros, causantes de enfermedades. Estas pueden variar debido que las aguas residuales son mezclados en la recolección con aguas pluviales, como se determinó en el laboratorio los coliformes fecales es de 1100/100ml. Estos resultados indican que las lagunas primarias no son suficientes para garantizar una eficiencia bacteriológica que satisfaga lo recomendado en las normas de vertidos de aguas residuales.

4.5. EVALUACION DE LOS RESULTADOS

Según los resultados del presente estudio de la laguna de estabilización los efluentes deben cumplir con las normas vigentes de la calidad LMP, para ser descargadas a los cuerpos receptores sin generar contaminación en el ambiente, lo cual podemos apreciar el siguiente cuadro.

CUADRO N° 09

COMPARACION DE PARAMETROS EN SALIDA DEL SISTEMA (EFLUENTE) CON LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES MUNICIPLAES,

PARAMETRO	UNIDAD	L.M.P DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS	PARAMETROS DE SALIDA	NIVEL DE CONTAMINACION
<i>Aceites y Grasas</i>	Mg/L	20	6.00	<i>Aceptable</i>
<i>Coliformes Termo tolerantes</i>	NMP/100mL	10.000	—	—
<i>Demanda Bioquímica de Oxígeno</i>	Mg/L	100	276.00	<i>fuerte</i>
<i>Demanda Química de Oxígeno</i>	Mg/L	200	620.00	<i>fuerte</i>
<i>pH</i>	UNIDAD	6.5 - 8.5	7.10	<i>Aceptable</i>
<i>Sólidos Totales en Suspensión</i>	ml/L	150	90.00	<i>Aceptable</i>
<i>Temperatura</i>	°C	<35	21.00	<i>Aceptable</i>

Fuente: Ministerio del Ambiente D.S. N° 003-2010

En el cuadro se observa que al comparar los valores observados en el efluente con los LMP establecidos, se deduce que el nivel de contaminación es alto ya que los contaminantes potenciales (DBO₅, DQO). Superan los LMP contaminando y afectando de

esta manera la vida acuática existente en el río Inambari, con lo cual el agua residual del efluente no cumple con los LMP para poder ser vertidas al cuerpo receptor, contaminando y afectando a la vida acuática.

La demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) encontrada en el sistema es alta ya que superan en más del doble a los LMP y para la protección ecológica es necesario disminuir la carga orgánica (DBO₅) de las aguas residuales para lograr de esta manera que el nivel de oxígeno disuelto (OD) en los cuerpos receptores sea menos comprometido, con el consiguiente beneficio para los peces y demás organismos acuáticos.

La demanda química de oxígeno (DQO) debe ser monitoreado en las descargas de aguas residuales ya que es un contaminante potencial (ácido) y afecta al cuerpo receptor destruyendo seres vivos microscópicos, en el efluente se puede notar un valor de 620.00 mg/lit. El cual está muy por encima del valor de los LMP establecidos en el D.S. N° 003-2010-MINAM-2010.

4.6. PROPUESTA TÉCNICA DE PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES CON FILTRACION BIOLÓGICA

4.6.1. Presentación

La propuesta técnica de tratamiento de aguas residuales con filtración biológica en Massiapo - Alto Inambari, es un instrumento base para iniciar una serie de acciones del servicio de saneamiento ambiental, las que permitan contrarrestar los impactos negativos en la salud y el ambiente generados por el inadecuado funcionamiento de la laguna de estabilización.

Aunque las acciones que se proponen en la propuesta técnica de planta de tratamiento de aguas residuales con filtración biológica, inicialmente deben ejecutarse considerando la coyuntura del momento, no se debe perder de vista la perspectiva de mediano y largo plazo por este motivo las estrategias de la propuesta técnica de tratamiento de aguas residuales se deben ir reajustando conforme se vayan desarrollando las actividades y en escenario local vaya cambiando.

Las experiencias de los distritos nos dan algunas respuestas, como las plantas de tratamiento con filtración biológica. En los distritos de San José en provincia de Azángaro y J. Domingo Choquehuanca, se han validado un funcionamiento óptimo y operativo el

tratamiento con filtración biológica y creemos que es una tecnología adecuada para nuestro medio.

La propuesta técnica para el mejoramiento de la planta de tratamiento de aguas residuales es un proceso de promoción, en respuesta a la demanda del poblador considerando los procesos sociales y culturales, esta Infraestructura tendrá grandes posibilidades en su operación. Es por ello que se hace la propuesta técnica con énfasis en educación sanitaria que acompañe a la construcción e implementación de la infraestructura.

4.6.2. Área geográfica de la propuesta técnica

El área comprendida de la propuesta técnica de planta de tratamiento con filtración biológica, es toda la zona urbana del distrito de Alto Inambari como se muestra en la figura.



FIGURA N° 03. SE OBSERVA EL AREA GEOGRAFICA DEL ESTUDIO

- N° 01 se observa la laguna de estabilización existente
- N° 02 se observa el área de la propuesta técnica de una planta de tratamiento de aguas residuales con filtración biológica.

4.6.3. Objetivos estratégicos de la propuesta técnica de planta de tratamiento de aguas residuales

Los objetivos estratégicos de la propuesta técnica de planta de tratamiento no constituyen objetivos en sí mismo, sino que constituyen una orientación para facilitar el proceso de mejora continua del sistema de tratamiento de aguas residuales de la zona comprendida de la propuesta técnica.

En base de la evaluación realizada se ha convenido en proponer dos grandes objetivos:

- El objetivo es modificar las características del agua de tal forma que el afluente tratado cumpla con los requisitos especificados en la legislación, para ser vertido en un cuerpo receptor sin causar impactos adversos al ecosistema.
- El objetivo básico de tratamiento de agua residual es proteger a la salud, promover el bienestar de los habitantes y proteger el ambiente.

4.7. DESCRIPCION DEL PROCESO DE TRATAMIENTO

4.7.1. Tratamiento preliminar

El tratamiento preliminar de las aguas residuales involucra varios procesos que tienen como finalidad, el eliminar del agua todos los materiales de tamaño grande y mediano, que el agua contiene y que arrastra en su camino hacia la línea de drenaje.

El primer paso es la captación del agua que llega al separador de sólidos. Esta primera etapa es el cribado, y tiene como finalidad remover objetos y partículas de tamaño grueso y que interfieren en las etapas posteriores del tratamiento.

Entre estos materiales se encuentran: trozos de tela, ramas, pedazos de lámina, vidrios, latas, bolsas de plástico, pedazos de madera, trozos de plástico, etc.

Estos materiales son retenidos cuando el agua pasa a través de la cámara de rejas que están ubicadas dentro del separador de sólidos, tienen barras espaciadas entre 0.05 cm. y una inclinación de 60°

Los materiales de gran tamaño son retenidos en estas barras y se deben remover mecánica o manualmente en forma periódica o continua.

Después del cribado el agua pasa a un sistema desarenador, donde grava, arena y demás partículas gruesas y de alta densidad sedimentan fácilmente. Este proceso de remoción, además de disminuir la DBO, evita que el sedimentador primario se sobrecargue con partículas pesadas y de gran tamaño.

Des engrasador es una estructura que sirve para el tratamiento preliminar de las aguas residuales de forma rectangular, su función es captar grasa y aceites haciéndolos flotar en la parte superior en forma de película.

Ya que estas grasas pueden causar daños en el proceso de mantenimiento por su viscosidad obstruyendo rejillas, ductos o impidiendo la correcta aireación en los sistemas. El dispositivo de entrada es en forma de una T que desvía el afluente hacia abajo el dispositivo de salida es una T, este dispositivo una tubería de PVC de 6" pulgadas lo que permite que la capa de grasa no obstruya la boca del tubo de entrada, las cuales obligan al agua a tomar su flujo ascendente y descendente, en este sistema por efecto de flotación la grasa sale a la parte superior y es retenida mientras el agua aclarada sale por una descarga inferior, como se observa en la figura.



FIGURA N° 04. SE OBSERVA EL SEPARADOR DE SÓLIDOS Y DESENGRASADOR

4.7.2. Tratamiento primario

El sedimentador primario consiste en una serie de operaciones que tienen como objetivo disminuir la carga orgánica del agua a procesar. En este esquema, el agua pasa a través de una criba o rejilla donde los sólidos gruesos son removidos y disueltos posteriormente

el agua pasa a un sedimentador secundario, donde se separan por efecto de la gravedad, una cierta cantidad de las partículas sólidas o sólidos suspendidos, con la ayuda de un coagulante y floculante.

En este proceso es posible disminuir de un 30 a un 60% la DBO inicialmente presente en el agua residual. Este tratamiento en realidad es un paso inicial en la depuración del agua, y solo tiene como objetivo disminuir la carga orgánica del agua, para un proceso posterior más efectivo, es airear el agua y sedimentar partículas más finas que vienen con el agua como polvo y tierra, también cumple la función de enviar un caudal de agua constante a las demás unidades.

- La estructura de sedimentador primario es de 9.45 m. de largo, 3.30 m de ancho, 2.65 m. de altura. y tiene una capacidad de 73.28 m³.
- La estructura del sedimentador secundario es de 24.70 m. de largo, 2.60 m. Ancho, 2.00 m. altura y tiene una capacidad de 109.17 m³.



FIGURA N° 05. Se aprecia la flecha de color amarillo sedimentador primario y color rojo sedimentador secundario.

4.7.3. Tratamiento secundario

El tratamiento secundario implica además de la operación física de cribado y sedimentación, un proceso biológico en el cual el material orgánico se digiere y se convierte, en células o tejido celular y otros.

Filtro Biológico. El filtro biológico, o también llamado filtro percolador o filtro de escurrimiento, es uno de los sistemas más antiguos para la depuración de aguas residuales. A pesar de esto es sumamente efectivo, y se tienen eficiencias en la remoción de sólidos disueltos y de la DBO de un 70 a un 85%.

Este filtro consiste en un recipiente, en forma rectangular, que contiene un medio a través del cual el agua pueda fluir.

En el filtro percolador, se forma con el tiempo un medio biológico en el cual proliferan las bacterias y demás microorganismos que se encargan de consumir la materia orgánica que se desea remover del agua de tratamiento.

Para que las condiciones sean aeróbicas, en el medio del filtro debe haber huecos y espacios suficientes que permitan que el aire pueda circular para reponer el oxígeno que requieren las bacterias y organismos aeróbicos.

Reactor Biológico. Consiste en relleno con roca volcánica de 2" de diámetro y con una tubería de PVC de 2" de diámetro cribado. Y tubos de ventilación de 2" PVC SAL. Ya que se alcanzan remociones de DBO de hasta un 90 a un 95%, por lo que es posible producir un efluente de alta pureza empleando este método de digestión biológica.

A diferencia de los procesos anteriores, en este caso es necesario suministrar oxígeno para sostener las condiciones aeróbicas. Para esto se emplean agitadores de superficie o se inyecta aire (el cual contiene 21 % en volumen de oxígeno), por medio de compresores o ventiladores.

El tiempo de retención promedio es de 4 a 5 horas, tiempo en el cual las bacterias consumen como alimento la mayoría de la materia orgánica disponible, formando nuevas células y productos de reacción sumamente estables.

4.7.4. Tratamiento terciario

Poza de Macrofitas son unas cámaras de concreto, que opera en serie donde el agua residual fluye, la estructura consta de tres cámaras cada una tiene una longitud de 12.40 m. de largo, 3.40 m. ancho, 1.40 m. de altura.

La función que debe cumplir es remover los elementos químicos nitrógeno y el fósforo, aunados al bióxido de carbono y al agua, causan la eutroficación o sea el crecimiento descontrolado de lirio, algas, la totora y otras plantas acuáticas que exterminan otros seres vivos y que inicialmente se encuentran en equilibrio ecológico. Como prácticamente todas las aguas residuales sobrepasan los niveles de nitrógeno y fósforo, causarán la eutroficación del mismo, con la consecuente extinción de otras especies a las cuales no les favorece el exceso de nutrientes.

Un tratamiento terciario implica además de la disminución de la DBO a niveles tolerables, la disminución del contenido de fósforo y nitrógeno, para evitar este problema.

Filtro Percolador, este medio filtrante cumple una función física y biológica que tamiza nematodos. Esta cámara tiene bloquetas de concreto prefabricado, arena seleccionada de 1", y arena de $\frac{3}{4}$ ", y arena seleccionada de $\frac{1}{2}$.

Las aguas residuales con tratamiento terciario, y posteriormente desinfectadas, como ya se ha mencionado, pueden descargarse a ríos o al medio ambiente sin riesgo alguno, pero existen algunas restricciones.

Posa de macrofitas (Características de humedal artificial)

LA TOTORA.- Es una planta que crece de manera silvestre y como cultivada en las lagunas pantanosas, ríos en la costa y sierra del Perú, desde el nivel de mar hasta 4,000 de altitud.

Su nombre científico; (SCIRPUS SPP), pertenece a la familia Ciperácea, comúnmente es conocido como totora de lago, se caracterizan por que crecen en grupos son plantas ubicuas, crecen en aguas costeras y humedales, específicamente en el lago Titicaca y alcanzan una altura de hasta 3 m.

4.8. COMPONENTES DEL LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE FILTRACION BIOLOGICA

4.8.1. Sedimentador de sólidos primarios

Cámara de rejillas, las tres rejillas están ubicadas dentro de la cámara de quietamiento, las rejillas metálicas están con barras de platina todas estas con inclinación de 60°, consta de tres rejillas el primero $\frac{1}{4} \times 1$ " de diámetro, con una separación de rejillas de 1.30 m, 1.20m y 0.45 m. con la finalidad de retener los sólidos

La estructura tiene las siguientes dimensiones 5.80 m. de largo, 2.15 m de ancho, y una altura de 1.40 m, en la parte interior tiene una pendiente de $S= 13.51 \%$ cada una de ellas y cuenta con tuberías de diferentes diámetros para la evacuación de lodos.

4.8.2. Sedimentador secundario y canales de circulación

Los parámetros de diseño del tanque de sedimentación secundaria y sus eficiencias deben preferentemente ser determinados experimentalmente. Cuando se diseñen tanques convencionales de sedimentación secundarios sin datos experimentales se utilizarán los siguientes criterios de diseño:

- Los canales de repartición y entrada a los tanques deben ser diseñados para el caudal máximo horario.
- Los requisitos de área deben determinarse usando cargas superficiales entre 24 y 60 m²/d basado en el caudal medio de diseño, lo cual equivale a una velocidad de sedimentación de 1,00 a 2,5 m/h.
- El período de retención nominal será de 1,5 a 2,5 horas (recomendable < 2 horas), basado en el caudal máximo diario de diseño.
- La profundidad es el producto de la carga superficial y el período de retención y debe estar entre 2 y 3,5 m. (recomendable 3 m).

La estructura de los sedimentadores secundarios tiene unas dimensiones de 24.70 m. de largo, 2.60 m de ancho, 2.00 de altura, y 0.30 m de borde libre. Estos sedimentadores se deben construir con una profundidad considerable con el objetivo de mejorar su eficiencia en la remoción de sólidos suspendidos sedimentables por aglomeración

4.8.3. Desengrasador

Esta estructura se caracteriza por tener las siguientes dimensiones 6.65 m de largo, 2.15 m. de ancho, varía la altura tanto entrada 1.74 m. y salida de 2.10 esto debido a la pendiente de 07.14% cuenta con dos tuberías en forma de T. que desvía el afluente hacia abajo.

4.8.4. Reactor biológico

Tanque que contiene un lecho de material grueso, compuesto en la gran mayoría de los casos de materiales sintéticos o piedras de diversas formas, de alta relación área/volumen, sobre el cual se aplican las aguas residuales por medio de brazos distribuidores fijos o móviles. Este es un sistema de tratamiento aerobio.

Consiste en relleno con roca volcánica de 2" de diámetro y con una tubería de PVC de 2" de diámetro cribado. Y tubos de ventilación de 2" PVC SAL., llaves de control en cada tubería de entrada, ya que se alcanzan remociones de DBO de hasta un 90 a un 95%, por lo que es posible producir un efluente de alta pureza empleando este método de digestión biológica.

Con dimensiones de 9.75 m. de largo, 6.40 de ancho, 1.90 m de altura,

4.8.5 Digestor de lodos

Es un digestor de sección superficial de 12.20m. De largo, 6.20 de ancho, 0.75 m. de altura, con techo de policarbonato La digestión anaerobia es un proceso de tratamiento de lodos que tiene por objeto la estabilización, reducción del volumen e inactivación de

organismos patógenos de los lodos. El lodo ya estabilizado puede ser procesado sin problemas de malos olores

Los digestores abiertos pueden ser tanques circulares cuadrados o lagunas de lodos y en ningún caso deberá proponerse sistemas con calentamiento.

Varias técnicas son usadas en la deshidratación de los lodos para remover la humedad. Algunas de estas técnicas dependen de la evaporación natural y la filtración para eliminar el agua de los sólidos.

El objetivo principal de la deshidratación es eliminar tanta agua del lodo como sea posible para producir un material no fluido, cuya concentración de sólidos sea significativamente más alta que un lodo espesado. En los procesos de deshidratación se alcanza un grado de humedad parecido a la que se logra con los procesos de espesamiento y secado.

4.8.6 Loza de compostaje

Esta cámara se encarga de deshidratar y secar los lodos provenientes del digestor, y se genera compost. Para luego transportarlos a las ramadas donde termina el proceso de estabilización y después ser utilizados como acondicionador de suelos.

Las dimensiones de esta estructura es de 6.40 m de largo, 5.00 m de ancho, 0.70 de altura con un techo de policarbonato. En su interior con loza de concreto y loza de circulación.

4.8.7. Los filtros percoladores

Los filtros percoladores se clasifican dentro de los procesos de biomasa fija. El mecanismo principal de remoción de la materia orgánica de este sistema no es la filtración sino la adsorción y asimilación biológica en el medio de soporte. Generalmente, no requieren recirculación, a diferencia del sistema de lodos activados donde está es determinante para mantener los microorganismos en el licor mezclado. Sin embargo, ambos sistemas o procesos son similares en cuanto a que dependen de la oxidación biológica de la materia orgánica presente en el agua residual produciendo bióxido de carbono y energía, la cual es usada como sustento y promotor para el crecimiento de la biomasa.

La estructura tiene una dimensión de 12.45 m. de largo. 3.40 de ancho, y 1.55 m de altura, y en su interior lleva bloquetas pre fabricadas de concreto, arena seleccionada de $\frac{3}{4}$ " y arena de $\frac{1}{2}$ ".

4.8.8. Poza de macrofitas

Poza de Macrofitas son unas cámaras de concreto, que opera en serie donde el agua residual fluye, la estructura consta de tres cámaras cada una tiene una longitud de 12.40 m. de largo, 3.40 m. ancho, 1.40 m. de altura.

La función que debe cumplir es remover elementos químicos como N, P, algunos metales, microorganismos como coliformes fecales hasta un 85 y 90 %.

4.9 MEMORIA DE CÁLCULO HIDRÁULICO

1.- PERIODO DE DISEÑO

Para este tipo de proyectos es usual elegir un periodo de vida útil de estructuras entre 15 a 25 años quedando el criterio del proyectista tomar 15, 20 o 25 años, dependiendo esto de una vida útil de estructuras, posibilidad de aplicaciones, incremento o de crecimiento poblacional.

Por lo tanto se ha considerado un periodo de 20 años.

2.- POBLACIÓN DE DISEÑO

Esta población es la futura, calculada en base a la población actual y periodo de diseño optado según la norma

$$P_f = P_a (1 + r * t / 1000)$$

$$P_f = 2,893 \text{ habitantes}$$

DONDE:

P_f : Población futura

P_a : población actual (2,225)

r : coeficiente de crecimiento según (INEI)

t : periodo de diseño (20 años)

3.- DOTACION

La dotación es variable de acuerdo a usos y costumbres de cada localidad según la norma por la MINSAL, se tiene:

- Costa 70 l/hab/día
- Sierra 60 l/hab/día
- Selva 80 l/hab/día

Esta dotación está en función de grado de cultura, actividad económica y condiciones de saneamiento en la localidad de Inambari.

Se ha considerado el valor de 80 l/hab/día por su ubicación en la selva puneña.

Diseño de Tanque Imhoff y lecho y secado de lodos

El tanque se calculó para la población futura, calculada en base a la población actual y periodo de diseño optado según la norma es tal como sigue el cálculo:

$$P_f = P_a (1 + r * t / 1000)$$

$$P_f = 2,893 \text{ hab.}$$

DONDE:

P_f : Población futura 2,893 hab.

P_a : población actual (2,225)

r : coeficiente de crecimiento según (INEI)

t : periodo de diseño (20 años)

El cálculo de la producción de lodos se ha calculado considerando 0.1 m² por habitante.

Lo cual se pueden apreciar en los Anexos.

CONCLUSIONES

1. A lo largo del presente trabajo de investigación “Evaluación y propuesta técnica de una planta de tratamiento de aguas residuales en Massiapo, se ha realizado investigaciones de gabinete, Campo y laboratorio.
2. De la evaluación de los sistemas de la laguna de estabilización, se concluye que está funcionando deficientemente ya que esta ha cumplido su vida útil y falta de mantenimiento por lo que se viene presentando filtraciones y colapso de sistema de la laguna de estabilización.
3. Los parámetros que se han evaluado son: T(C°), pH(und), CE (us/cm), DBO₅ (mg/l), DQO mg/l, ST (mg/l), SST (mg/l), NT (mg/l), NO (mg/l), NA (mg/l), FT (mg/l), DT (mg/l), Cloruros (mg/l), y Aceites y Grasas (mg/l), estos parámetros según los diagramas existe mucha variabilidad, que no existen tendencias homogéneas, esto debido probablemente a la variación climática y a diversos factores que se presenta en la zona de estudio.
4. Al comparar los valores determinados en el afluente con los LMP (límites máximos permisibles) establecidos en el D.S.003-2010-MINAM, se incluye que el nivel de contaminación es alto ya que los contaminantes potenciales (DBO₅, DQO).superan los LMP en más del doble, contaminando y afectando de este modo a la vida acuática existente en el río Inambari.
5. Con el cual se pretende plantear una nueva propuesta técnica planta de tratamiento de aguas residuales las que permitan contrarrestar los impactos negativos en la salud y el ambiente generados por el inadecuado funcionamiento de la laguna de estabilización.

RECOMENDACIONES

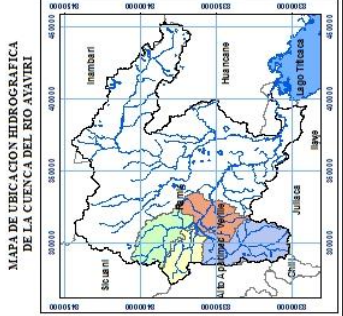
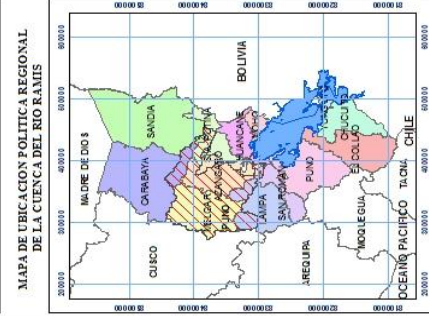
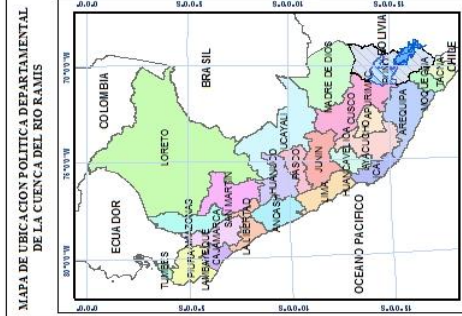
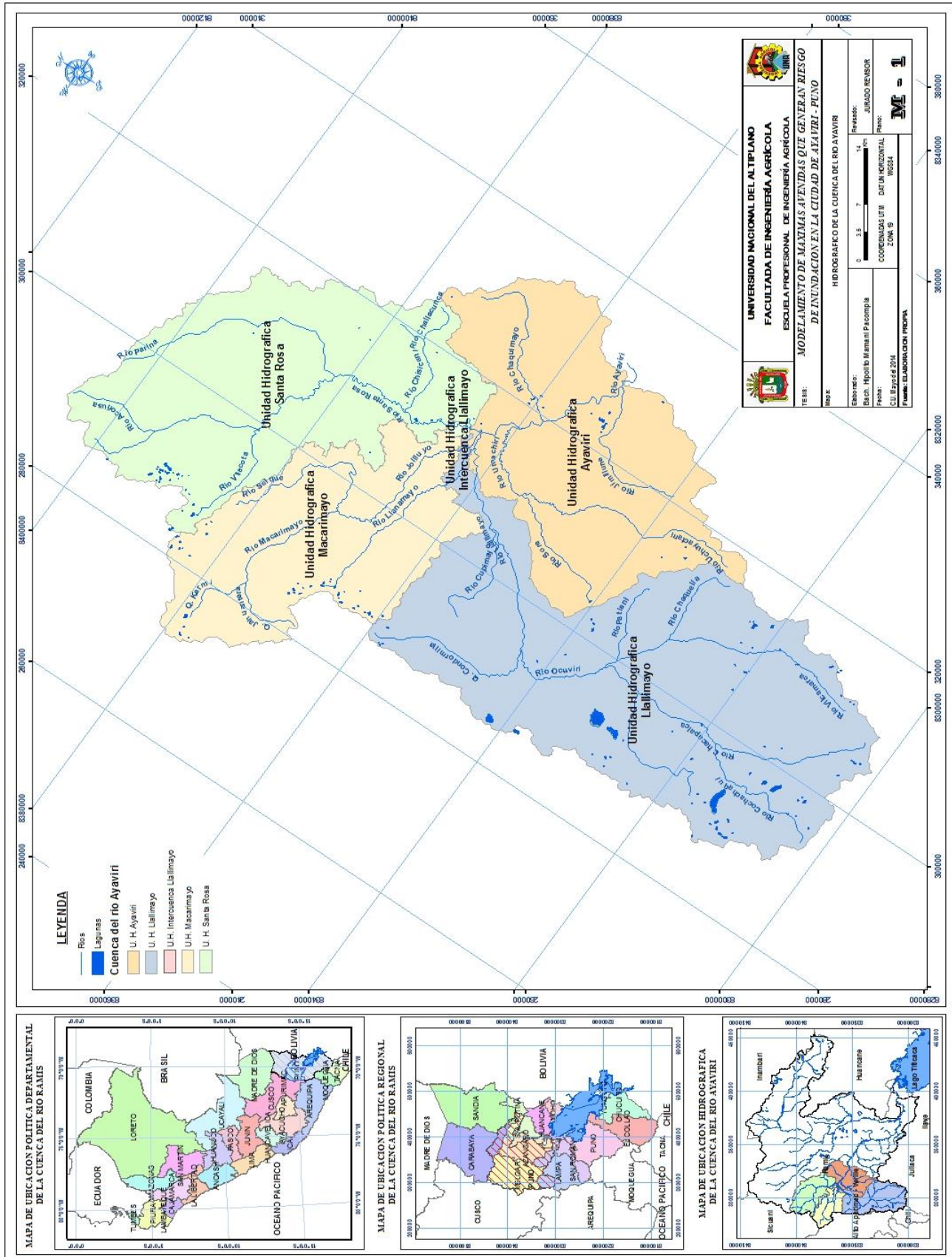
1. Es fundamental realizar una nueva construcción de una planta de tratamiento de aguas residuales con filtración biológica que permitan mejorar el tratamiento de aguas residuales y así evitar los vertimientos que no sean conectados en forma directa al cuerpo receptor.
2. Realizar el mantenimiento de la infraestructura de la planta de tratamiento en la cual consistirá la limpieza de la cámara de rejas y el desarenador indudablemente esta frecuencia puede variar en función a la cantidad de material retenido en la reja .
3. Las cámaras de rejas de las plantas de tratamiento deben tener constante limpieza y mantenimiento a fin de evitar la obstrucción del paso de aguas residuales libremente y sin descuidar los otros componentes del sistema de tratamiento de las aguas residuales.
4. Se recomienda a la población que no viertan aguas pluviales directamente a las tuberías de red emisor porque estas pueden causar el colapso de tuberías y de la planta de tratamiento.
5. Que se tome conciencia por parte de la población, sobre la importancia que tienen los sistemas de tratamiento de aguas residuales domésticas, siendo el caso de las lagunas de estabilización; minimizando el daño y efecto que éstas aguas tienen en el medio ambiente, en los cuerpos receptores y en la salud de las poblaciones aledañas.
6. Las autoridades deben de velar para que todas las instituciones públicas y privadas, cumplan la legislación y normatividad ambiental vigente como son los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos permisibles (LMP). para los efluentes de plantas de tratamiento.

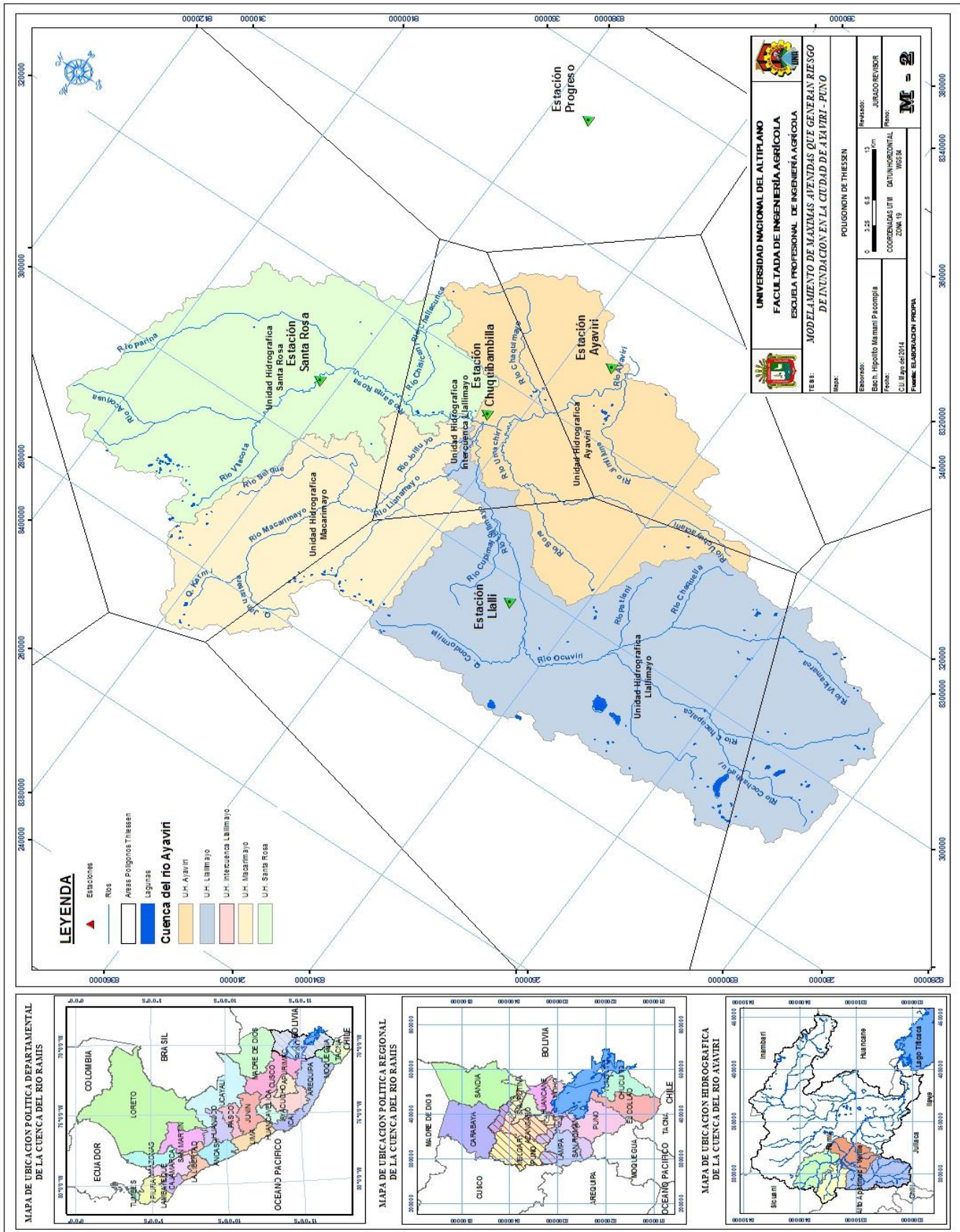
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

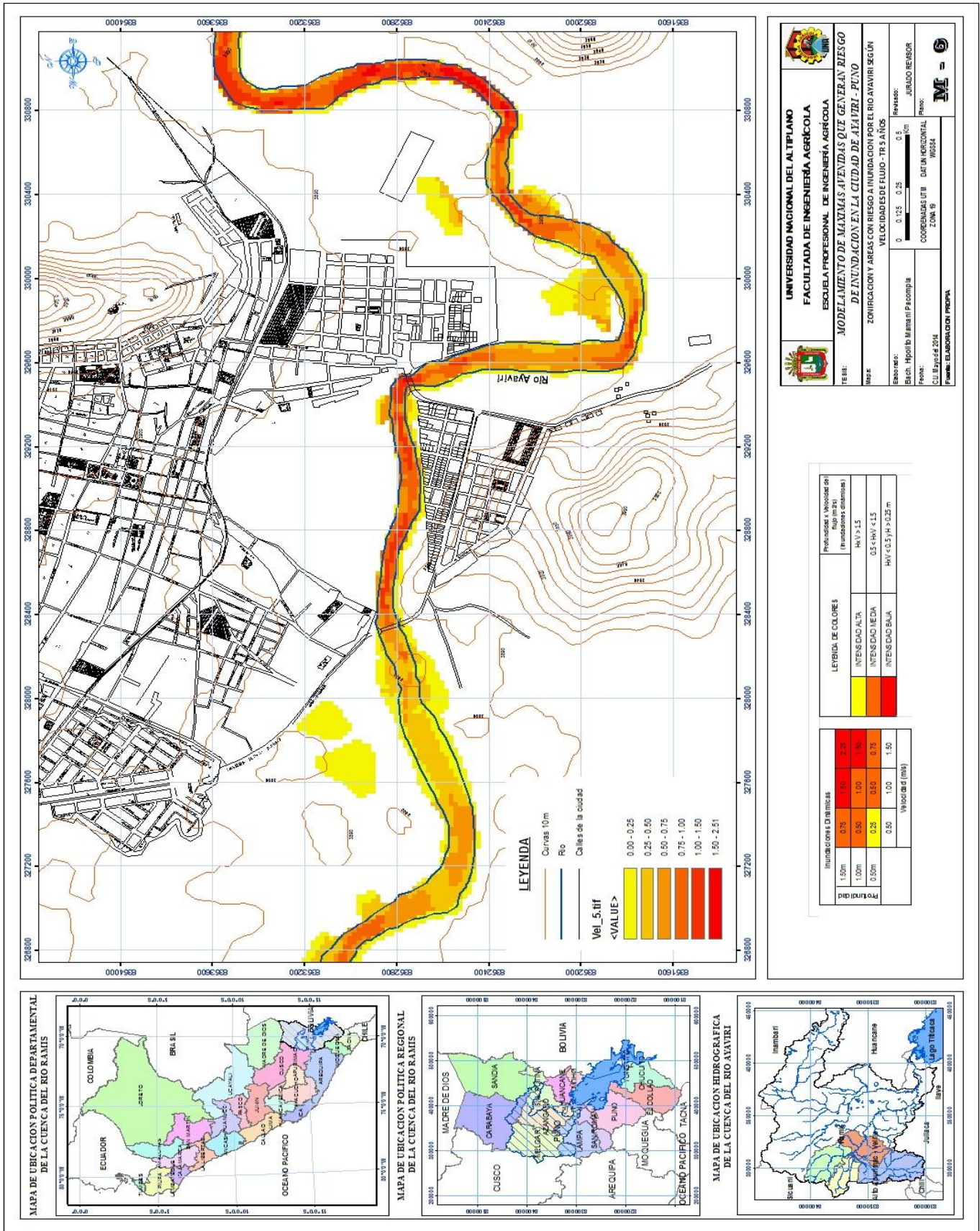
- Alanoca, F. Néstor. (2008), "Evaluación de la eficiencia operacional mediante las características físico-químicas y biológicas de los afluentes y efluentes de las lagunas de estabilización en llave". Tesis para optar el título de Ingeniero Agrícola. Universidad Nacional del Altiplano Puno-Perú.
- Borrero, L. Jaime. (1999), "Depuración de Aguas residuales municipales con humedales artificiales", Trabajo final (Máster en Ingeniería y Gestión Ambiental) Instituto Catalán de tecnología Universidad Politécnica de Cataluña Barcelona.
- Correa, RG. (2008), "Evaluación y monitoreo del sistema de lagunas de estabilización del municipio de Antioquia, Colombia Trabajo de Investigación para Titulo de Magister en Ingeniería Sanitaria Universidad de Antioquia departamento de Ingeniería Sanitaria y Ambiental Maestría en Ingeniería Medellín.
- Crites, R, Tchobanoglous G. (2000), Tratamiento de Aguas residuales en pequeñas poblaciones. Editorial McGraw-Hill. Bogotá Colombia.
- Delgado, L. (2005), Evaluación de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas, Ubicada en el Terminal de Almacenamiento y Embarque de Crudo Tesis de Grado, Departamento de Ingeniería Química, Anzoátegui.
- EPA. (1988) (U.S. Environmental Protection Agency). Design "Manual Constructed Wetlands and aquatic plants systems for Municipal Wastewater treatment ".
- Gutiérrez. H, Claudio. (1969), Consideraciones sobre el funcionamiento, diseño construcción y mantenimiento de lagunas de estabilización. Trabajos Presentados Al Seminario De Ingeniería Sanitaria De Centroamérica Y Panamá. Managua, Nicaragua.
- Glynn. y Heinke, "Ingeniería Ambiental" segunda edición, Pearson Prentice, México (1999).
- Madigan M, Martinko J, Parker J. (1998) "Brock Biología de los microorganismos". Octava edición, Prentice Hall. Madrid.

- Montoya, R. (2000) "Contaminación de Aguas". Universidad de Los Andes. Venezuela.
- Mendonca, S. (2000), "Sistemas de Lagunas de estabilización. Como utilizar aguas residuales tratadas en sistemas de regadío. M.c. Graw Hill, Santa Fe de Bogotá.
- Metcalf, & Eddy. "Ingeniería de las aguas residuales, tratamiento, vertido y reutilización". Tercera edición, McGraw-Hill. Madrid. 1995.
- Prada, J. Evaluación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas de la Planta de Tratamiento Punta Baja", Tesis de Grado, Departamento de Ingeniería Química, Anzoátegui (2000).
- Rigola, Peña. M. "Tratamiento de aguas industriales" Alfa omega grupo editor. México. 1999.
- Romero, J. "Tratamiento de aguas residuales". Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería. Bogotá. 2000.
- Rolim, M.S. (2000), "Sistemas de Lagunas de Estabilización" Editorial McGraw-Hill Interamericana, Santa Fe Bogotá – Colombia.
- Subero, N., "Evaluación del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales Industriales en el Criogénico Santa Bárbara", Tesis de Grado, Departamento de Ingeniería Química, UDO, Anzoátegui (1997).
- Sandoval, C. (2002), Investigación cualitativa y cuantitativa. Programa de Especialización en Teoría, métodos y técnicas de investigación modulo cuatro.
- San Vicente, C. (2003), "Tratamiento de Aguas Industriales. Aguas Litorales, herramientas de gestión y control de la Calidad" Fundación Universitaria Iberoamericana, Barcelona.
- Weaton, W. F. (1997), Aquacultural Engineering. Agricultural Engineering. Department University for Maryland. A Wiley-Intersciencie Publication.
- Yañes, C.F. (1990), "Manual de Métodos Experimentales Evaluación de Lagunas de estabilización en Serie" Técnica 24 Lima - Perú.

ANEXOS







UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

TÍTULO: MODELAMIENTO DE MAXIMAS AVENIDAS QUE GENERAN RIESGO DE INUNDACION EN LA CIUDAD DE AYAVIRI - PUNO

OBJETIVO: ZONIFICACION Y AREAS CON RIESGO A INUNDACION POR EL RIO AYAVIRI SEGUN VELOCIDADES DE FLUIDO - TR 5 AÑOS

Elaborado por: JUAN PABLO MAMANI PASACOMPA

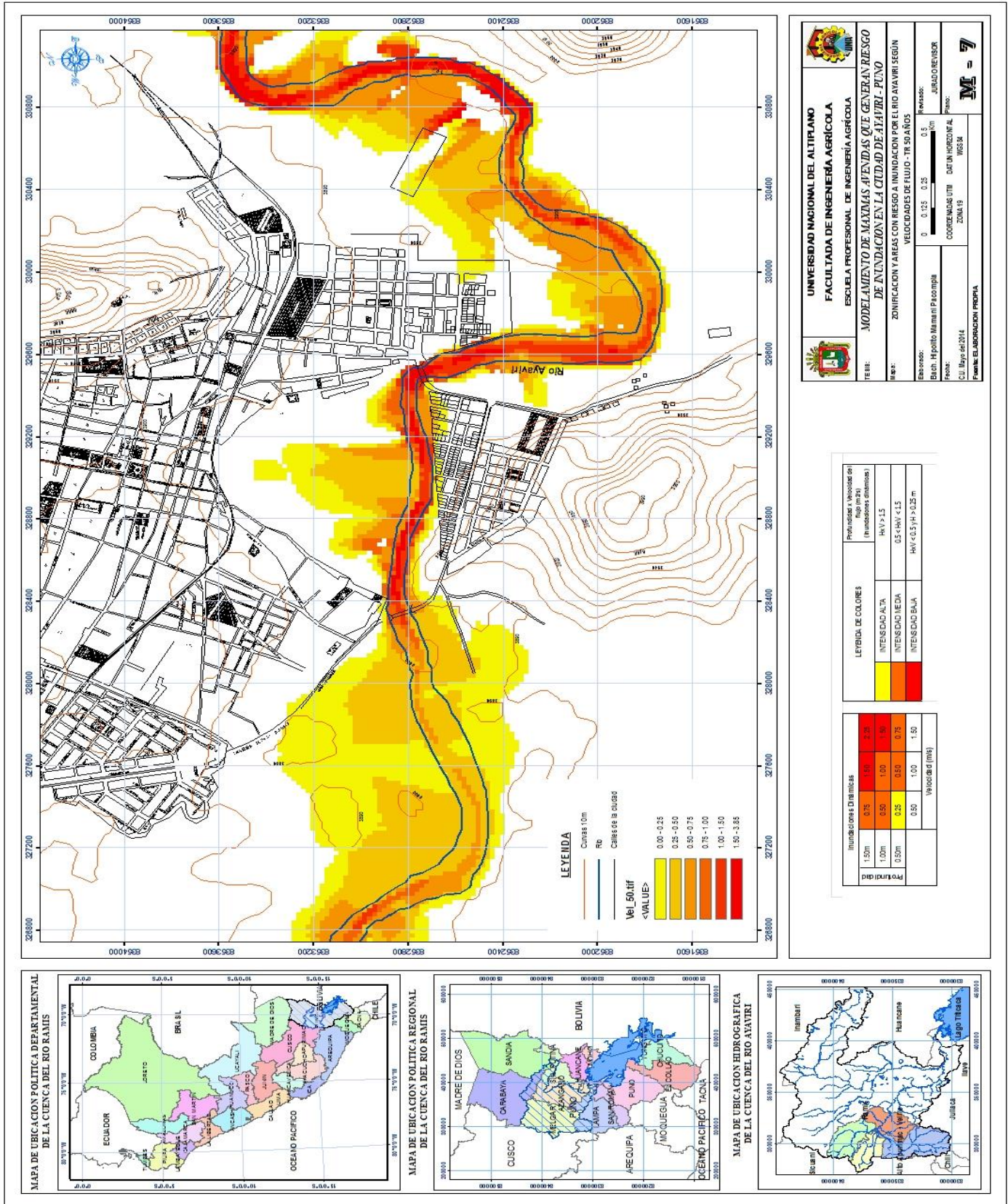
Revisado por: JUAN PABLO REBOR

Fecha: CUI Mayo del 2014

COORDENADAS UTM DATUM HORIZONTAL WGS84
 Zona: 9

ESCALA: 1:5000

PROYECTO: M - 6



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA
ESCUOLA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

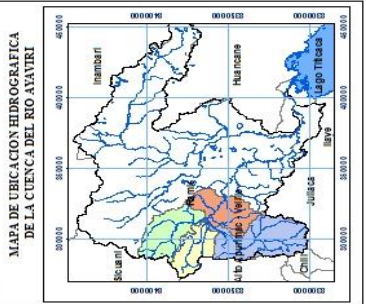
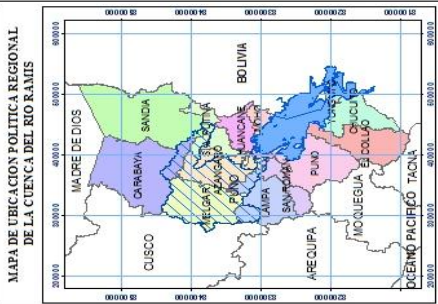
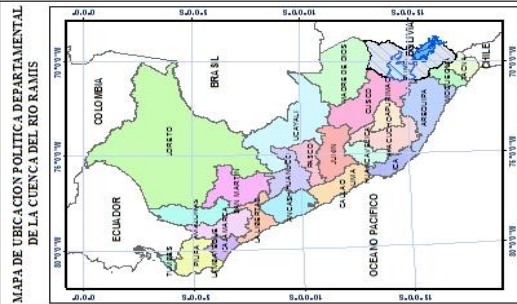
TITULO: MODELAMIENTO DE MAXIMAS AVENIDAS QUE GENERAN RIESGO DE INUNDACION EN LA CIUDAD DE AYAVIRI - PUNO

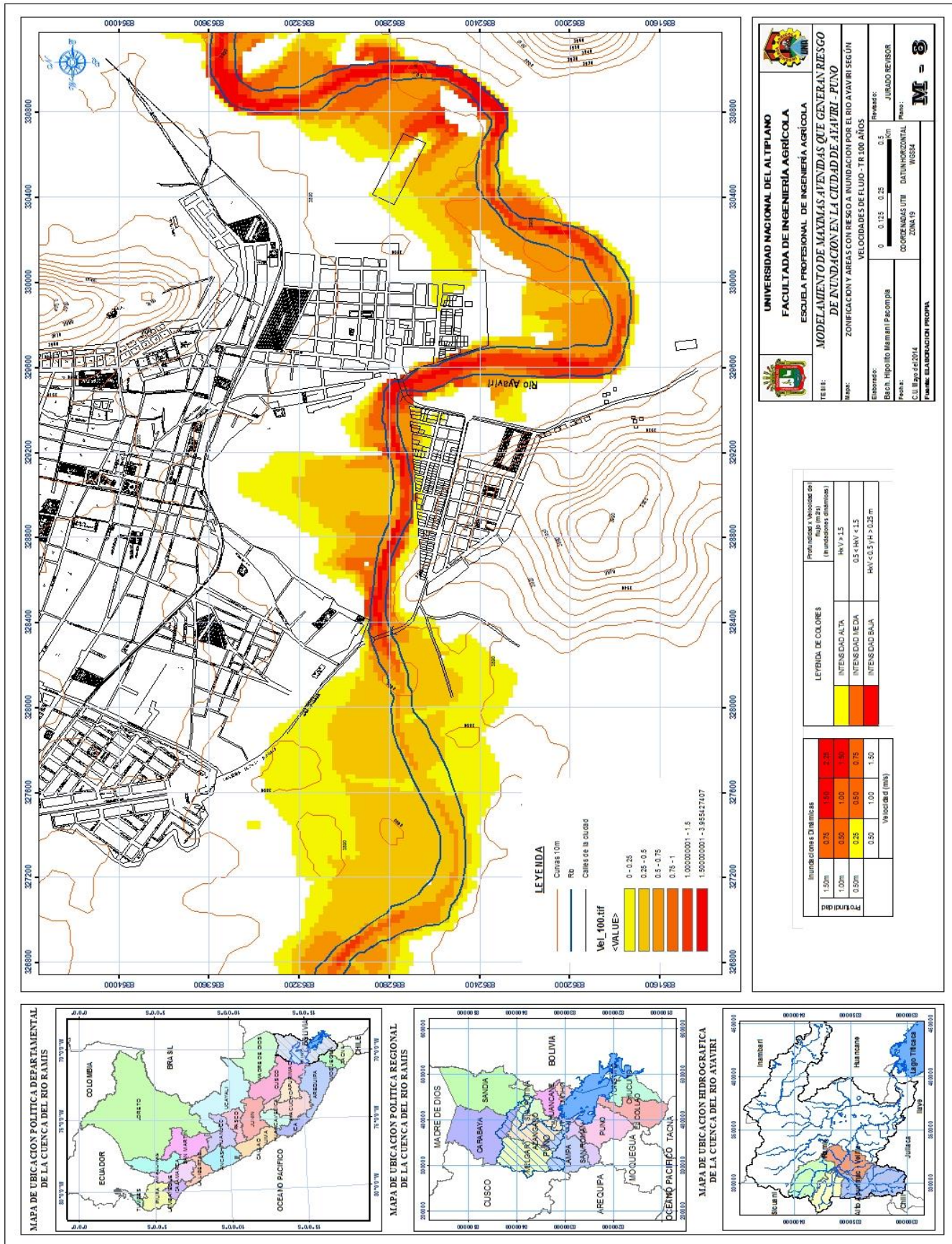
AREA: ZONIFICACION Y AREAS CON RIESGO A INUNDACION POR EL RIO AYAVIRI SEGUN VELOCIDADES DE FLUJO - TRAMOS

Elevación: 0 0.125 0.25 0.5
 Bath: 10 puntos Manantí Pacomilla
 COORDENADAS UTM DATUM HORIZONTAL
 CU: 18yo del 2014 ZONA 19 WGS 84
 Fecha: JULIANO REVISOR
 PUNO: WSS 3 M

Elaboración Propia

Intensidad de Dificultad	Profundidad	Velocidad de Flujo (m/s)	Velocidad de Flujo (ft/s)
1.50m	0.75	1.50	2.25
1.00m	0.50	1.00	1.50
0.50m	0.25	0.50	0.75
Profundidad			
	0.50	1.00	1.50





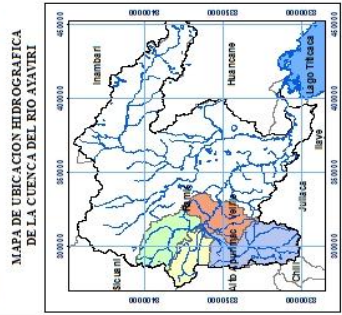
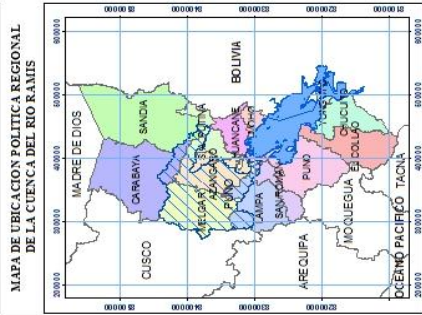
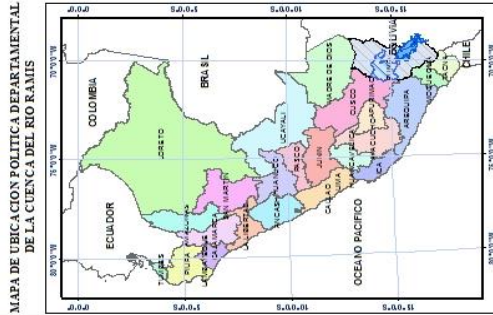
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

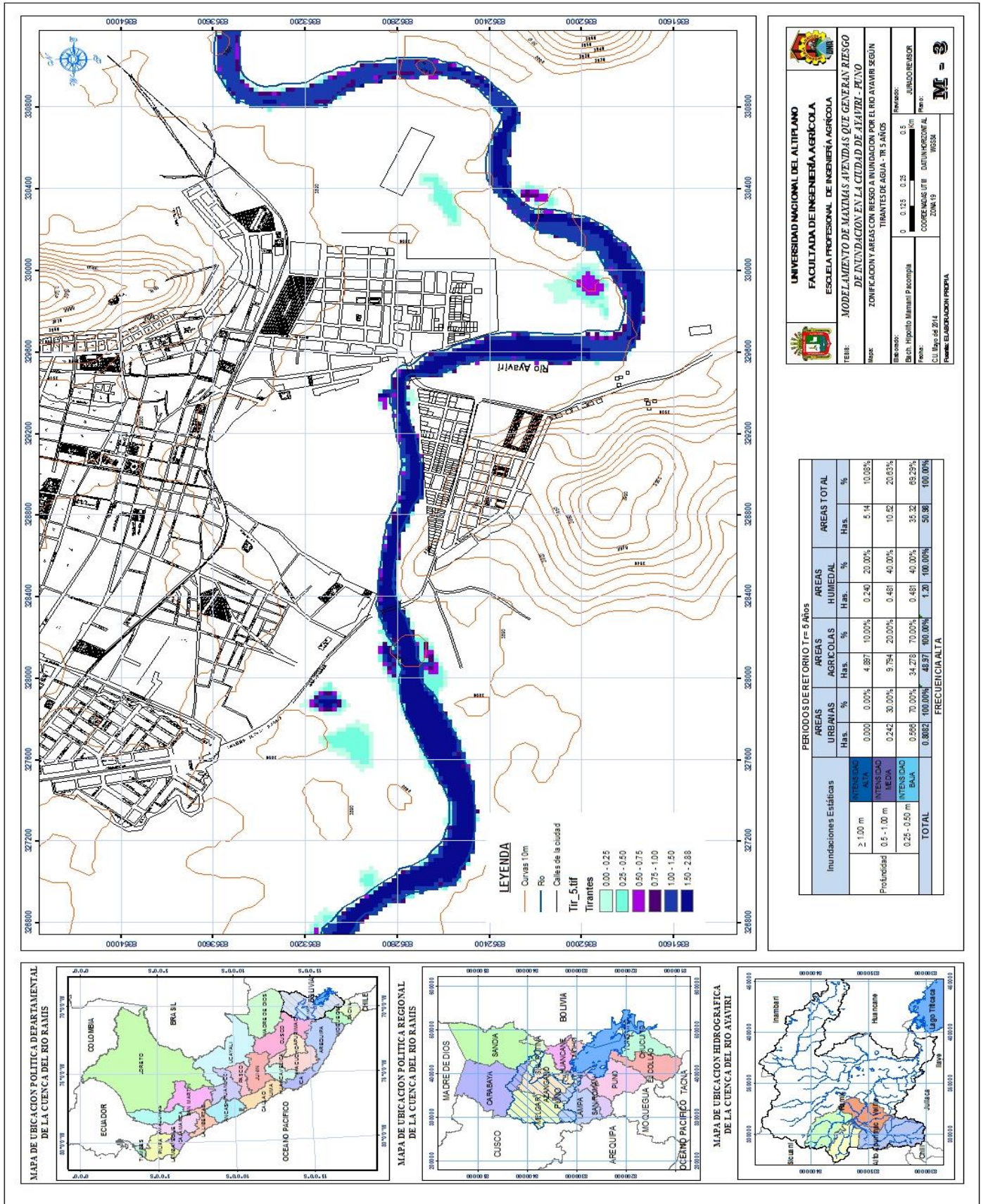
TEMA: MODELAMIENTO DE MAXIMAS AVENIDAS QUE GENERAN RIESGO DE INUNDACION EN LA CIUDAD DE AYAVIRI - PUNO

TITULO: ZONIFICACION Y AREAS CON RIESGO A INUNDACION POR EL RIO AYAVIRI SEGUN VELOCIDADES DE FLUIDO - TR. 100 AÑOS

Elaborado: 0 0.125 0.25 0.5 1.0 1.50
Elaborador: Jurado Revisor
Fecha: C.U. Mayo 2014
Proyecto: GEORREANALISIS DATUM HORIZONTAL WGS84 ZONA 19
Forma: ELABORACION PROPIA

Intensidad de Inundación	Velocidad de Inundación (m/s)	Intensidad de Inundación (m)	Velocidad de Inundación (m/s)
0.25	0.25	0.25	0.25
0.50	0.50	0.50	0.50
0.75	0.75	0.75	0.75
1.00	1.00	1.00	1.00
1.25	1.25	1.25	1.25
1.50	1.50	1.50	1.50





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA
ESUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

TITULO: MODELAMIENTO DE MAXIMAS AGENDAS QUE GENERAN RIESGO DE INUNDACION EN LA CIUDAD DE AYAVIRI - PUNO

MAESTRO: ZONIFICACION Y AREAS CON RIESGO A INUNDACION POR EL RIO AYAVIRI SEGUN TIRANTES DE AGUA - TR 5 AÑOS

ELABORADO POR: Bach. Hipólito Mamani Pacompa

FECHA: 01/12/2014

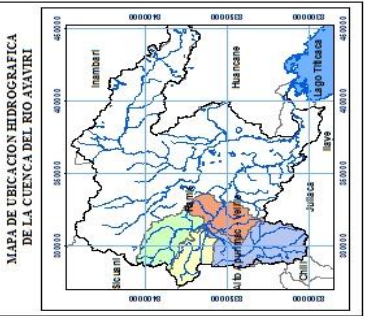
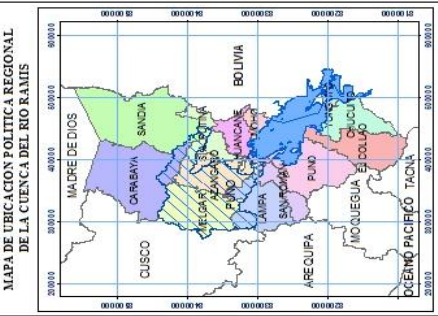
COORDENADAS UTM DATUM HORIZONTAL: WGS84

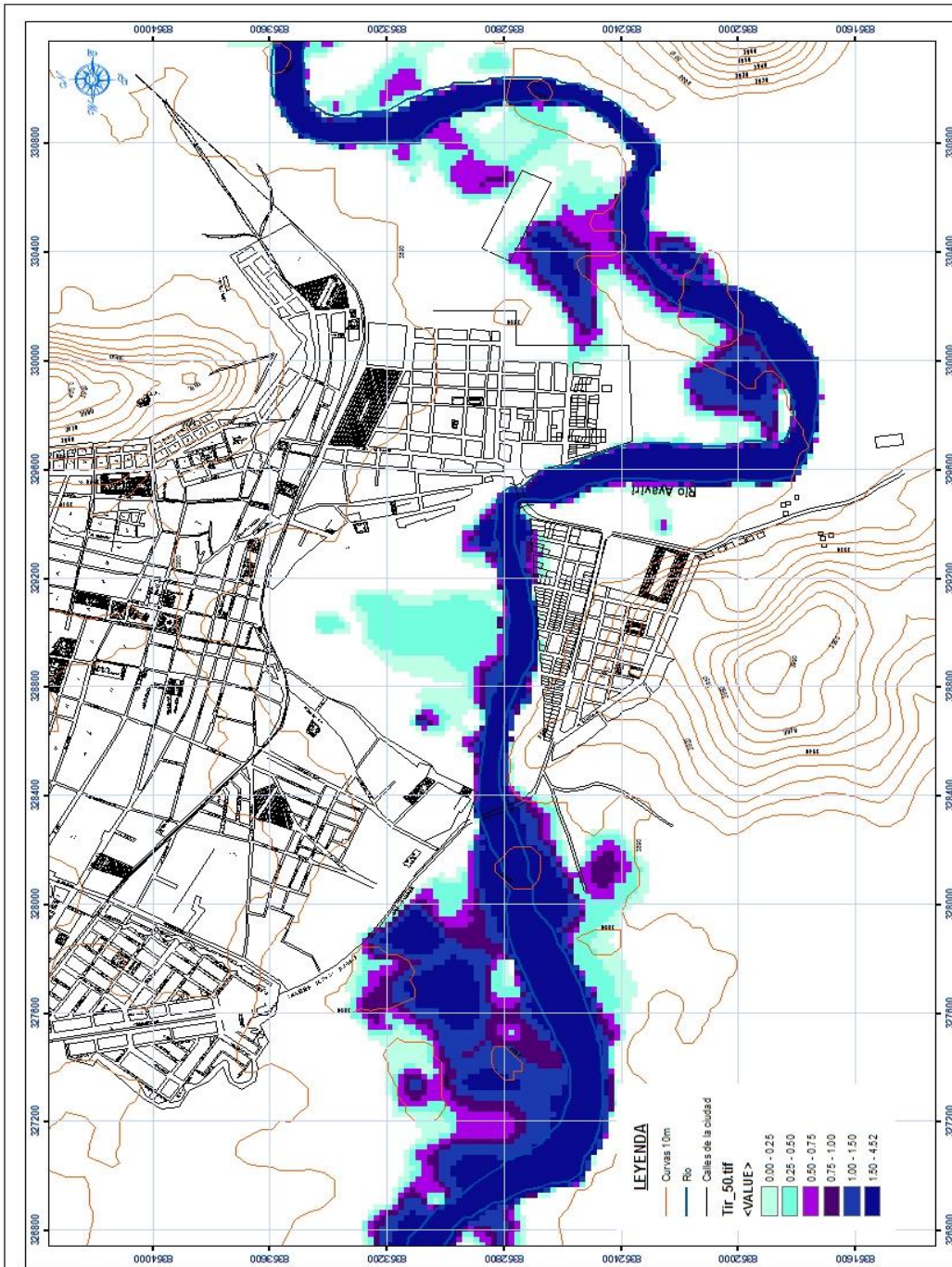
PROYECTO: JURADO REVISOR

MAPA N°: 3

FECHA ELABORACION PROPIA:

Inundaciones Estadísticas	PERIODO DE RETORNO T = 6 Años				FRECUENCIA ALTA			
	AREAS URBANAS	AREAS AGRICOLAS	AREAS HUMEDAL	AREAS TOTAL	AREAS URBANAS	AREAS AGRICOLAS	AREAS HUMEDAL	AREAS TOTAL
≥ 1,00 m	Hab. %	Hab. %	Hab. %	Hab. %	Hab. %	Hab. %	Hab. %	Hab. %
0.5 - 1.00 m	0.000	4.887	10.00%	0.240	20.00%	5.14	10.05%	
0.25 - 0.50 m	0.242	9.754	20.00%	0.481	40.00%	10.52	20.65%	
TOTAL	0.598	34.278	70.00%	0.481	40.00%	35.32	69.25%	
	0.8882	100.00%	48.87	100.00%	1.20	100.00%	50.88	100.00%





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA AGRICOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGRICOLA

TEMA: MODELAMIENTO DE MAXIMAS AVENIDAS QUE GENERAN RIESGO DE INUNDACION EN LA CIUDAD DE AYAVIRI - PUNO

MAPA: ZONIFICACION Y AREAS CON RIESGO A INUNDACION POR EL RIO AYAVIRI SEGUN TIRANTES DE AGUA - TR 50 AÑOS

Escala: 0 0.25 0.25 0.50 1.00

Elaborador: Bach. Hipólito Mimañi Páez

Revisor: JUBADO BELSOR

Fecha: CU Bayez 2014

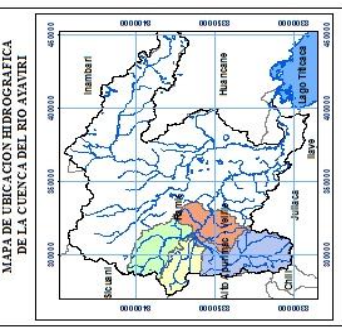
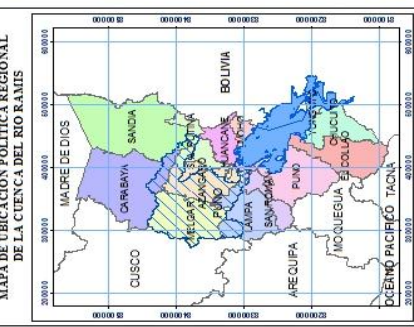
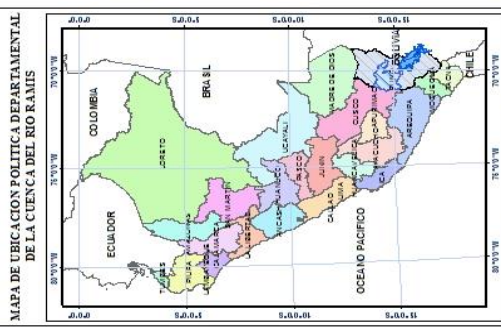
COORDENADA UTM: DATUM HORIZONTAL WGS84
 Zona 19

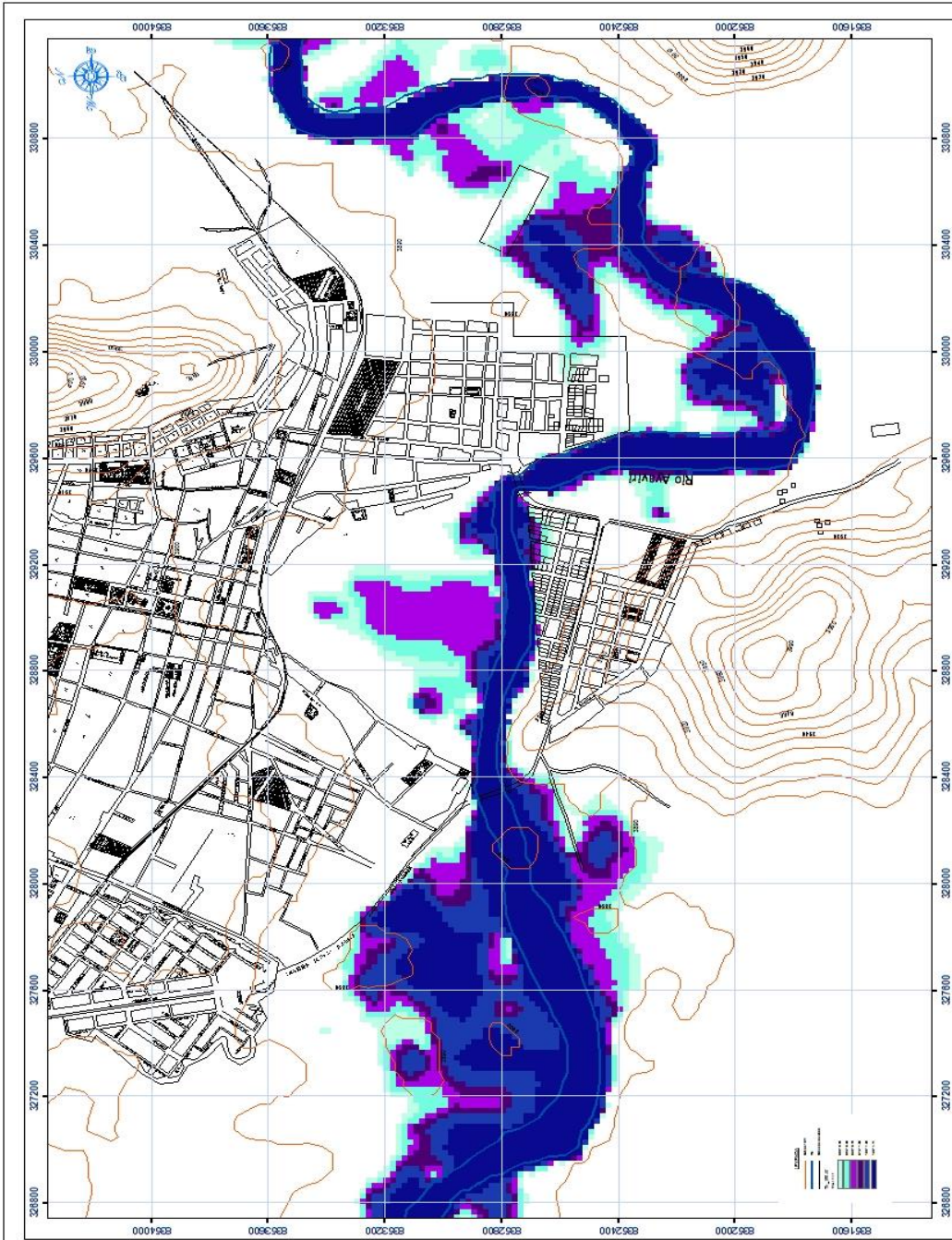
Proy.: UTM
 Escala: 1:50,000

Fuente: ELABORACION PROPIA

Inundaciones Estadísticas	AREAS URBANAS		AREAS AGRICOLAS		AREAS HUMEDAL		AREAS TOTAL	
	Habs.	%	Habs.	%	Habs.	%	Habs.	%
2 1.00 m	1.121	25.00%	48.584	28.00%	2.824	10.00%	52.23	23.31%
0.5 - 1.00 m	1.570	35.00%	77.734	40.00%	3.788	15.00%	83.09	37.08%
0.25 - 0.50 m	1.754	40.00%	68.018	36.00%	18.900	75.00%	88.74	39.61%
TOTAL	4.48	100.00%	184.34	100.00%	25.24	100.00%	224.00	100.00%

FRECUENCIA MEDIA





UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGRÍCOLA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÍCOLA

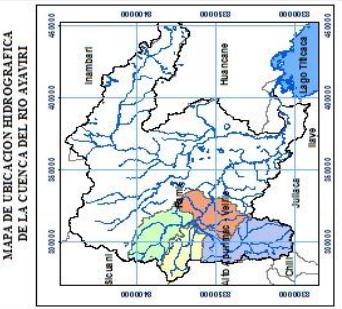
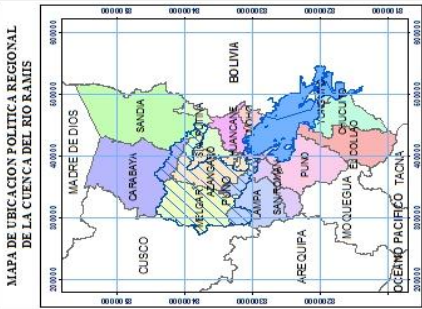
TÍTULO: MODELAMIENTO DE MAXIMAS AFECCIONES QUE GENERAN RIESGO DE INUNDACIÓN EN LA CIUDAD DE AYAVIRI - PUNO
ASIGNATURA: ZONIFICACION Y AREAS CON RIESGO A INUNDACION POR EL RIO AYAVIRI SEGUN TIRANTES DE AGUA - TR 100 AÑOS

ALUMNO: Bach. Hipólito Mariani Pichayank
FECHA: 01/02/2014
COORDINADOR UPEL: ZORAYD
PROFESOR: JESÚS REBORERO

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN
FECHA DE ENTREGA: 05/02/2014
VALORACION: 8.5

Inundaciones Estadísticas	ÁREAS URBANAS		ÁREAS AGRÍCOLAS		ÁREAS HUMEDAL		ÁREAS TOTAL	
	Habs.	%	Habs.	%	Habs.	%	Habs.	%
≥ 1.00 m	2.288	40,00%	78.038	35,00%	6.007	20,00%	84.34	33,33%
0.5 - 1.00 m	2.011	35,00%	66.173	30,00%	13.517	45,00%	80.70	31,85%
0.25 - 0.50 m	1.426	25,00%	78.038	35,00%	10.513	35,00%	87.98	34,77%
TOTAL	5.725	100,00%	207.24	100,00%	30.04	100,00%	263.03	100,00%

FRECUENCIA BAJA



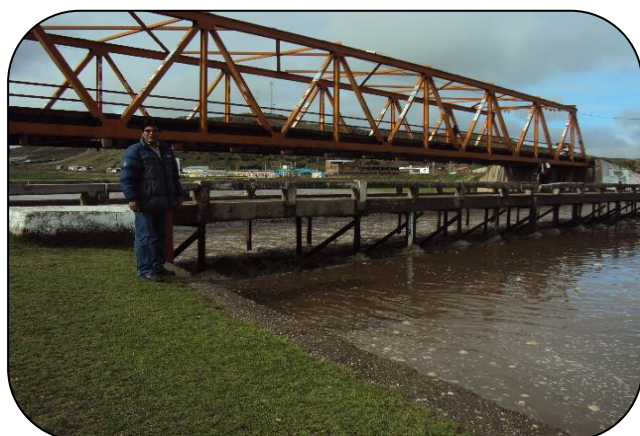


Imagen N° 01: Ubicación del puente Ayaviri a la margen izquierda donde se ubica el barrio Ccahuasi Mashi.

Imagen N° 02: Panorámico del nivel máximo del cauce del río Ayaviri, afectando el barrio Ccahuasi Mashi.



Imagen N° 03: Panorámico del nivel máximo del río Ayaviri, afectando el barrio Pueblo Libre en la margen izquierda del río.



Imagen N° 04: Panorámico del desbordamiento del río Ayaviri en la margen Derecha, afectando el barrio Ccahuasi Mashi.





Imagen N° 05: De la captación del agua potable afectado por el desbordamiento del rio Ayaviri.

Imagen N° 06: Panorámico del desbordamiento del rio Ayaviri aguas arriba del puente Juliaca – Cusco.



Imagen N° 07: Panorámico afectando el parque recreacional del barrio Ccahuasi Mashí en la margen izquierda del rio.

Imagen N° 08: Panorámico del desbordamiento del rio Ayaviri en la margen izquierda, afectando áreas de cultivos.

