



FACULTAD DE INGENIERÍAS Y ARQUITECTURA
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

TESIS

**EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL DEL
SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS
RESIDUALES DE LA LOCALIDAD DE
CHUCUITO, DISTRITO CHUCUITO, PUNO -
2017**

Presentada por el Bachiller

TITO ESCALANTE, Arliss Tanner

Para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

LIMA - PERÚ
2018

DEDICATORIA:

A Dios quién supo guiarme por el buen camino, darme fuerzas para seguir adelante y no desmayar en los problemas que se presentaban, enseñándome a encarar las adversidades sin perder nunca la dignidad ni desfallecer en el intento.

A mi hermosa madre, padre y hermana con sincero afecto, reconocimiento por su apoyo incondicional y firme en el logro de mis objetivos profesionales.

El autor.

AGRADECIMIENTOS:

Agradezco a mis amigos y compañeros del trabajo y universidad, que en momentos de ansiedad o desesperación estuvieron ahí para robarme una sonrisa y hacerme olvidar los malos momentos e impulsarme a seguir adelante.

El autor.

ÍNDICE DEL CONTENIDO

DEDICATORIA:	II
AGRADECIMIENTOS:	III
ÍNDICE DEL CONTENIDO	IV
GLOSARIO DE ABREVIATURAS	IX
ÍNDICE DE TABLAS	X
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
RESUMEN	XIII
ABSTRACT	XIV
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	2
1.1 Caracterización de la problemática.....	2
1.2 Formulación del problema.....	3
1.2.1 Problema general.....	3
1.2.2 Problemas específicos.....	3
1.3 Objetivos de la investigación.....	4
1.3.1 Objetivo general:.....	4
1.3.2 Objetivos específicos.....	4
1.4 Justificación de la investigación.....	4
1.4.1 Justificación teórica.....	4
1.4.2 Justificación metodológica.....	4
1.4.3 Justificación práctica.....	5
1.5 Importancia de la investigación.....	5

1.6	Limitaciones de la investigación	5
a)	Instrumentos disponibles para mediciones in situ.....	6
b)	Visitas a campo.	6
CAPITULO II.....		7
2	FUNDAMENTOS TEÓRICOS	7
2.1	Marco referencial	7
2.1.1	Antecedentes de la Investigación.	7
2.2	Marco legal.....	11
2.3	Marco conceptual	15
2.3.1	Aguas residuales domésticas	15
2.3.2	Características de las aguas residuales	16
a.	Características físicas	16
b.	Características químicas	16
c.	Características biológicas	17
2.3.3	Sistema de tratamiento de aguas residuales	17
a.	Tratamiento preliminar o pretratamiento.....	18
b.	Tratamiento Primario.....	18
c.	Tratamiento secundario	19
	Laguna facultativa.....	19
d.	Emisor.....	21
2.4	Marco teórico	21
2.4.1.	Evaluación de impacto ambiental.....	21
a.	Generalidades	21
b.	Definición.....	21
c.	Estudio de impacto ambiental (EsIA).....	22

d. Proyecto.....	22
e. Acciones del proyecto	22
f. Aspecto ambiental	22
g. Efecto.....	23
h. Valoración de impactos	23
i. Tipología de impactos	23
2.4.2. Estructura de la evaluación de impacto ambiental	28
a. Descripción de la actividad	28
b. Descripción del medio donde está o se va a implementar el proyecto	28
c. Delimitación del área de influencia	28
d. Método para la identificación y valoración de impactos.....	29
CAPÍTULO III	34
3 PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO	34
3.1 Metodología de investigación.....	34
3.1.1 Metodología para la evaluación de impactos ambientales	34
3.1.2 Metodología para diseñar el plan de manejo ambiental	38
3.1.3 Tipo de investigación	38
3.1.4 Nivel de la investigación.....	38
3.2 Diseño de la investigación.....	39
a) Etapa Preliminar	39
b) Etapa de campo	39
c) Etapa de Gabinete.....	39
3.3 Hipótesis de la investigación.....	40
3.3.1 Hipótesis general	40
3.3.2 Hipótesis específicas	40

3.4	Variables	40
3.4.1	Variable independiente.....	40
3.4.2	Variable dependiente.....	40
3.5	Cobertura del estudio de investigación.....	41
3.5.1	Universo	41
3.5.2	Población.....	41
3.5.3	Muestra.....	41
3.5.4	Muestreo.....	41
3.6	Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	41
3.6.1	Técnicas de investigación.....	41
3.6.2	Instrumentos de investigación.....	42
3.6.3	Fuentes	42
3.7	Procesamiento estadístico de datos.....	42
3.7.1	Medidas	42
3.7.2	Representaciones.....	42
CAPÍTULO IV		43
4.	PRESENTACIÓN, ORGANIZACIÓN, Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	43
4.1.	Resultados	43
4.1.1.	Características del ámbito de estudio	43
4.1.2.	Descripción de los componentes del proyecto	44
4.1.3.	Diagnóstico ambiental del lugar (Línea base).....	50
4.1.4.	Área de influencia	64
4.1.5.	Identificación de impactos ambientales	66
4.1.6.	Interacción de las actividades del sistema de tratamiento con los factores ambientales	72

4.1.7. Interpretación de Resultados de la Matriz de Leopold modificada (Causa – Efecto).....	76
4.1.8. Plan de manejo ambiental.....	76
4.2. Discusión de resultados	80
CONCLUSIONES	84
RECOMENDACIONES	85
REFERENCIAS BILIOGRÁFICAS.....	86
ANEXOS	88

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

ANA: Autoridad Nacional del Agua

EIA: Evaluación de Impacto Ambiental

ECA: Estándares de Calidad Ambiental

LMP: Límites Máximos Permisibles

MINAM: Ministerio del Ambiente

MVCS: Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento

PTAR: Planta de tratamiento de Aguas Residuales

RR. SS: Residuos Solidos

STAR: Sistema de Tratamiento de Agua Residual

SIG: Sistema de Información Geográfica

UTM: Universal transverse mercator

OMSABA: Oficina municipal de saneamiento básico

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Fragmento de una lista de chequeo	31
Tabla 2 Lista de chequeo descriptiva	31
Tabla 3 Formato de una lista de chequeo con escala.....	32
Tabla 4 Criterios para la valoración de impactos	36
Tabla 5 Rango de impactos	37
Tabla 6 Ubicación de las plantas de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito	45
Tabla 7 Ubicación de los efluentes del sistema de tratamiento de aguas residuales.....	49
Tabla 8 Tabla de datos de temperatura SENAMHI, 2015.....	50
Tabla 9 Resultados de monitoreo de calidad del Lago Titicaca.....	56
Tabla 10 Resultado de los análisis del agua residual	57
Tabla 11 Comparación de los efluentes con los LMP.....	58
Tabla 12 Actividades económicas de la localidad de Chucuito, INEI - 2007	61
Tabla 13 Lista de chequeo.....	66
Tabla 14 Matriz de identificación de proceso, etapas, aspectos e impactos ambientales	69
Tabla 15 Identificación de impactos ambientales en matriz de Leopold	73
Tabla 16 Valoración de impacto ambiental.....	75
Tabla17 Parámetros LMP.....	78
Tabla18 Parámetros ECA.....	79

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Esquema de un sistema de tratamiento de aguas residuales	18
Figura 2 Interacción de bacterias y algas en las zonas aeróbicas y anaeróbicas en una laguna facultativa	20
Figura 3 Impacto ambiental como diferencia de evolución con o sin acción	23
Figura 4 Impacto positivo y negativo.....	24
Figura 5 Impacto por la intensidad.....	25
Figura 6 Impacto por su duración	26
Figura 7 Impacto por su capacidad de recuperación	27
Figura 8 Ubicación geográfica del área de estudio	43
Figura 9 Planta de tratamiento Norte - PTAR 1	44
Figura 10 Planta de tratamiento Sur - PTAR 2	45
Figura 11 Presencia de sólidos, arenas, etc. En la red de alcantarillado	46
Figura 12 Presencia de sólidos en el pre tratamiento	47
Figura 13 Algas y lodos en laguna secundaria.....	48
Figura 14 Emisor obstruido por falta de mantenimiento	49
Figura 15 Esquema del sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito	50
Figura 16 Ubicación de la estación metereológica de Rincón de la Cruz (SENAMHI, 2017)	51
Figura 17 Incendio en la Provincia de Lampa (La República, 2017)	52
Figura 18 Cuenca del Titicaca, GOOGLE, 2017	54
Figura 19 Ubicación del punto de monitoreo de Calidad del Lago Titicaca.....	56
Figura 20 ubicación referencial de los vertimientos 1 y 2	58
Figura 21 Actividad pecuaria en la localidad.....	62
Figura 22 Iglesia de la Asunción de Chucuito	63

Figura 23 Templo de la fertilidad - Inka Uyo	64
Figura 24 Área de influencia directa	65
Figura 25 Área de influencia directa superpuesta a la Zona de Amortiguamiento	65
Figura 26 Área de influencia indirecta	66
Figura 27 Diagrama de flujo de entrada y salida del sistema de tratamiento de aguas residuales Chucuito	68
Figura 28 Puntos de monitoreo propuestos	78

RESUMEN

Esta investigación aplico el método descriptivo y explicativo, describiendo primeramente las condiciones iniciales del sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito para luego identificar las acciones mediante las listas de chequeo, para luego mediante la matriz modificada de Leopold (Causa-Efecto) valorar los impactos ambientales. Se cuantificaron los impactos ambientales a través de la aplicación de la metodología de la matriz de Leopold modificada, permitiendo establecer así el nivel de impacto positivo o negativo.

Los resultados mostraron que el factor ambiental más afectado es es la relación ecológica de Vectores de enfermedades e insectos seguido del Lago Titicaca. Como todo no es malo, los factores que no sufren daño y que son de fácil recuperación son el aspecto recreativo al aire libre, salud y seguridad, aves y animales domésticos. Así mismo el proceso de red de alcantarillado mediante el transporte de agua residual impactaría de forma positiva si es que el sistema funcionara adecuadamente. Otro de las acciones que impactan de forma positiva es el funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales, esta impacta de forma positiva a pesar de las deficiencias, así como tiene potencial positivo si el sistema de tratamiento de aguas residuales funcionara adecuadamente.

Se plantea medidas de mitigación como incremento de número de operadores para las PTAR 1 y 2, para solucionar los problemas de vectores de enfermedades, se plantea realizar una adecuada operación y mantenimiento en el sistema de tratamiento de aguas residual, esto mitigará la presencia de los vectores. Así también para evitar el impacto negativo del entorno del lago Titicaca se propone reubicar los dispositivos de descarga de las PTAR. En la actualidad de viene realizando trabajos y gestiones en conjunto con la OMSABA de la localidad de Chucuito y una empresa consultora para el desarrollo del proyecto.

Mediante la presente investigación se llegó a la conclusión que la evaluación del impacto ambiental de la localidad de Chucuito permitió identificar, predecir, valorar los impactos ambientales y proponer las medidas adecuadas para mitigar, prevenir, y contribuir a la mejora de la calidad ambiental zonal.

El autor.

ABSTRACT

This research applied the descriptive and explanatory method, first describing the initial conditions of the wastewater treatment system of the Chucuito locality to later identify the actions through the checklists, and then through the modified matrix of Leopold (Causa-Efecto) assess environmental impacts. The environmental impacts were quantified through the application of the modified Leopold matrix methodology, allowing to establish the level of positive or negative impact.

The results showed that the most affected environmental factor is the ecological relationship of vectors of diseases and insects followed by Lake Titicaca. As everything is not bad, the factors that do not suffer damage and that are easy to recover are the outdoor recreational aspect, health and safety, birds and domestic animals. Likewise, the sewage network process through the transport of wastewater would have a positive impact if the system worked properly. Another of the actions that have a positive impact is the functioning of the wastewater treatment system, this impacts positively despite the deficiencies, as well as having a positive potential if the wastewater treatment system works properly.

Mitigation measures are proposed, such as an increase in the number of operators for WWTPs 1 and 2, to solve the problems of disease vectors. It is proposed to carry out an adequate operation and maintenance in the wastewater treatment system, this will mitigate the presence of vectors Likewise, in order to avoid the negative impact of the surroundings of Lake Titicaca, it is proposed to relocate the discharge devices of the WWTPs. At present, he has been carrying out works and negotiations in conjunction with the OMSABA in the town of Chucuito and a consulting firm for the development of the project.

Through the present investigation, it was concluded that the environmental impact assessment carried out in the town of Chucuito made it possible to identify, predict, assess environmental impacts and propose appropriate measures to mitigate, prevent, and contribute to the improvement of zonal environmental quality.

The author

INTRODUCCIÓN

Las actividades poblacionales y servicios generan sustancias que alteran la composición natural del ambiente llegando a modificarlas significativamente, así mismo debemos de señalar que, la gestión ambiental disminuye o elimina los efectos que son dañinos para la calidad ambiental y busca que las actividades sean sostenible en el tiempo.

La evaluación de impacto ambiental es un instrumento de la gestión ambiental que busca valorar los impactos que puedan generar cambios significativos de forma significativa en el ambiente, así como prevenir los impactos que puedan generarse por una actividad, a través de la identificación y valoración de impactos ambientales. A través de esta investigación se recopiló una serie de datos que permiten establecer criterios en la evaluación de impactos ambientales permitiendo potenciar la gestión ambiental. El presente estudio se enfoca en determinar el valor de impacto ambiental que puede alcanzar un sistema de tratamiento de aguas residuales al encontrarse en abandono a un año de construcción solo por ser considerada infraestructura nueva. Así mismo para desarrollar el presente estudio se toma los pasos de:

Etapa preliminar: En esta etapa comprende actividades como la recopilación y análisis preliminar de información temática sobre el tema y área de estudio, así como la preparación de instrumentos técnicos como las encuestas para el levantamiento de información, a esto se suma la preparación del mapa base preliminar del área de estudio.

Etapa de campo: en esta etapa se observa las características de la fisiografía, suelos, cobertura vegetal, poblado, fuente hídrica superficial, el cual servirá de soporte para la identificación y de las probables alteraciones que se estén dando como resultado del funcionamiento del proyecto.

Etapa de gabinete: esta etapa comprende el procesamiento de la información obtenida en campo, la evaluación y análisis de impacto ambiental así como el desarrollo de la propuesta de plan de manejo ambiental.

Así mismo debemos de señalar el presente estudio desea proporcionar al lector una idea y/o secuencia para realizar un estudio de impacto ambiental en Sistemas de tratamiento de agua residual en localidades con poblaciones menor a los 3000 habitantes y superior a los 2000 habitantes. Esto con el objetivo de que se identifique de forma adecuada el factor ambiental mayormente afectado y que se realicen propuestas de planes de manejo ambiental para disminuir o eliminar los impactos negativos y potenciar los impactos positivos.

CAPÍTULO I

1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Caracterización de la problemática

Desde la aparición de las primeras poblaciones estables, la eliminación de las aguas residuales ha constituido un problema para las sociedades humanas. Así también existen evidencias que tanto en la edad antigua como en la edad media, algunas civilizaciones realizaban canalizaciones para las aguas residuales, esto con la finalidad de alejarlas de los pobladores, debemos de señalar que en la mayoría de ocasiones fueron los ríos - cuerpos de aguas superficiales - los que recepcionaban estas aguas residuales. Cuando la carga de aguas residuales vertidas, rebasa la capacidad de disolver, absorber y neutralizar la carga residual, el agua se altera en apariencia física, química y biológica, llegando a condiciones en las que no logra sustentar una vida acuática adecuada.

Se estima que a fines del año 2007 el Perú tenía una población total de 28.3 millones de habitantes, de los cuales 21.1 millones vivían en zonas urbanas; y los restantes 7.2 millones en zonas rurales. (OEFA, 2012), menciona que el Perú genera aproximadamente 2, 217,946 m³/día de aguas residuales, las cuales son descargadas a la red de alcantarillado de las EPS Saneamiento, así mismo el 32% de estas recibe tratamiento antes de ser vertidas a un cuerpo receptor.

En noviembre del 2016 la Municipalidad distrital de Chucuito pone en funcionamiento un sistema de tratamiento de sus aguas residuales compuesta por una red de alcantarillado el cual se encarga de recolectar las aguas residuales generadas en la localidad de Chucuito y 2 plantas de tratamiento de aguas residuales por lagunas facultativas (PTAR 1 – Norte y PTAR 2 – Sur) las cuales se encargan de tratar la misma. Cada planta de tratamiento fue construido para tratar un caudal de 2.55 l/s de aguas residuales. La localidad de Chucuito genera un aproximado de 2.49 l/sg de agua residual, esto según el PIP 2012 “Ampliación y mejoramiento del sistema de agua y alcantarillado de la localidad de Chucuito distrito de Chucuito – Puno – Puno”.

Actualmente las plantas de tratamiento de aguas residuales 1 y 2 presentan mal olor el cual se intensifica en horas en las que el sol se ubica perpendicular a la superficie terrestre – 12 horas del día – ocasionando malestar en los pobladores más próximos a estas plantas

de tratamiento. Se observa la presencia de residuos sólidos dentro de la PTAR como sus alrededores, producto del rebose ocasional de agua residual por la presencia de residuos, y el exceso de lodos que no son retirados a la actualidad por la falta de mantenimiento y operador debidamente capacitado ocasionando la exposición de estos de forma directa al suelo, debemos de señalar que las aguas residuales luego de ser tratadas en las PTARs (PTAR 1 y PTAR 2), estas son vertidas al Lago Titicaca sin saber si estas cumplen con los límites máximos permisibles (LMP) – Parámetros de conservación del ambiente - a esto se suma el estancamiento de las aguas residuales a inmediaciones del Lago Titicaca, el cual viene ocasionando olores e incremento de totora a inmediaciones de los emisores. Así mismo debemos de mencionar que parte del sistema de tratamiento de aguas residuales se encuentra en la zona de amortiguamiento del Lago Titicaca, el cual según la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA, es clasificado como categoría 4 “Conservación del Ambiente Acuático, subcategoría: lagunas y lagos”.

Todo esto hace la necesidad de realizar una evaluación de impacto ambiental para determinar el impacto que ocasiona el funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito y proponer medidas de mitigación que puedan implementar las autoridades locales en el menor tiempo posible.

1.2 Formulación del problema.

1.2.1 Problema general

¿Cuál es el impacto ambiental que genera el funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es la situación actual del sistema de tratamiento de aguas residuales?
- ¿Cuál es la influencia del sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito?
- ¿Cuáles son los impactos ambientales que genera el sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito?
- ¿Cuáles son las medidas de mitigación y prevención que se pueden promover en el sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general:

Evaluar el impacto ambiental que genera el funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito, Puno.

1.3.2 Objetivos específicos

- Realizar el diagnóstico Situacional del sistema de tratamiento de aguas residuales
- Verificar la influencia del sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito.
- Identificar y evaluar los impactos ambientales generados por el funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito.
- Proponer medidas de mitigación y prevención de impactos generados por el sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito.

1.4 Justificación de la investigación

1.4.1 Justificación teórica

El presente estudio se realiza con el propósito de reflejar el estado de abandono del sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito, así como mostrar los perjuicios que ocasiona actualmente a los factores ambientales, buscando ser una herramienta para la toma de decisiones de las autoridades locales.

Así mismo según la (Conservación del Ambiente Acuático, subcategoría: Lagos y Lagunas, 2010) el estudio se hace importante debido a que parte del sistema de tratamiento de aguas residuales se encuentra en la zona de amortiguamiento del Lago Titicaca, el cual según la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA, es clasificado como categoría 4 “Conservación del Ambiente Acuático, subcategoría: lagunas y lagos”.

1.4.2 Justificación metodológica

La presente investigación se justifica en el uso de la evaluación de impacto el cual es un instrumento de gestión ambiental, siendo este un proceso continuo que no

solo debe ser utilizado previo a la instalación de un proyecto, actividad y/o servicio, si no también cuando se encuentre en funcionamiento y cuando este cierre definitivamente.

En la visita al sistema de tratamiento de agua residual de la localidad de Chucuito, se evidencia la ausencia de una adecuada operación y mantenimiento, así mismo en la actualidad los efluentes del sistema de tratamiento de aguas residuales se vierten a campo abierto a inmediaciones del lago Titicaca sin saber si estos cumplen con los límites máximos permisibles (LMP) establecidos en la norma del estado peruano, también se debe verificar la influencia del sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito para tener un panorama de la influencia directa e indirecta de esta, por tanto la identificación y evaluación de impactos ambientales ayudará a generar propuestas que mitiguen y prevengan estos impactos que se generan en la actualidad.

1.4.3 Justificación práctica

Los resultados obtenidos producto de la valoración de impacto ambiental refleja la interacción entre las acciones del sistema de tratamiento sobre los factores ambientales que se vienen dando en la actualidad en torno al proyecto. Debemos señalar que los resultados obtenidos ayudaron a brindar propuestas para la mitigación de acciones que vienen ocasionando impactos al ambiente.

1.5 Importancia de la investigación

La importancia del presente trabajo radica en la utilidad que puede tener al poder ser utilizado como una herramienta para la toma de decisiones de las autoridades de la municipalidad distrital de Chucuito, mejorando el funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales conllevando a la preservación del ambiente.

1.6 Limitaciones de la investigación

Debido a la proximidad del lugar de estudio y la residencia del tesista, la investigación se limitará a los siguientes aspectos:

a) Instrumentos disponibles para mediciones in situ.

No se cuenta con instrumentos de medición de parámetros como: Aceites y Grasas, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de oxígeno, pH, etc. Por tanto se hizo uso de resultados de laboratorio acreditado, los cuales fueron realizados por la Municipalidad distrital de Chucuito en Enero del 2017.

b) Visitas a campo.

Dado que el presente estudio es mayormente descriptivo, explicativo y la ubicación de la zona de estudio es distante a la residencia del investigador, se realizará visitas a campo inopinadas, y cortas ya que la etapa de gabinete demanda mayor tiempo de trabajo.

CAPITULO II

2 FUNDAMENTOS TEÓRICOS

2.1 Marco referencial

2.1.1 Antecedentes de la Investigación.

- A. López Alva Giampier Walter y Monzón Bocanegra Juan Carlos 2015, en la tesis **Evaluación de impacto ambiental y propuesta de un plan de manejo de residuos sólidos municipales, del área urbana del Distrito de Marcabal, Sanchez Carrión, la Libertad**, presentado en la universidad Nacional de Trujillo.

Objetivo: Realiza la evaluación de impacto ambiental del manejo de residuos sólidos municipales y propone un plan de manejo para estos.

Método: Se realiza la evaluación de impacto ambiental utilizando la matriz de Leopold (Causa – Efecto) el cual analiza las interacciones entre los factores ambientales relevantes identificados en el diagnóstico inicial de la gestión de los residuos sólidos en el distrito de Marcabal. Así mismo considera cuatro fases:

- Realizar el diagnóstico situacional del área de estudio.
- Realizar la evaluación de Impacto ambiental del área de estudio.
- Realizar un estudio de caracterización de los residuos sólidos.
- Proponer un plan de manejo de residuos sólidos.

Resultados:

- El estudio de caracterización realizado en el distrito de Marcabal dio como resultado la generación per cápita de 0.252 Kg/hab./día, generación diaria de 150 Kg con una densidad promedio de 186.20 Kg/m³. El porcentaje de material orgánico es 80.89%, papel y cartón 3.01%, plásticos PET 2.62%, vidrio 1.88%, latas de aluminio 1.41% y desechos en un 10.19%.

- El objetivo principal del estudio dio como resultado que el impacto ambiental generado por la gestión de los residuos sólidos alcanzo un valor cuantitativo de -186.3, en la matriz de significancia se encontró 0 impactos altamente significativos, 17 impactos significativos, 39 impactos despreciables, 10 impactos beneficiosos.
- La disposición final de la totalidad de los residuos generados en el distrito se lleva a cabo de forma inadecuada, ya que la municipalidad no cuenta con un relleno sanitario.

Conclusiones:

- Se elaboró un plan de manejo de residuos sólidos municipales para la zona urbana del Distrito de Marcabal en el año 2014.
 - La caracterización de residuos sólidos dio como resultado que el material reciclable generado por la población alcanza un 8.92 % (Papel, cartón, plástico PTE, vidrio, latas de aluminio). Así también debemos de señalar que los residuos no reciclables alcanzan un porcentaje de 10.19 %, por tanto es necesario elaborar programas de segregación de residuos para reaprovechar los residuos reciclables.
 - Según la jerarquización de impactos se determinó que el impacto negativo más elevado es generado por la conciencia ambiental, y como impacto positivo se tiene la organización del servicio.
- B. Mendez Izquierdo, Tania Ivette 2014, en la Tesis **Evaluación del impacto ambiental del sistema de tratamiento de aguas residuales en el C.P. Bella Esperanza – Pativilca**”.

Objetivo: Predecir y evaluar los impactos ambientales generados por la operación del sistema de tratamiento de aguas residuales en el C.P. Bella Esperanza – Pativilca, determinar la calidad de agua residual tratada.

Método: Se realiza la evaluación de impacto ambiental utilizando la matriz de Leopold modificada (Causa – Efecto). Siguiendo los siguientes pasos:

- Revisión del marco legal

- Descripción del diagnóstico ambiental de la zona de estudio (Línea base) teniendo en cuenta factores afectados.
- Entrevistas al presidente de la JASS Bella Esperanza.
- Valoración cualitativa de los impactos ambientales mediante método matricial de Leopold modificada (Causa-Efecto).

Resultados:

- La acción que afecta más a la calidad ambiental es el vertido de agua residual (-422) el cual es ocasionado por malas prácticas en el uso de la red de alcantarillado.
- El factor ambiental más afectado es la calidad de aire con un valor de -216, aparición de vectores de enfermedades -177, seguidamente de la calidad de suelo el cual tiene un valor de -132.

Conclusiones:

- El estudio ambiental dio como resultado que el vertido de las aguas residuales de la localidad de Chucuito afectan a la salud y seguridad, calidad de vida de los pobladores de Bella Esperanza. Siendo el factor más afectado el aire por las constantes emanaciones de gases del sistema de tratamiento de aguas residuales.
- Los análisis realizados en laboratorio acreditado dieron como resultado que el sistema de tratamiento de aguas residuales del centro poblado Bella Esperanza no cumple con los LMP.

- C. Torres Guadalupe, Jaime Fernando, 2009, en la Tesis **Evaluación del impacto ambiental y plan de manejo ambiental del proyecto parque lineal Chibunga, Cantón Riobamba, provincia de Chimborazode.**

Objetivo: Predecir y evaluar los impactos potenciales relacionados con la construcción y operación del parque Lineal Chibunga; además diseñar el Plan de Manejo

Método: Se realiza la evaluación de impacto ambiental utilizando la matriz de Leopold modificada (Causa – Efecto). Siguiendo los siguientes pasos:

- Revisión del marco legal
- Descripción de las condiciones ambientales y componentes.
- Valoración cualitativa de los impactos ambientales mediante método matricial de Leopold modificada (Causa-Efecto).
- diseño de las medidas de prevención, mitigación.

Resultados: En el estudio se identificaron 40 factores ambientales, la evaluación de impacto dio como resultado el valor de + 2142 unidades. Siendo la acción de mayor afectación la descargas líquidas, modificaciones en el tránsito automotriz, escombros, cortes y rellenos, modificación de hábitats, limpieza y desbroce, alteración de la cobertura vegetal, ruido y vibraciones.

Conclusiones: el proyecto del Parque lineal Chibunga es viable, siempre y cuando se apliquen las medidas de prevención y mitigación identificadas en el plan de manejo ambiental.

Las especies reportadas en el área de influencia directa del proyecto, son de amplia distribución en el País, por tanto se espera que las poblaciones se se vean afectadas. Dentro de los factores ambientales que sufren impacto positivo es el socio-económico.

La localidad de Chucuito, distrito de Chucuito de la provincia de Puno, surge a la vida política como distrito el 02 de Abril de 1564, posteriormente el distrito de Chucuito se crea bajo ley N° 12301 con fecha 03 de mayo de 1955. Siendo una localidad actualmente clasificada en extrema pobreza así, también en ese mismo año se realiza la primera instalación de Agua potable con un reservorio de 20 m³ con algunas instalaciones de redes de distribución y el año 1975 se realiza la instalación del sistema de desagüe también para algunas viviendas que se encontraban en las calles principales.

En el año 1999 se realiza la ampliación de la Red de desagüe y se implementa una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales con dos sistemas de lagunas facultativas, cada uno con 4 lagunas primarias y secundarias las cuales no fueron concluidas y por tanto no entraron en funcionamiento.

Debido al crecimiento poblacional de la localidad de Chucuito y considerando el deterioro en los sistemas de agua potable, desagüe y la falta de un adecuado tratamiento de aguas residuales en el año 2012 se inicia la ampliación y mejoramiento de tales sistemas (agua potable, desagüe), para cubrir con los servicios básicos de la localidad de Chucuito y realizar un adecuado tratamiento de aguas residuales. Previa ejecución del proyecto en noviembre del 2016, el sistema de tratamiento de aguas residuales se pone en funcionamiento.

2.2 Marco legal

En nuestro país se promulgaron normas que sirven como instrumentos jurídicos para regular la relación entre el hombre y su ambiente, esto con el propósito de lograr un desarrollo sostenible de nuestro país. Así mismo las normas que se relacionan son:

GENERAL

a) Constitución política del Perú 1993

En el Artículo 2 inciso 22, dice: todas las personas tienen derecho a la paz, a la tranquilidad, a la salud y al disfrute del tiempo libre y al descanso, así como gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida.

b) Ley general del ambiente – Ley N° 28611

Esta Ley establece que toda persona tiene el derecho a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental y de proteger el ambiente.

El artículo 120°, menciona que el Estado promueve el tratamiento de las aguas residuales con fines de su reutilización, considerando como premisa la obtención de la calidad necesaria para su reúso, sin afectar la salud humana, el ambiente o las actividades en las que se reutilizarán. Corresponde a las entidades responsables de los servicios de saneamiento la responsabilidad por el tratamiento de los residuos líquidos domésticos y de las aguas pluviales (Art. 122°).

c) Ley orgánica de municipalidades - Ley N° 27972 (modificada por Ley N° 28268 y Ley N° 28961)

Esta Ley establece que los gobiernos locales son entidades básicas dentro de la organización del Estado y canales inmediatos de participación vecinal en los asuntos públicos, que institucionalizan y gestionan con autonomía los intereses de sus correspondientes colectividades. Las municipalidades distritales y provinciales son los órganos de gobierno promotores del desarrollo local.

SUBSECTOR SANEAMIENTO

d) Ley general de saneamiento – Ley 26338

Artículo 15°.- Los usuarios de los servicios de saneamiento tienen la obligación de hacer uso adecuado de dichos servicios, no dañar la infraestructura correspondiente.

e) Ley general de Salud – Ley 26842

El Artículo 103°, señala, que toda persona natural o jurídica está impedida de efectuar descargas de desechos o descargas contaminantes en el agua, el aire o el suelo, sin haber adoptado las precauciones de depuración en la forma que señalan las normas sanitarias y de protección del ambiente.

Así también, el Artículo 107°, indica que el abastecimiento de agua, alcantarillado, disposición de excretas, reúso de aguas servidas y disposición de residuos sólidos quedan sujetos a las disposiciones que dicta la Autoridad de Salud competente, la que vigilará su cumplimiento.

f) Reglamento Nacional de Edificaciones - DS N° 011-2006-Vivienda

El objetivo principal es normar el desarrollo de proyectos de tratamiento de aguas residuales en los niveles pre- liminar, básico y definitivo. La presente norma está relacionada con las instalaciones que requiere una planta de tratamiento de aguas residuales municipales y los procesos que deben experimentar las aguas residuales antes de su descarga al cuerpo receptor o a su reutilización.

- Norma OS. 090: Plantas de Tratamiento de aguas residuales.

NORMATIVA AMBIENTAL ESPECÍFICA

g) Ley de Recursos Hídricos - Ley N° 29338 y su Reglamento D.S. N° 001-2010-AG

Se reconoce que el agua es un recurso renovable con valores sociocultural, económico y ambiental. Por tanto, basa el uso del agua en una gestión integrada y en el equilibrio entre los referidos valores. Establece que el agua es propiedad de la nación. No hay propiedad privada sobre el agua. Es un bien de uso público y solo su administración puede ser otorgada y ejercida en armonía con el bien común; y la gestión integrada de los recursos hídricos ha sido declarada de interés nacional y necesidad pública.

Se crea el Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos, cuyo ente rector y máxima autoridad técnico-normativa es la Autoridad Nacional del Agua - ANA.

h) Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para el Agua – D.S. N° 004-2017-MINAM

Mediante el presente Decreto Supremo se aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) para agua con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el agua en su condición de cuerpo receptor y componentes básicos de los ecosistemas acuáticos, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni del ambiente. Así también establece las siguientes categorías:

- Categoría I: Poblacional y Recreacional.
- Categoría II: Actividades Marino Costeras
- Categoría III: Riego de Vegetales y Bebida de Animales.
- Categoría IV: Conservación del Ambiente Acuático.

i) Disposiciones para la Implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua – D.S. N° 023-2009-MINAM

Esta referido a las disposiciones para la implementación de los Estándares Nacionales de Calidad Ambiental aprobados por el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM. Señala que a partir del 01 de abril de 2010 los Estándares son de obligatorio

cumplimiento para el otorgamiento de las Autorizaciones de Vertimientos y son referente obligatorio para los otros instrumentos de gestión ambiental.

j) Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales – D.S. N° 003-2010-MINAM

Mediante el presente Decreto Supremo se aprueban los Límites Máximos Permisibles (LMP) en el efluente de las plantas de tratamiento de aguas residuales con el objetivo de establecer el nivel de concentración o el grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos presentes en el emisor previo a su vertimiento al ambiente.

k) Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales - Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA

El objetivo es estandarizar los criterios y procedimientos técnicos para evaluar la calidad de los recursos hídricos continentales y marino costeros considerando el diseño de las redes de puntos de monitoreo, la frecuencia, el programa analítico, la medición de parámetros en campo, la recolección, preservación, almacenamiento, Transporte de muestras de agua, el aseguramiento de la calidad y la seguridad del desarrollo del monitoreo.

l) Ley de Gestión Integral de Residuos Sólidos - Ley N° 27314, D.L. N° 1278)

Plantea 3 ejes relevantes sobre la gestión integral de residuos sólidos en el País.

I. Un primer cambio en el paradigma está referido a considerar el residuo sólido como insumo para otras industrias.

II. Un segundo aporte es que establece las bases para el desarrollo de una gran industria del reciclaje de los residuos sólidos, logrando generar un mayor ingreso, mayor inversión, mayor empleo, y sobre todo lograr altos estándares de manejo ambiental.

III. Vinculación de los actores claves en este proceso con el tratamiento de los residuos sólidos. El manejo de estos residuos y el impulso de esta industrialización en el Perú comprometerá a nuestras autoridades en sus tres niveles, a las grandes y

medianas empresas (en cadena con las micro y pequeñas) y a los ciudadanos de a pie en todos los ámbitos de la sociedad civil.

m) Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental - Ley N° 27446 (modificada por D. Legislativo N° 1078) y su Reglamento (DS N° 19-2009-MINAM) de Impacto ambiental

Se Tienen por objetivo lograr la efectiva identificación, prevención, supervisión, control, corrección anticipada de los impactos ambientales negativos derivados de las acciones humanas expresadas por medio de proyectos de inversión, así como de políticas, planes y programas públicos, a través del establecimiento del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA).

Se define el SEIA como un sistema único y coordinado, de carácter preventivo, asimismo constituye un mecanismo de integración, coordinación e interacción entre los distintos ámbitos de la gestión ambiental, establece un procedimiento administrativo uniforme y único asociado al cumplimiento de funciones, facultades, responsabilidades, procesos, requerimientos y procedimientos que rigen las actuaciones de las autoridades competentes. La norma también tiene por finalidad el establecimiento de los mecanismos que aseguren la participación ciudadana en el proceso de evaluación de impacto ambiental.

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Aguas residuales domésticas

(Romero, 2008), sostiene que las aguas residuales son productos de la actividad humana, compuesta de aguas usadas y sólidos que por uno u otro medio se introducen al desagüe y son transportadas por el sistema de alcantarillado. Las aguas residuales domésticas, son líquidos provenientes de las viviendas o residencias, edificios comerciales e institucionales. Debemos de señalar también que se acostumbra nombrar aguas negras, estas son aguas residuales provenientes de inodoros, es decir, aquellas que transportan excrementos humanos y orina, compuesta de sólidos suspendidos, nitrógeno y Coliformes fecales; también esta las aguas grises, estas son provenientes de duchas, lavamanos y lavadoras, aportantes de demanda bioquímica de oxígeno (DBO), sólidos suspendidos, fosforo, grasas y Coliformes fecales.

2.3.2 Características de las aguas residuales

(Romero, 2008), sostiene que toda caracterización de aguas residuales implica un programa de muestreo apropiado para asegurar representatividad de la muestra y un análisis de laboratorio acreditado que aseguren precisión y exactitud en los resultados. Aunque en la práctica, existen caracterizaciones típicas de aguas residuales, las cuales son muy importantes como referencia de los parámetros de importancia por analizar y su magnitud.

Las aguas residuales domesticas están compuestas básicamente por agua, materia sólida, residuos sólidos, a esto se suma la presencia de materia mineral y materia orgánica donde la materia mineral proviene de los subproductos desechados durante la vida cotidiana y de la calidad de las aguas de abastecimiento y la materia orgánica proviene exclusivamente de la actividad humana y está compuesta por materia carbonácea, proteínas y grasas.

A continuación se incluye algunos de los constituyentes más comunes de las aguas residuales domésticas.

a. Características físicas

(Crites, 2000), Afirman que la característica física del agua residual son los sólidos, estos son compuestos que están flotando en el agua residual, así mismo la expresión de sus unidades es en mg/L. El color del agua residual es causado por los sólidos suspendidos, material coloidal y sustancias en solución, así también si el color es gris oscuro o negro, se trata en general de aguas que han sufrido una fuerte descomposición bacterial bajo condiciones anaeróbicas (ausencia de oxígeno).

Debemos señalar también que la presencia de sólidos puede ser por la los residuos sólidos arrastrados por esorrentía debido a la presencia de lluvias y/o lavado de calles.

b. Características químicas

(Crites, 2000) afirma que los constituyentes químicos de las aguas residuales son con frecuencia clasificados en inorganicos y orgánicos. Dentro de los inorgánicos esta la concentración del ion Hidrogeno (pH), su concentración permite un tratamiento eficaz de las aguas residuales. El nitrógeno (N) y el fosforo (P), estas

son esenciales para el crecimiento biológico y evaluar la tratabilidad de las aguas residuales para tratamientos biológicos, el contenido de total del nitrógeno está compuesto por nitrógeno amoniacal, nitritos, nitratos y nitrógeno orgánico y la forma más frecuente en que se puede encontrar el “P” incluye los ortofosfatos, polifosfatos y fosfato orgánico. Dentro de los orgánicos está la demanda bioquímica de oxígeno es la cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para oxidar (estabilizar) la materia orgánica biodegradable en condiciones aerobias, se suele referir al consumo en 5 días (DBO_5). Se mide en ppm de O_2 que se consume ($mg/L-O_2$).

c. Características biológicas

(Crites, 2000) Las características biológicas de las aguas residuales son importante para el control de enfermedades causadas por organismos patógenos de origen humano, por el papel activo y fundamental de las bacterias y otros organismos dentro de la descomposición y estabilización de la materia orgánica, bien sea en el medio natural o en plantas de tratamiento de aguas residuales. Se encuentran las bacterias quienes cumplen un papel fundamental y de gran importancia en la descomposición y estabilización de la materia orgánica, las bacterias que se encuentran con mayor frecuencia son las bacterias entéricas que colonizan el tracto gastrointestinal del hombre y son eliminadas a través de la materia fecal.

Los coliformes que se utilizan como organismos indicadores de contaminación en otras palabras, como un indicador de la existencia de organismos productores de enfermedad. Cada persona evacua de 1×10^5 a 4×10^5 de coliformes al día. En aguas tratadas, los coliformes totales funcionan como un alerta de que ocurrió contaminación.

2.3.3 Sistema de tratamiento de aguas residuales

Un sistema de tratamiento de agua residual es una infraestructura que tiene como objetivo remover el material contaminante (orgánico e inorgánico), el cual puede estar en forma de partículas en suspensión y/o disueltas, con objeto de alcanzar una calidad de agua requerida por la normativa de descarga o por el tipo de reutilización a la que se destinará (UNAM, 2013).

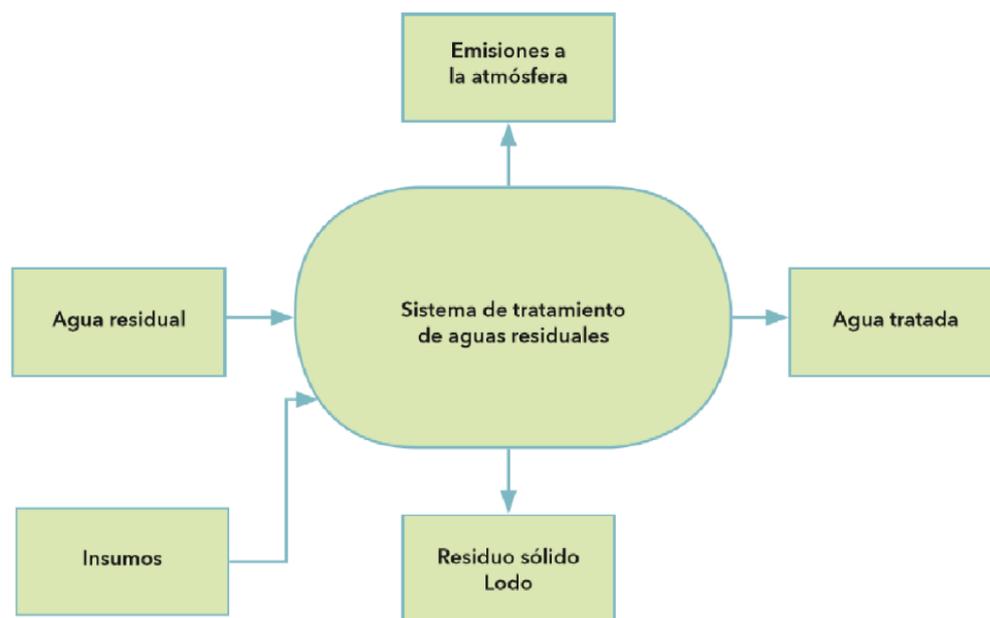


Figura 1. Esquema de un sistema de tratamiento de aguas residuales

a. Tratamiento preliminar o pretratamiento

Esta etapa no afecta la materia orgánica contenida en el agua residual, esta se refiere a la eliminación de aquellos componentes que pueden provocar problemas operacionales y de mantenimiento en el proceso de tratamiento. Los problemas pueden ser ocasionados por componentes de gran y mediano volumen como ramas, piedras, arenas, grasas, aceites (UNAM, 2013). Según (Ministerio de vivienda, 2006), las unidades de tratamiento preliminar que se puede utilizar en el tratamiento de aguas residuales municipales son las cribas y los desarenadores.

b. Tratamiento Primario

En este nivel de tratamiento, una parte de los sólidos y materia orgánica suspendida contenidos en el agua residual es removida utilizando la fuerza de gravedad como principio. Las cifras de remoción comúnmente alcanzadas en aguas residuales municipales son del 60% en sólidos suspendidos y de 30% en la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5) (UNAM, 2013). En esta etapa se tienen sistemas como: Tanques Imhoff, Tanque Séptico, Tanques de Sedimentación, Tanques de Flotación (Ministerio de vivienda, 2006).

c. Tratamiento secundario

Este consiste en los procesos biológicos que se encargan de eliminar la mayoría de materia orgánica biodegradable y sólidos suspendidos, básicamente los contaminantes presentes en el agua residual son transformados por los microorganismos en materia celular, energía para su metabolismo (UNAM, 2013). Según el (Ministerio de Vivienda, 2006) los sistemas usados en el tratamiento secundario son: las lagunas de estabilización (Lagunas Anaerobias, Lagunas aireadas, Lagunas Facultativas), lodos activados, filtros biológicos, etc.

Laguna facultativa

La laguna facultativa se caracteriza por tener una zona aeróbica en el estrato superior, donde existe la simbiosis entre algas y bacterias, y una zona anaeróbica en el fondo inferior.

Existen dos mecanismos de adición de oxígeno al estrato superior: la fotosíntesis llevada a cabo por las algas, y la reaeración a través de la acción del viento de la superficie. Las bacterias aeróbicas realizan un tratamiento de los desechos, particularmente la materia orgánica disuelta, mediante asimilación y oxidación de la materia orgánica con la producción de bióxido de carbono y productos secundarios de nutrientes como amoníaco y nitrato, las algas utilizan el bióxido de carbono y los nutrientes para producir oxígeno a través de la fotosíntesis. En los niveles más profundos existen condiciones anaeróbicas donde la descomposición ocurre como en una laguna aeróbica (Oakley, 2005).

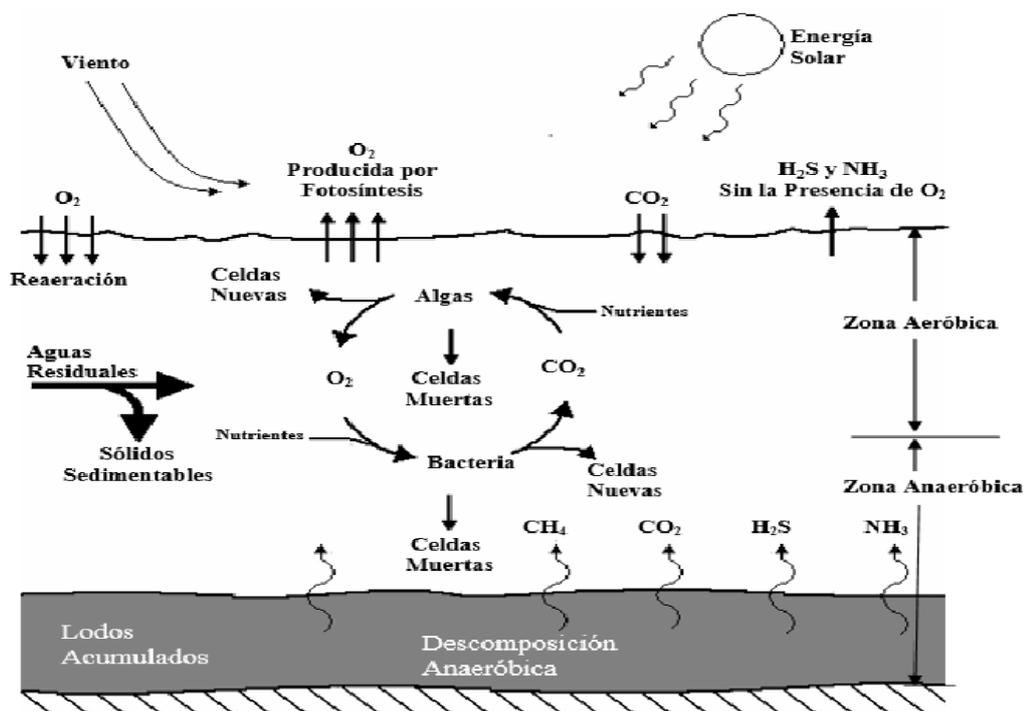


Figura 2 Interacción de bacterias y algas en las zonas aeróbicas y anaeróbicas en una laguna facultativa

Funcionamiento, operación y mantenimiento

(Oakley, 2005), menciona que para evitar un fracaso en el funcionamiento y operación de cualquier sistema de lagunas, se recomienda evitar el uso de químicos en las viviendas, así también por lo mínimo contar con personal de tiempo completo, personal calificado en los factores básicos de operación y mantenimiento; programas de monitoreo para operar la laguna y evaluar su eficiencia; y un plan adecuado para la remoción, tratamiento y disposición final de lodos cada cinco a diez años. El factor clave que puede tener un efecto decidido en dar más énfasis a operación y mantenimiento es el desarrollo y utilización de un manual de operación y mantenimiento para cada instalación.

Problemas en la operación

Las fallas de un sistema de puede ser detectada no sólo cuando se emite mal olor, sino también cuando existe presencia de residuos, natas en la superficie de las lagunas, así como aguas residuales parcialmente tratadas fluyen hacia la superficie por la obstrucción y saturación de las tuberías del sistema de tratamiento. Sin embargo, cuando el problema se puede oler o ver, el daño puede haberse iniciado.

La fuga del agua sin tratar es un peligro considerable para la salud ya que el agua que gotea no ha sido tratada.

Mantenimiento de un sistema de tratamiento de lagunas

(Oakley, 2005), sostiene que las lagunas deben contar con un manual de operación y mantenimiento el cual tenga indicaciones de operaciones básicas como: registro de caudal para obtener datos de tiempo de retención hidráulica, medición de lodos cada 4 meses, retiro de natas.

d. Emisor

El emisor es el canal o tubería que recibe las aguas residuales de un sistema de alcantarillado hasta una planta de tratamiento o de una planta de tratamiento hasta un punto de disposición final o hacia un cuerpo receptor (Ministerio de vivienda, 2006)

2.4 Marco teórico

2.4.1. Evaluación de impacto ambiental

a. Generalidades

(Torres, 2009), menciona que la evaluación de impacto ambiental se introdujo por primera vez en Estados Unidos en 1969 como requisito de la National Environmental Policy Act (Ley Nacional de Política sobre el Medio Ambiente, comúnmente conocida como NEPA). Desde entonces, un creciente número de países (incluida la Unión Europea) ha adoptado la evaluación de impacto ambiental (EIA), aprobando leyes y creando organismos para garantizar su implantación.

b. Definición

(Espinoza, 2014), menciona que la evaluación de impacto ambiental (EIA) es un instrumento de la gestión ambiental de carácter preventivo que permite a una determinada obra o actividad, predecir cuales serían los impactos ambientales del mismo y en función a ello determinar las medidas a adoptar para minimizar los impactos negativos y potenciar los positivos. Tiene dos fases como proceso y como documento.

c. Estudio de impacto ambiental (EsIA)

(Collazos, 2013), menciona que el estudio de impacto ambiental (EsIA), es un proceso global *ex ante* dirigido a prever e informar sobre los efectos que puede ocasionar un determinado proyecto sobre el ambiente. Su uso permite la preservación de los recursos naturales, la protección de los ecosistemas y la identificación de medidas de mitigación necesarias para eliminar o minimizar los impactos a niveles permisibles. Busca resaltar cualquier impacto ambiental adverso en la etapa del proceso del planeamiento del proyecto en el cual se puede remediar o evitar estos impactos. Un (EsIA) *ex post* contiene un examen sobre la identificación, análisis, valoración y predicción de los impactos ambientales que se han desprendido por la acción de un proyecto o actividad que puede afectar de forma positiva o negativa al ambiente.

d. Proyecto

(Conesa, 2010), sostiene que es todo documento técnico que define o condiciona la localización y realización de planes y programas, la realización de construcciones o de otras instalaciones y obras, así como intervenciones en el medio natural o en el paisaje, incluidas las destinadas a la explotación de los recursos naturales renovables y no renovables.

e. Acciones del proyecto

(Gomez, 2003), sostiene que la acción es parte activa que interviene en la relación causa efecto que define un impacto ambiental, se refiere a una causa simple, concreta, bien definida y localizada del impacto, debe ajustarse a la realidad del proyecto; por ejemplo movimientos de tierras, construcción de un puente, retiro de material excedente, emisión de un determinado contaminante, emisión de ruido, etc.

f. Aspecto ambiental

(Conesa, 2010), sostiene que es el elemento de las actividades, productos o servicios de una organización que puede interferir en el medio ambiente.

g. Efecto

(Rodríguez, 2011), sostiene que es el proceso físico, biótico, económico o social, que es activado, suspendido o modificado por las actividades del proyecto. Es la consecuencia del impacto ambiental.

h. Valoración de impactos

(Gomez, 2003), indica que es la valoración cualitativa que consiste en situar a cada impacto identificado en un rango de alguna escala de puntuación cuyo tamaño depende del grado que se considere; se puede valorar en una escala de tres rangos: alto, medio y bajo, es frecuente hacerlo en una de 5: muy alto, alto, medio, bajo y muy bajo. La valoración puede ser simple, cuando el impacto viene representado por un valor; o puede ser compuesta por dos valores.

i. Tipología de impactos

Impactos ambientales

(Collazos, 2013), sostiene que se produce un impacto ambiental cuando un fenómeno físico natural o accidental, proyecto, programa o actividad económica genera una modificación significativa en la calidad ambiental, cuyos efectos positivos o negativos repercute en forma específica o general sobre la salud humana, los recursos naturales, la biodiversidad, etc. (Fig. 3). Una vez definido el concepto de impacto ambiental, se expone una clasificación de los distintos tipos de impactos que tienen lugar de manera más usual sobre el ambiente.

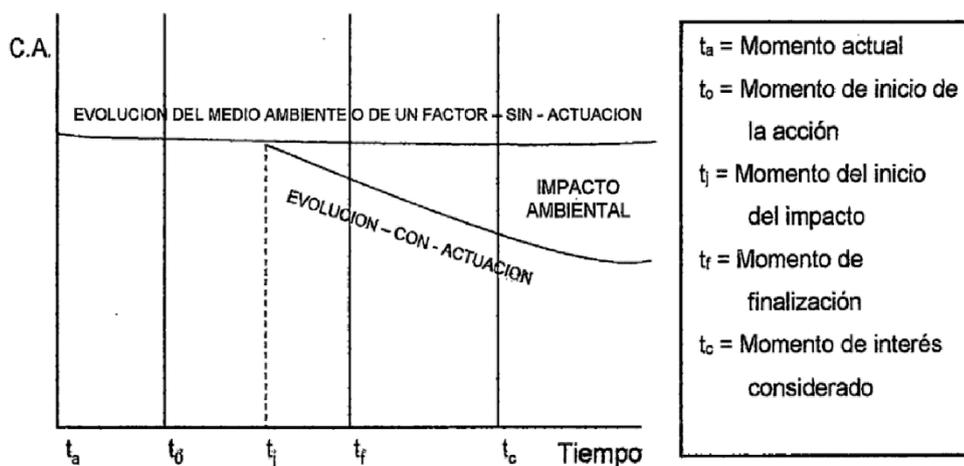


Figura 3 Impacto ambiental como diferencia de evolución con o sin acción

Cabe acotar que la clasificación que se describirá a continuación es de acuerdo a la tipología de los impactos que tienen lugar más comúnmente sobre el ambiente y se aplica al estudio. Descritos a continuación.

Por la evolución de la calidad ambiental del medio

(Collazos, 2013) sostiene que se clasifican en dos tipos de impactos, impacto positivos e impactos negativos.

Impacto positivo cuando el impacto produce beneficios netos en términos de calidad ambiental para la sociedad, la vida humana, animal, los recursos naturales (factores bióticos y abióticos).

Impacto negativo es aquel cuyo efecto se traduce en pérdida del valor natural, estético-cultural, paisajístico, aumento de los perjuicios derivados de la contaminación, de la erosión o colmatación y demás riesgos ambientales en discordancia con la estructura ecológico-geográfica. (Fig. 4).

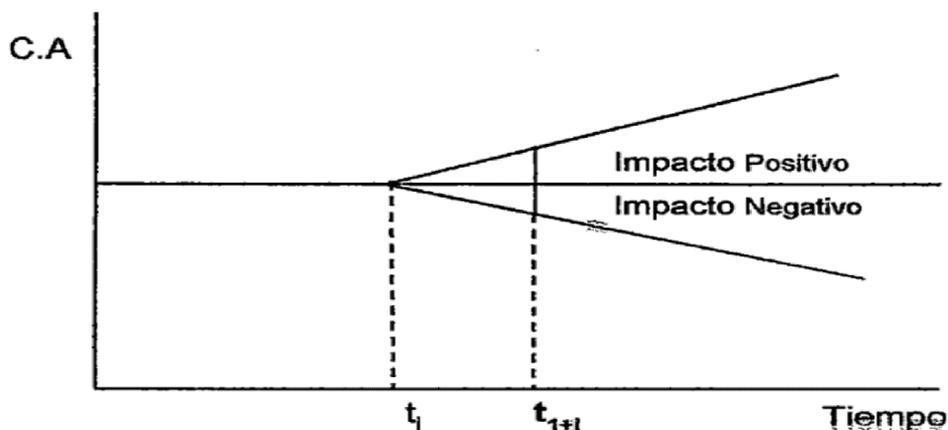


Figura 4 Impacto positivo y negativo

Por la intensidad (grado de incidencia en la calidad del medio)

(Collazos, 2013), menciona que según la intensidad se clasifican en mínimo o bajo, medio o alto y notable o muy alto. (fig. 5).

Impacto mínimo o bajo es aquel cuyo efecto expresa una destrucción mínima o escasa alteración del factor considerado.

Impacto medio y alto son aquéllos cuyo efecto se manifiesta como una alteración del ambiente o de alguno de sus factores y puede ser admisible mediante la introducción de medidas correctoras.

Impacto notable o muy alto es aquél cuyo efecto se manifiesta como una modificación del ambiente, de los recursos naturales, o de sus procesos fundamentales de funcionamiento, que produzca o pueda producir en el futuro repercusiones apreciables en los mismos. Expresa una destrucción casi total del factor considerado en el caso en que se produzca el efecto.

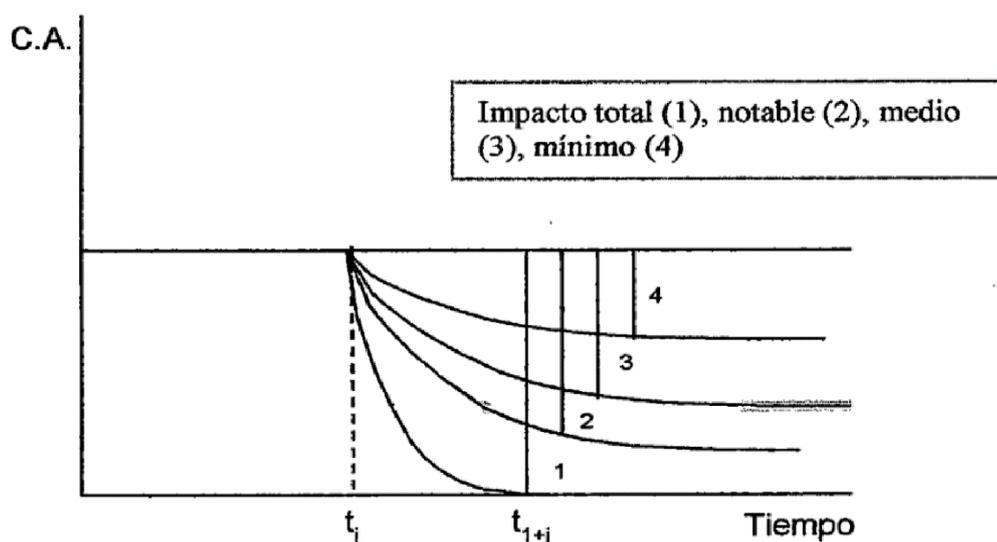


Figura 5 Impacto por la intensidad

Por la extensión

(Rodríguez, 2011), sostiene que por extensión se clasifica en impacto puntual, parcial o total.

Puntual es Cuando la acción impactante produce un efecto muy localizado, por ejemplo Vertimiento de aguas residuales en un cuerpo de agua superficial.

Parcial es aquel cuyo efecto supone una incidencia apreciable en el medio, por ejemplo un incendio forestal.

Total es a aquel cuyo efecto se manifiesta de manera generalizada en todo el entorno considerado por ejemplo la construcción de un túnel.

Por el momento en que se manifiesta

(Rodríguez, 2011), sostiene que por el momento en que manifiesta el impacto se clasifica en inmediato y latente (corto, medio y largo plazo).

Impacto inmediato es aquel en que el plazo de tiempo entre el inicio de la acción y el de la manifestación del impacto es nulo, por ejemplo el ruido producido por un taladro.

Impacto latente (corto, medio y largo plazo), es aquel cuyo efecto se manifiesta al cabo de cierto tiempo desde el inicio de la actividad que lo provoca, por ejemplo la contaminación del suelo como consecuencia de la acumulación de productos químicos agrícolas.

Por su persistencia o duración

(Rodríguez, 2011), menciona que según su persistencia el impacto puede clasificarse en temporal y permanente.

Impacto temporal es aquel cuyo efecto supone alteración no permanente en el tiempo, con un plazo temporal de manifestación que puede determinarse, por ejemplo la instalación de trampas para identificación de aves en área determinada.

Impacto pennanente es aquel cuyo efecto supone una alteración, indefinida de los factores ambientales, en el tiempo. (Tiempo superior a 10 años), como por ejemplo la construcción de carreteras.

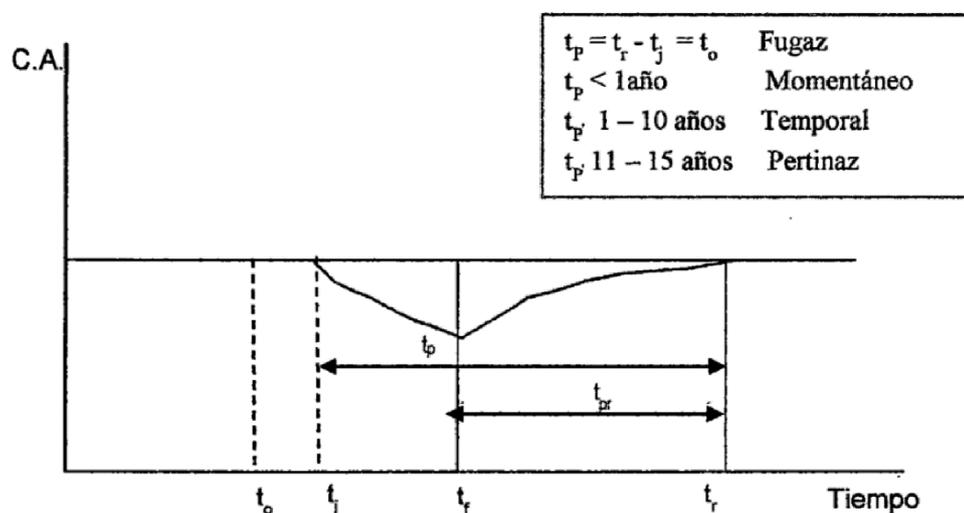


Figura 6 Impacto por su duración

Por su capacidad de recuperación

(Collazos, 2013), sostiene que según su capacidad de recuperación el impacto se clasifica en impacto recuperable, irrecuperable, mitigable, reversible y fugaz (Fig. 7).

Impacto recuperable es cuando la alteración o modificación del ambiente puede corregirse, reemplazando o eliminando los efectos negativos debido a políticas, programas o acciones correctoras, por ejemplo la repoblación vegetal de una zona al restablecerse la masa forestal la fauna que había migrado revesa.

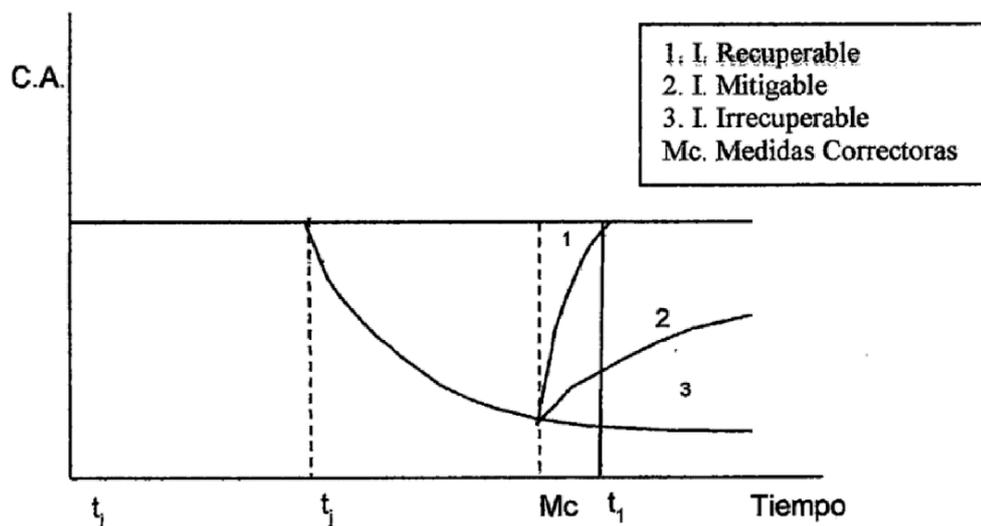


Figura 7 Impacto por su capacidad de recuperación

Impacto irrecuperable es cuando la alteración o modificación negativa del ambiente es imposible de cambiarlo o repararlo, tanto por la acción humana o natural, por ejemplo la extinción de una especie ya sea de flora o fauna.

Impacto mitigable es cuando la alteración o modificación ambiental puede mitigarse a través de acciones y políticas correctivas, por ejemplo el diseño del recorrido de las autopistas según las rutas migratorias de las aves.

Impacto reversible se produce cuando las alteraciones ambientales se corrigen por el funcionamiento de mecanismos naturales de sucesión ecológica o de

autodepuración, por ejemplo el recubrimiento natural de la carretera con la vegetación.

Impacto fugaz se produce cuando la recuperación del ambiente es relativamente inmediata tras cese de la acción o actividad generada, por ejemplo el ruido ocasionado por un equipo mecánico, que al terminarse su actividad, el ruido desaparece.

2.4.2. Estructura de la evaluación de impacto ambiental

a. Descripción de la actividad

(Espinoza, 2014), menciona que la descripción de las actividades del proyecto proporciona una base sobre el cual se lleva a cabo la evaluación del impacto, el EIA debe llevar una descripción detallada y completa. La descripción proporcionada en el EIA debe ser lo suficientemente detallada para que el lector o revisor comprenda totalmente la naturaleza y extensión del proyecto, a fin de contar con detalles suficientes que permitan el análisis del impacto.

b. Descripción del medio donde está o se va a implementar el proyecto

(Gomez, 2003) denomina al entorno del proyecto como parte del ambiente que interacciona con el proyecto en términos de fuentes de recursos y materias primas (recursos, mano de obra, espacio, etc.), soporte de los elementos físicos (edificios, instalaciones, etc.) y receptor de efluentes a través de los vectores ambientales, aire, agua y suelo, así como de otras salidas: empleo, conflictos sociales, etc.

Como entorno tenemos elementos y procesos, que a su vez son sistemas, entre estos está el medio físico, biológico, socioeconómico y cultural; y subsistemas (medio inerte, biótico, perceptual, económico, perceptual, socio-cultural). Se hace notar que, en función del proyecto y del entorno a estudiar, pueden variar los subsistemas, los componentes y factores ambientales. A cada uno de estos subsistemas pertenecen una serie de componentes ambientales susceptibles de recibir impactos, a su vez pueden descomponerse en un determinado número de factores o parámetros.

c. Delimitación del área de influencia

(Torres, 2009) sustenta que el área de influencia, se define como la distribución espacial de los posibles impactos y efectos que generará las actividades del proyecto.

Al delimitar esta área, se debe analizar la intensidad de los efectos producidos y si su afectación es directa o indirecta. De ahí surgen dos términos importantes en la elaboración de los estudios ambientales que son: Área de Influencia Directa (AID) y Área de Influencia Indirecta (AII).

El AID, es el área donde puntualmente sucederán los impactos. Se refiere al contexto local o puntual.

El AII, es la zona hasta donde llegarán los efectos ambientales producidos por el impacto. Generalmente, se define en el contexto regional.

d. Método para la identificación y valoración de impactos

Conesa (2010), afirma que existen numerosos modelos y procedimientos para la evaluación de impactos sobre el ambiente o sobre alguno de sus factores, algunos generales, con pretensiones de universalidad, otros específicos para situaciones o aspectos concretos; algunos cualitativos, otros operando con amplias bases de datos e instrumentos de cálculo sofisticados, de carácter estático unos, dinámico otros, etc.

La clasificación de los métodos más usuales responde al esquema de Estevan Bolea 1984, ampliado con el de Canter y Sadler, 1997 y sistematizado por Conesa, 2009.

Los métodos más empleados y aplicados al estudio se detallan a continuación:

I. Matrices de causa-efecto

(Canter, 1998), indica que son métodos cualitativos, fueron una de las primeras metodologías de EIA que surgieron. Una matriz interactiva simple muestra las acciones del proyecto o actividades en un eje y los factores ambientales pertinentes en el otro eje de la matriz. La interacción en un punto determinado de la matriz entre la actividad y el factor ambiental busca mostrar un valor de la interacción de ambos. Se han utilizado diferentes variaciones de

esta matriz en los estudios de impacto, se incluye entre estas las matrices por etapas.

- *Matriz de Leopold*

(Conesa, 2010), afirma que el primer método que se estableció para las evaluaciones de impacto ambiental fue desarrollado por el Servicio Geológico del Departamento de Interior de Estados Unidos en el año 1971. En este método se fijan como número de acciones posibles 100 y 88 el número de factores ambientales, con lo que el número de interacciones posibles será de $88 \times 100 = 8,800$. Cada cuadrícula de interacción se dividirá en diagonal, haciendo constar en la parte superior la magnitud (M) precedida del signo “+” o “-“, según el impacto sea positivo o negativo en una escala del 1 al 10.

La magnitud expresa el grado de alteración potencial de la calidad ambiental del factor considerado. Hace referencia a la dimensión, trascendencia y medida del efecto en sí mismo. En el triángulo inferior se sitúa, la importancia (I), también en una escala 1 al 10.

La importancia es un valor ponderal que proporciona el peso relativo del efecto potencial y refleja la significación y relevancia del mismo, así como la extensión o parte del entorno afectado.

(Canter, 1998), indica que se han utilizado variantes en la matriz de Leopold para el análisis de impacto de muchos proyectos. Se puede incluir información sobre la magnitud y la importancia expresada mediante rangos, otro planeamiento para la puntuación de impactos en una matriz es el que consiste en utilizar un código que denota las características del impacto.

Así mismo

II. Lista de chequeo

(Conesa, 2010), indica que es un método de identificación muy simple, por lo que se usa para evaluaciones preliminares. Sirven primordialmente para llamar la atención sobre los impactos más importantes que puedan tener lugar como consecuencia de la realización del proyecto.

Las listas de chequeo son una ayuda estructurada para establecer los componentes y factores ambientales a considerar en el EsIA, asegurando que este incluya todas las áreas potencialmente impactadas. Su principal ventaja estriba en que pueden ser modificadas fácilmente (quitando o agregando elementos).

A continuación describimos algunas listas de chequeo:

- *Listas de chequeo simples*

(Rodríguez, 2011), sostiene que se analiza factores o parámetros sin ser estos valorados o interpretados. Estas se estructuran en forma de cuestionario, diseñando para cada factor una serie de interrogantes relacionados con la posible ocurrencia de impactos producidos por un proyecto en particular.

Tabla 1

Fragmento de una lista de chequeo

N°	Acciones del proyecto o actividad	SI	NO	POSIBLE
1	Descarga de agua residual al río	.		
2	Generación de ruidos		.	
3	Producción de olores desagradables	.		
4	Emisión de polvo			.
5	Tala de arboles	.		
.				
.				
n	Aumento del nivel de renta			.

Fuente: Listas de chequeo simple, (Rodríguez, 2011)

- *Listas de chequeo descriptivas*

(Rodríguez, 2011), menciona que Analizan factores o parámetros y presentan la información referida a los efectos sobre el medio.

Tabla 2

Lista de chequeo descriptiva

Componente ambiental	Acción	Tipo de impacto	Indicador ambiental
Agua superficial	Vertido de agua residual de una industria de	Directo: Incremento de la carga orgánica del río	Modelo de dispersión de DBO en cursos de agua superficial

papel en el río Pisuerga	Indirecto: disminución del oxígeno disuelto en las aguas	Modelo de dispersión del oxígeno en el agua superficial
--------------------------	--	---

Fuente: Listas de chequeo simple, (Rodríguez, 2011)

- **Listas de chequeo con escala simple**

(Espinoza, 2014), sostiene que esta lista de chequeo agrupa los efectos según su magnitud o gravedad, asignándoles una puntuación según una escala de intervalo o porcentual (tabla 3), estas listas se apoyan en una evaluación subjetiva.

Tabla 3

Formato de una lista de chequeo con escala

Ubicación del proyecto	Puntaje			Total
	Accesibilidad	Viabilidad legal	Viabilidad social	
Alternativa 1	2	2	3	7
Alternativa 2	3	3	2	8
Alternativa 3	2	1	1	4

Leyenda

1. Difícil
2. Mediana
3. Fácil

- Listas de chequeo con escala ponderada

(Espinoza, 2014), indica que este método se ha desarrollado para evaluar los impactos, incluyendo una ponderación de las diferentes variables que intervienen en la toma de decisiones, esta lista es más realista en tanto asume que todas las variables que intervienen en el EIA no tienen el mismo peso.

III. Sistema de interacciones o redes

- Diagrama de flujo

(Espinoza, 2014), sostiene que son usadas para establecer relaciones de causalidad generalmente lineales, entre acción propuesta y el ambiente. Como metodología de evaluación de impacto ambiental, los diagramas de flujo son solo complementarios con las matrices y alternativas usadas.

IV. Plan de manejo ambiental (PMA)

Según el reglamento de la ley sistema nacional de evaluación de impacto ambiental (Ley 27446), menciona que el plan de manejo ambiental es un instrumento de gestión ambiental cuya función es restablecer las medidas de prevención, control, minimización, corrección y recuperación de los potenciales impactos ambientales que los proyectos pudieran originar en el desarrollo del mismo.

(Collazos, 2013), afirma que en la práctica ambiental de algunos países se considera que el PMA es probablemente uno de los capítulos más importantes del EIA, ya que, sus distintas actividades, sean permanentes, esporádicas o especiales, perduraran en el tiempo convirtiéndose en un plan integral que en la práctica introduce una nueva concepción, que intenta hacer que los proponentes del proyecto tomen conciencia de la importancia de mantener la viabilidad ambiental de su proyecto, conveniente y efectivo introducirlo al máximo nivel de decisión de la empresa u organismo de gobierno. El plan de manejo ambiental debe incluir programas permanentes como los preventivos y monitoreo.

CAPÍTULO III

3 PLANTEAMIENTO METODOLÓGICO

3.1 Metodología de investigación.

3.1.1 Metodología para la evaluación de impactos ambientales

Para identificar y evaluar los impactos ambientales se siguieron los pasos descritos a continuación:

- a. Revisión del marco legal aplicable al proyecto
- b. Características del ámbito de estudio (Ubicación, localización y accesibilidad).
- c. Descripción de los componentes del proyecto teniendo en cuenta el PIP “Ampliación y mejoramiento del sistema de agua y alcantarillado de la localidad de Chucuito, distrito de Chucuito – Puno – Puno”, medición in situ de la infraestructura de las lagunas, cálculo de volumen, Cálculo de tiempo de retención hidráulica comparando con la Norma técnica de edificación O.S. 090 Plantas de tratamiento de aguas residuales.

El cálculo de tiempo de retención hidráulica se obtiene mediante la fórmula:

$$TRH = \frac{V}{Q}$$

Donde:

TRH= Tiempo de retención hidráulica (Día)

V= Volumen (m³)

Q= Caudal (m³/día)

- d. Elaboración del diagnóstico ambiental de la zona de estudio (línea base), se tuvo en cuenta los factores afectados por la operación del proyecto, para ello se realizó trabajo de campo y la recopilación e interpretación de los resultados de monitoreo de muestras in situ, adicionalmente se utilizó información del PIP (Proyecto de Inversión Pública) “Ampliación y mejoramiento del sistema de agua y alcantarillado de la localidad de Chucuito distrito de Chucuito – Puno – Puno” y la estación meteorológica Rincón de la Cruz - 000821, los componentes ambientales a considerar son los siguientes:
 - Medio físico: Clima, calidad de aire, hidrología, Uso de Suelo.
 - Medio biológico: flora y fauna

- Medio socioeconómico: población y vivienda, características socioeconómicas y culturales de la población, nivel de ingreso, educación, transporte, actividades económicas.
- e. Delimitación del área de influencia directa e indirecta, para esto se utilizó la información shape del PIP “Ampliación y mejoramiento del sistema de agua y alcantarillado de la localidad de Chucuito distrito de Chucuito – Puno – Puno” para luego realizar un modelamiento del AID y AII en el Software Arc Gis.
- f. Los componentes del proyecto en operación, se obtuvo mediante entrevistas al responsable de oficina municipal de saneamiento básico (OMSABA) del distrito de Chucuito responsable del área de mantenimiento del agua potable, alcantarillado y sistema de tratamiento de aguas residuales y el encargado del área de obras de la Municipalidad Distrital de Chucuito.
- g. Identificación de impactos, para esto se tuvo que identificar los componentes del proyecto en funcionamiento, así mismo este se obtuvo mediante entrevistas al responsable de oficina municipal de saneamiento básico (OMSABA) del distrito de Chucuito. Debemos señalar también que se aplicó herramientas metodológicas como:
 - Lista de chequeo
 - Diagrama de flujo
 - Encuestas a la población
 - Matriz de identificación de aspectos e impactos
- h. Para la valoración cualitativa de los impactos ambientales, se empleó el método matricial de Leopold modificada, que relaciona causa-efecto. Este sistema matricial considera en la columna acciones del proyecto y en la fila los factores ambientales.

Esta matriz considera los siguientes criterios descritos a continuación:

Criterios de valoración de impactos ambientales

Carácter (Ca): Hace referencia a las características beneficiosas (+) o perjudiciales (-) que producen las acciones de un proyecto sobre los factores ambientales.

Probabilidad de ocurrencia (Po): posibilidad de que se manifieste el impacto, se valora de manera arbitraria.

Magnitud (Mg): Hace referencia al grado de afectación del impacto sobre el ambiente; se basa en un conjunto de criterios, características y cualidades.

Extensión (E): Hace referencia al área impactada por alguna actividad (% de área, respecto al entorno, en que se manifiesta el impacto).

Intensidad (I): Hace referencia al grado de incidencia de la acción sobre el factor ambiental, en el ámbito focalizado.

Desarrollo (De): Hace referencia al plazo de manifestación del impacto, desde el instante de la aparición de la acción y el comienzo del efecto sobre el factor ambiental considerado. Pudiendo ser a corto plazo (un ciclo anual), mediano plazo (2 a 5 años) y largo plazo (mayor a 5 años).

Duración (Du): Hace referencia al tiempo de permanencia del efecto, desde su aparición y a partir del cual el factor ambiental afectado debe volver a las condiciones iniciales previas a la acción por medios naturales o por la aplicación de una medida correctora.

Reversibilidad (Rev): Hace referencia a la posibilidad de reconstrucción del factor afectado por el proyecto. El efecto reversible es aquel en el cual el factor afectado puede recuperarse procesos naturales, luego que la acción deje de actuar sobre el ambiente.

La ponderación para cada uno de los criterios se desarrolla en la siguiente tabla.

Tabla 4
Criterios para la valoración de impactos

Criterios para la valoración de impactos (Espinoza, 2014)		
Criterio	Escala	Descripción
Carácter	-1	Negativo
	1	Positivo
Extensión (E)	0	Reducida
	1	Media

	2	Alta
Probabilidad de Ocurrencia (Po)	1	Alta
	0.5 – 0.9	Media
	0.1 – 0.4	Baja
	0	Baja
Intensidad (I)	1	Moderada
	2	Alta
	0	A largo plazo (>5 años)
Desarrollo	1	Mediano plazo (2 - 5 años)
	2	Impacto inmediato (< 1 año)
	0	Temporal (< 1 año)
Duración	1	Mediano plazo (1-10 años)
	2	Permanente (> 15 años)
	0	Reversible
Reversibilidad (R)	1	Reversible en parte
	2	Irreversible

Fuente: Espinoza, 2014

Una vez ponderado los criterios de valoración, se aplica la fórmula de magnitud:

$$\text{Magnitud} = (E + I + De + Du + Rev) \times 10$$

Después de hallar la magnitud se procede hallar el impacto total que viene dado por la siguiente fórmula:

$$\text{IMPACTO TOTAL} = Ca \times Po \times Mg$$

Seguidamente de hallar el impacto total que ocasiona la acción sobre el factor ambiental, se procede a calificar el impacto, según el rango numérico que se adopta:

Tabla 5
Rango de impactos

RANGOS DE VALOR	EFECTO PRONOSTICADO	CÓDIGO DE COLOR
81 - 100	Altamente Significativo	
61 - 80	Significativos	
41 - 60	Medianamente significativos	
21 - 40	Poco significativo	

0 - 20	No significativo	
-1 - -20	No significativo	
-21 - 40	Poco significativo	
-41 - -60	Medianamente significativos	
-61 - -80	Significativos	
-81 - -100	Altamente Significativo	

Fuente: Elaboración propia

3.1.2 Metodología para diseñar el plan de manejo ambiental

El plan de manejo ambiental se elabora orientando al desarrollo sustentable del proyecto en operación y del área de influencia, garantizando un total cumplimiento de la normativa ambiental vigente. Para la elaboración de este plan de manejo ambiental se tomó en cuenta los siguientes lineamientos:

- Jerarquización de los impactos ambientales significativos valorados en la Matriz de Leopold (Causa-efecto).
- Propuesta de medidas de corrección, mitigación y prevención
- Efectos esperados por la aplicación de la medida propuesta.
- Los responsables de la ejecución de la medida propuesta.

3.1.3 Tipo de investigación

El presente trabajo es una investigación aplicada, que requiere de una descripción, explicación y aplicación de las variables: Independiente y Dependiente.

3.1.4 Nivel de la investigación.

El nivel de investigación del presente estudio es:

- Descriptivo
- Explicativo
- Correlacional

Cada uno de estos niveles de investigación será aplicado de manera sistemática de acuerdo a los grados de información que se obtengan en el proceso de la investigación.

3.2 Diseño de la investigación.

El diseño que utiliza la investigación es por objetivos, conforme el esquema siguiente:

OE: Objetivos Específicos

OG: Objetivo General

HG: Hipótesis General

CF: Conclusión Final

Así mismo en el desarrollo del presente trabajo se ha considerado los siguientes pasos:

a) Etapa Preliminar

Constituye la primera etapa de la investigación y comprendió las actividades de recopilación y análisis preliminar de información temática sobre el tema y área de estudio, así como la preparación de los instrumentos técnicos (encuestas) para el levantamiento de información complementaria. También se preparó el mapa base preliminar del Área de estudio.

b) Etapa de campo

Se observó las características ambientales tales como: Fisiografía, suelos, cobertura vegetal, poblado, fuente hídrica superficial; se efectuó esta actividad con el objeto de que sirva como soporte para la identificación y análisis de las probables alteraciones que se puedan producir como resultado del funcionamiento del proyecto, su repercusión y/o incidencia en los factores ambientales.

c) Etapa de Gabinete

Comprendió el procesamiento de la información obtenida en campo, la evaluación y análisis de los temas relacionados a la investigación y la elaboración de un Plan de Manejo Ambiental para la mitigación de los impactos ambientales negativos identificados.

3.3 Hipótesis de la investigación

3.3.1 Hipótesis general

La evaluación de impacto ambiental del sistema de tratamiento de agua residual de la localidad de Chucuito es un instrumento de mitigación de impactos ambientales

3.3.2 Hipótesis específicas

- El diagnóstico Situacional del sistema de tratamiento de aguas residuales determina que las PTAR 1 y PTAR 2 no funcionan adecuadamente.
- La influencia del sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito muestra que este abarca toda la localidad de Chucuito.
- El factor ambiental más impactado es el Lago Titicaca.
- Las medidas de mitigación y prevención permiten a las autoridades tomar decisiones para mejorar el sistema de tratamiento de aguas residuales.

3.4 Variables

3.4.1 Variable independiente

Sistema de tratamiento de aguas residuales

a) Dimensiones

- Calidad de Tratamiento
- Etapa del sistema de tratamiento

b) Indicadores

- Cumplimiento de los parámetros LMP
- Lista de chequeo
- Diagrama de flujo
- Identificación de actividades

3.4.2 Variable dependiente

Evaluación de Impacto ambiental

a) Dimensiones

- Área de influencia
- Impacto en el factor ambiental

b) Indicadores

- Influencia directa
- Influencia indirecta
- No significativo
- Poco significativo
- Medianamente significativo
- Significativo
- Altamente significativo

3.5 Cobertura del estudio de investigación.**3.5.1 Universo**

El universo está representado por los todos los sistemas de tratamiento de aguas residuales.

3.5.2 Población

La población está representado por los sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales de la Región Puno.

3.5.3 Muestra

Sistema de tratamiento de agua residual de la Localidad de Chucuito.

3.5.4 Muestreo

La técnica de muestreo aplicada será No Probabilística (no aleatorio): En este tipo de muestreo, puede haber clara influencia del investigador que seleccionan la muestra o simplemente se realiza atendiendo a razones de comodidad. Salvo en situaciones muy concretas en la que los errores cometidos no son grandes, en general no es un tipo de muestreo riguroso y científico.

3.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**3.6.1 Técnicas de investigación.**

- Revisión de la normativa legal
- Diagnóstico situacional y análisis documental
- Levantamiento de información con listas

- Interpretación de resultados
- Entrevistas y observación en campo
- Obtención de puntos GPS
- Trabajo en gabinete

3.6.2 Instrumentos de investigación.

- Listas de chequeo
- Imágenes satelitales
- Cámara fotográfica
- Wincha
- GPS
- Computadora personal con procesador i7, RAM de 8 GB o superior
- Software de aplicaciones y procesamiento de información.

3.6.3 Fuentes

La investigación utilizó la información de las siguientes fuentes:

- PIP y Memoria de cálculo del proyecto “Ampliación y mejoramiento del sistema de agua y alcantarillado de la localidad de Chucuito distrito de Chucuito – Puno - Puno.
- Información estadística de la población, vivienda proporcionada por el INEI 2007.
- Parámetros establecidos por el MINAM para el cumplimiento de los LMP en efluentes y ECAs en el cuerpo receptor.
- Recolección de datos mediante bibliografías, revistas, libros, tesis.

3.7 Procesamiento estadístico de datos.

3.7.1 Medidas

- Promedio
- Porcentaje

3.7.2 Representaciones

- Diagramas de flujo

CAPÍTULO IV

4. PRESENTACIÓN, ORGANIZACIÓN, Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. Resultados

4.1.1. Características del ámbito de estudio

a) Ubicación, localización y accesibilidad

Ubicación:

El presente estudio se encuentra en la localidad de Chucuito, el cual políticamente se encuentra en el Distrito de Chucuito en la Región Puno. Geográficamente se encuentra en las coordenadas UTM WGS 84: Zona 19 L, E: 404742; Norte: 8242536.

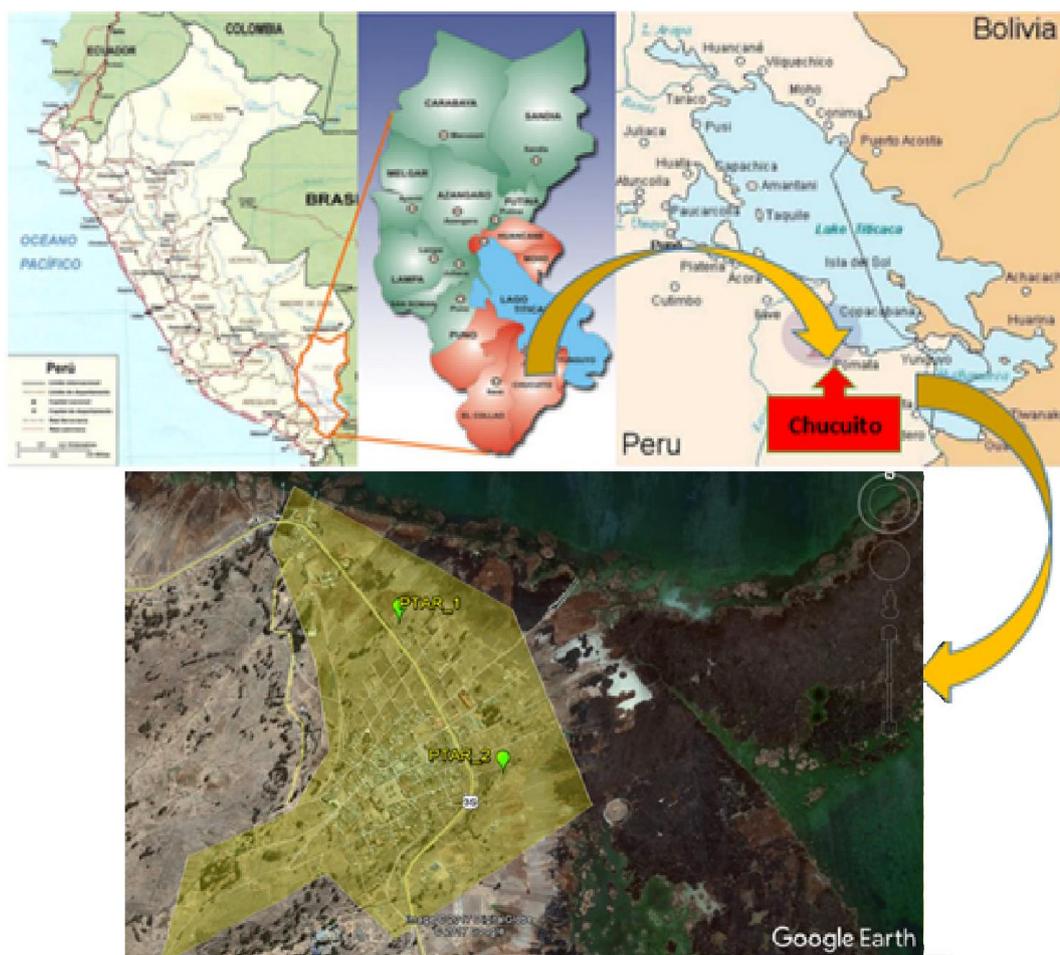


Figura 8 Ubicación geográfica del área de estudio

Localización:

El área de estudio limita con:

- Lago Titicaca por el Norte
- Lago Titicaca por el Este
- Distrito de Platería por el Sur
- Distrito de Puno y Pichacani por el Oeste

Accesibilidad:

El acceso al área de estudio (localidad de Chucuito) es por vía terrestre, a 30 min de la ciudad de Puno siguiendo la carretera de interconexión de Puno (Perú) – Copacabana (Bolivia), el cual es una vía asfaltada.

4.1.2. Descripción de los componentes del proyecto

El proyecto consta principalmente por la red de alcantarillado la cual fue mejorada y ampliada según el PIP 2012, 2 plantas de tratamientos y 2 emisores los cuales conforman el sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito, a continuación se describen las etapas procesos y etapas por los que está compuesto.



Figura 9 Planta de tratamiento Norte - PTAR 1



Figura 10 Planta de tratamiento Sur - PTAR 2

Así mismo estos se encuentran en las coordenadas siguientes:

Tabla 6

Ubicación de las plantas de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito

PTAR	COORDENADAS UTM (WGS 84)		
	ZONA	ESTE	NORTE
PTAR 1 – Norte	19 L	404767.00	8243273.00
PTAR 2 - Sur	19 L	405210.00	8242618.00

Fuente: Elaboración propia

a) Transporte de agua residual por la red de alcantarillado

Red de alcantarillado

La red de alcantarillado de la localidad de Chucuito se encuentra conformado por tuberías PVC de 6", 8" y 12", debemos de señalar que la red de alcantarillado no transporta adecuadamente estas aguas residuales, debido a la presencia de residuos sólidos, arena, y otros. Actualmente las redes de alcantarillado no transportan adecuadamente las aguas residuales, así también debemos de señalar que por influencia de lluvias ocasiona fugas de agua residual, generando malestar en la población.

Inspección y limpieza de la red de alcantarillado

Para la correcta función de la red de alcantarillado, se debería inspeccionar en periodos mínimos de 6 meses, así mismo esta actividad involucra la apertura de buzones. La limpieza consiste en el retiro y manejo de residuos sólidos que puedan encontrarse en las redes. Estas actividades no se realizan.



Figura 11 Presencia de sólidos, arenas, etc. En la red de alcantarillado

b) Tratamiento del agua residual

El tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito está conformada por 2 plantas de tratamiento, estas son de tipo lagunas, ambas PTAR poseen el mismo diseño estructural para tratar un caudal de 2.55 l/s cada uno, así mismo estos se detallan a continuación:

I. Pre tratamiento

El pre tratamiento de las PTAR 1 y 2 cuenta con desarenador, cribas, repartidor de caudal, desarenador, desgrasador, más no medidor de caudal. Debemos de señalar que la ubicación de las cribas no es la adecuada ya que estas se encuentran después del desarenador.

Inspección y limpieza del pretratamiento

La inspección y limpieza del pre tratamiento tiene como objetivo el retiro de residuos sólidos grueso que puedan ser retenidos en las cribas y que al no ser retiradas puedan ocasionar obstrucción del paso del agua residual al siguiente nivel de tratamiento. Debemos de señalar

que la actividad de inspección y limpieza en el pre tratamiento debería realizarse de forma diaria, pero esto no se realiza.



Figura 12 Presencia de sólidos en el pre tratamiento

II. Tratamiento primario y secundario

El tratamiento primario en el tratamiento de aguas residuales (2 plantas de tratamiento) de la localidad de Chucuito se encuentra conformado por un tanque de sedimentación. Así también el tratamiento secundario está conformada por lagunas facultativas primarias y lagunas facultativas secundarias.

Las lagunas facultativas primarias tienen dimensiones de: Largo (20 m), Ancho (15 m), profundidad (2.5 m), por tanto esta laguna facultativa primaria puede albergar un volumen de 712.5 m³ de agua residual (Valor al 95 %), así mismo esta laguna facultativa tiene un tiempo de retención de 6.65 días, el cual no es adecuado según el Reglamento de edificaciones de obras de saneamiento de plantas de tratamiento de aguas residuales ya que debería tener como mínimo un tiempo de retención de 10 días.

Lagunas facultativas secundarias tienen dimensiones de: Largo (25 m), Ancho (10 m), profundidad (2.0 m), por tanto esta laguna facultativa secundaria puede albergar un volumen de 475 m³ de agua

residual (Valor calculado al 95 %), así mismo esta laguna facultativa tiene un tiempo de retención de 4.4 días, el cual no es adecuado según el Reglamento de edificaciones de obras de saneamiento de plantas de tratamiento de aguas residuales ya que debería tener como mínimo un tiempo de retención de 7 días.

Las lagunas facultativas de las plantas de tratamiento (PTAR 1 y PTAR 2) se encuentran con lodos que sobrepasan el 30 % del volumen de cada laguna, ocasionando un inadecuado tratamiento, así mismo se aprecia la presencia excesiva de algas en las lagunas.

Inspección y limpieza de las lagunas primarias y secundarias

La inspección y limpieza de las lagunas primarias y secundarias tiene como objetivo el retiro de lodos, y control de las algas. Debemos de señalar que esta actividad no se realiza ocasionando la saturación de las lagunas por lodos los cuales sobrepasan el 30 % del volumen de capacidad y algas como se evidencia en la siguiente figura.



Figura 13 Algas y lodos en laguna secundaria

III. Descarga de las aguas residuales

La descarga de las aguas residuales tratadas se viene dando mediante dos Emisores, los cuales vierten las aguas residuales tratadas al Lago Titicaca, pero debemos de señalar que estas aguas residuales se

vienen estancando debido a la presencia de Totora al entorno de los efluentes, por tanto viene generando malos olores al entorno.

Tabla 7

Ubicación de los efluentes del sistema de tratamiento de aguas residuales

EFLUENTES	COORDENADAS UTM (WGS 84)		
	ZONA	ESTE	NORTE
Efluentes uno – Norte	19 L	404938.00	8243436.00
Efluentes dos - Sur	19 L	405446.00	8242673.00

Fuente: Elaboración propia

Inspección y limpieza de los Emisores

La inspección y limpieza consiste en el retiro de residuos sólidos y el despeje de la vegetación del acceso y del entorno de los emisores para que las aguas residuales tratadas se disuelvan en el lago Titicaca. Esta actividad no se realiza.



Figura 14 Emisor obstruido por falta de mantenimiento

Así mismo se desarrolla a continuación el esquema del sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito.

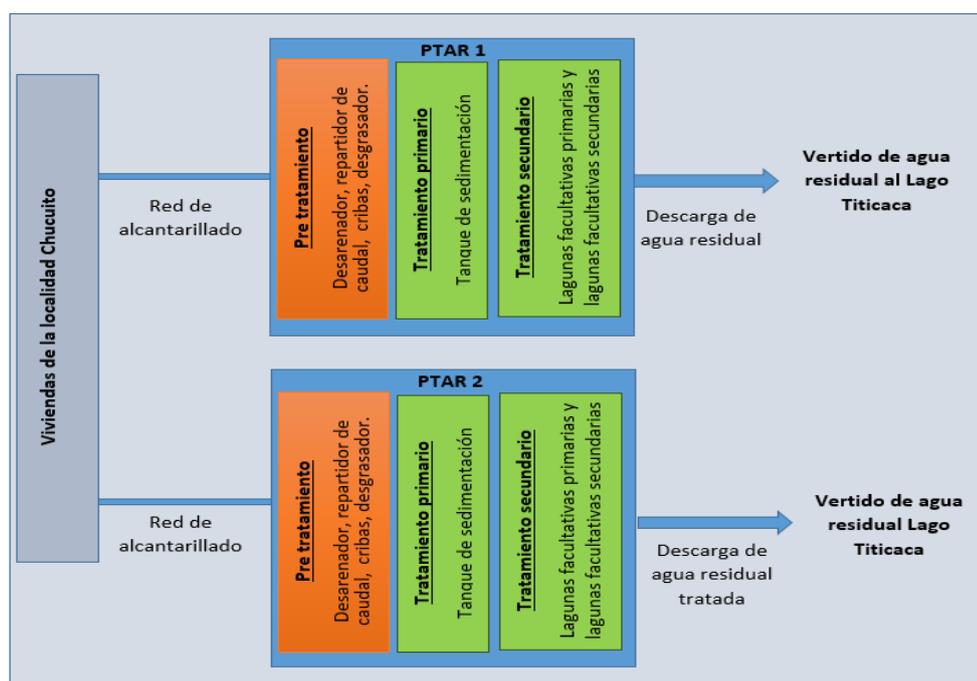


Figura 15 Esquema del sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito

4.1.3. Diagnóstico ambiental del lugar (Línea base)

En este punto se diagnosticará la situación actual de conservación, intervención e importancia, en que se encuentran los medios físico, biótico y socioeconómico.

a) Medio físico

I. Clima

a. Temperatura

La altitud de la localidad de Chucuito se encuentra entre 3,830 m.s.n.m. ubicándose en la región sierra, muestra un clima templado, seco; soleado durante el día y frío durante la noche, con una temperatura mínima promedio de 1.53 °C y temperaturas máximas de 17.23 °C.

El registro de temperaturas se tomó de la estación meteorológica Rincón de la Cruz, el cual es la más próxima a la zona de estudio.

Tabla 8

Tabla de datos de temperatura 2015

MES	T° Mínima	T° Máxima	T° Media
Enero	4.76	14.54	9.65
Febrero	4.8	15.34	10.07

Marzo	5.2	14.58	9.89
Abril	3.2	15.26	9.23
Mayo	1.4	14.21	7.805
Junio	0.03	14.69	7.36
Julio	-1.53	14.58	6.525
Agosto	0.35	15	7.675
Septiembre	2.49	16.1	9.295
Octubre	3.09	16.4	9.745
Noviembre	4.33	17.22	10.775
Diciembre	5.03	17.23	11.13

Fuente: SENAMHI



Figura 16 Ubicación de la estación meteorológica de Rincón de la Cruz (SENAMHI, 2017)

b. Viento

Según la estación meteorológica de Rincón de la Cruz el registro de la velocidad de viento en Abril fue de 2.7 m/s y en julio de 2.9 m/s. así mismo la dirección de viento que predomina es al Nor – Este.

II. Calidad de aire

La calidad del aire es un factor ambiental susceptible a alteración en su composición natural, este puede ser afectado por la presencia de material particulado el cual pudo ser emitido por alguna actividad minera no metálica, gases de efecto invernadero como el metano por actividades antrópicas, etc.

En la localidad de Chucuito, el tránsito de automóviles es frecuente debido a su ubicación aledaña a la vía internacional Puno – Copacabana (Bolivia). Los vehículos comunes en esta vía son Buses, autos, camionetas, combis, motocicletas, moto taxis, dando como resultado un impacto a considerar hacia la calidad de aire. Debemos de señalar que la combustión incompleta de los vehículos motorizados emite gases como dióxido de carbono (CO₂), Monóxido de carbono (CO), óxidos de nitrógeno (NO_x), compuestos de plomo, partículas sólidas, etc.

Debemos también de añadir y considerar la presencia de incendios en la Región de Puno, estos constituyen un impacto negativo hacia el aire, el número de incendio es considerable en época de estío, un ejemplo claro es: “El incendio sucedido en la provincia puneña de Lampa, en el cual los campesinos de las comunidades de Catacha y Alto Catacha no pudieron hacer nada para evitar que el incendio arrasara con 200 hectáreas de pastizales”



Figura 17 Incendio en la Provincia de Lampa (La República, 2017)

III. Hidrología

El presente estudio relaciona la localidad de Chucuito con la fuente hidrológica próxima, por tanto el estudio direcciona como fuente hidrológica principal al Lago Titicaca, así mismo debemos de señalar que el lago Titicaca pertenece a la unidad hidrográfica denominada Titicaca, cuenca de naturaleza endorreica, en cuyo ámbito circunlacustre habitan

aproximadamente 532 729 habitantes (ANA, 2014), que incluye los pobladores que habitan en centros urbanos y localidades como: Puno, Juliaca, Huancané, Ilave, Juli, Pomata, Yunguyo, Moho, Huancané, Chucuito, Tilali, Pusi, Ácora, etc.

Las actividades principales que desarrollan los pobladores de la localidad de Chucuito al entorno del Lago Titicaca son la agricultura y ganadería, la pesca artesanal, turismo, piscicultura intensiva (crianza de truchas en jaulas) y transporte lacustre; actividades que directa o indirectamente generan o constituyen fuentes de contaminación que puede afectar la calidad del agua del lago Titicaca.

Así también tenemos que la cuenca del Lago Titicaca en el lado peruano se encuentra ubicada geográficamente en el departamento de Puno, abarcando 13 provincias y 93 distritos.

a) La precipitación pluvial

La precipitación que posee la cuenca del Lago Titicaca se extrae de un estudio realizado por el Ministerio del Ambiente el año 2013 el cual indica que: El conjunto de la cuenca recibe una precipitación de 758 mm/año, o sea un volumen de $43,6 \times 10^9 \text{ m}^3$, equivaliendo a un caudal de 236.7 m^3 . El Lago Mayor recibe interanualmente 889 mm/año de lluvia y el Lago Menor, con menores precipitaciones, 829 mm/año, traducidas en volumen, estos valores corresponden a $6,42 \times 10^9$ y $1,05 \times 10^9 \text{ m}^3$ /año (86 y 14 %) de la alimentación pluvial del conjunto del lago.



Figura 18 Cuenca del Titicaca, GOOGLE, 2017

b) Disposición de aguas residuales

Las aguas residuales generadas por las poblaciones son vertidas de forma desmedida a cuerpos receptores (riachuelo, río, Lago, etc.) los cuales recepcionan todas estas aguas por ser consideradas disolvente universal; Debemos de señalar que en la mayoría de casos los cuerpos receptores no logran disolver adecuadamente las aguas residuales debido a la sobrecarga a los que estos son expuestos.

En el año 2011 se realizó encuestas de los sistemas de tratamiento de aguas residuales, donde 26 de las 34 poblaciones encuestadas mencionan que cuentan con sistemas de tratamiento (lagunas de oxidación en mayor parte). Es así que las condiciones ambientales a los alrededores de los sistemas de tratamiento y disposición final se encuentran en buenas condiciones, el proyecto PNUMA Titicaca identifica que las condiciones ambientales en el entorno de los sistemas de tratamiento y disposición final se encuentran en buenas condiciones en 6 poblaciones (23.1 %), regular en 18 poblaciones (69.2 %) y malas

en 2 poblaciones (7.7 %); El uso de tecnologías para el cumplimiento de los requerimientos normativos y reúso de las aguas residuales son adecuadas en 13 (50 %) sistemas de tratamiento, mientras que en otros 50 % son incapaces de tratar eficientemente la remoción de contaminantes, por las características y la capacidad de los sistemas de tratamiento.

El estado técnico constructivo de 6 (23.1 %) de los sistemas de tratamiento se encuentran en buen estado, 18 (69,2 %) en estado regular y 2 (7.7 %) en estados malos y el funcionamiento de los sistemas de tratamiento y deposición final de aguas residuales de 4 (15 %) son satisfactorios, 19 (73 %) aceptables y 3 (12 %) no satisfactorios. En seis sistemas de tratamiento se realizan el cumplimiento de las regulaciones y procedimientos operacionales básicos, disposición final de las aguas residuales, que incluye la limpieza de los componentes y mantenimiento del sistema, en el resto no se realiza. En 13 (50 %) de los sistemas de tratamiento cuentan con personal a cargo de los sistemas de tratamiento y otros 50 % no cuentan y realizan el mantenimiento en 20 sistemas de tratamiento y en otras 5 no se desarrolla.

c) Características de la calidad del lago Titicaca

Para conocer la calidad (ECA-agua) del Lago Titicaca (cuerpo receptor léntico) nos apoyamos en el Informe de monitoreo del mes de Marzo del 2014 realizado por la Autoridad Nacional del Agua (ANA) donde el punto de monitoreo considerado tiene por codificación “BPuno04, Zona Chucuito” en las coordenadas: Zona 19 L, E 403189 y N 8245455.



Figura 19 Ubicación del punto de monitoreo de Calidad del Lago Titicaca

A continuación, se presenta los resultados comparados con el ECA agua Categoría 4 (Conservación del ambiente acuático) aprobados por decreto supremo N° 004-2017-MINAM

Tabla 9
Resultados de monitoreo de calidad del Lago Titicaca

Parámetro	Unidad	ECA-Agua: Categoría 4 "Lagunas y Lagos"	BPuno04
PARÁMETROS FÍSICOS			
Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	5.00	9.060
pH	pH	6.5 – 8.5	8.080
Temperatura	°C	-	14.300
Conductividad eléctrica	(μS/cm)	1000.00	1672.000
Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días	mg O ₂ /L	5.00	5.140
Demanda Química de Oxígeno	mg O ₂ /L	-	23.400
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤25.00	7.010
NUTRIENTES			
Fosfatos	mg P/L	0.40	0.682
Fósforo Total	mg P/L	-	0.768
Nitrógeno Amoniacal	mg N/L	<0.02	0.506
Nitratos	mg N/L	13.00	0.194
Nitritos	mg N/L	-	0.036
Nitrógeno Kjeldahl total	mg N/L	-	2.300
PARÁMETROS ORGÁNICOS			
Aceites y Grasas	mg/L	5.00	<1.000
MICROBIOLÓGICOS			
Coliformes Termotolerantes (44.5 °C)	NMP/100 mL	1000	4.500

Fuente: Informe de monitoreo realizado por la Autoridad Nacional del Agua

Comparando los resultados obtenidos por el monitoreo realizado por la autoridad nacional del agua y los ECA de la categoría que le corresponde al Lago Titicaca, se observa que el lago actualmente no cumple en su totalidad con los parámetros ECA de la categoría 4 (Lagunas y lagos).

d) Calidad de agua residual

Se hizo una comparación de los resultados de la calidad de agua residual de los efluentes del sistema de tratamientos de agua residual con los límites máximos permisibles (LMP), establecidos en el Decreto supermo N° 003-2010-MINAM.

Los análisis fueron realizados por la corporación de laboratorios ambientales del Perú S.A.C. (CORLAB), en fechas 19 de marzo 2016 (afluente) y 6 de febrero del 2017.

Los parámetros comparados fueron:

- Aceites y grasas (**AyG**)
- Demanda Bioquímica de Oxígeno (**DBO₅**)
- Demanda Química de Oxígeno (**DQO**)
- Sólidos suspendidos totales (**SST**)
- Coliformes fecales (**CF**)

Los resultados del análisis del afluente y efluentes del sistema de tratamiento se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 10
Resultado de los análisis del agua residual

Parámetro	Unidad	Afluente		Efluente	
		PTAR 1	PTAR 2	PTAR 1	PTAR 2
AyG	mg/L	1.45	1.45	1.8	1.5
DBO₅	mg/L	163.60	163.6	10	9
DQO	mg/L	409.00	409.00	40	46
SST	mg/L	106.00	106.00	5	4
Coliformes fecales	NMP/100 mL	1100/100 mL	1100/100 mL	230000	460

Fuente: Elaboración propia

Los resultados se comparan con los LMP establecidos en el Decreto Supremo N° 003-10-MINAM, es así que tenemos:

Tabla 11
Comparación de los efluentes con los LMP

Parámetro	Unidad	LMP	Afluyente	Efluente PTAR 1	Efluente PTAR 2
Aceites y Grasas	mg/L	20	1.45	1.8	1.5
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100	163.60	10	9
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200	409.00	40	46
Sólidos suspendidos totales	mg/L	150	106.00	5	4
Coliformes fecales	NMP/100mL	10000	-	230000	460

La tabla 11. Describe que el efluente de las PTAR 1 y PTAR 2 con respecto a AyG, DBO₅, DQO, SST están dentro del rango establecido, mientras que Coliformes fecales encontramos que sobrepasa los LMP en la PTAR 1.

Por tanto concluimos que el efluente no es adecuado para ser descargado al Lago Titicaca.

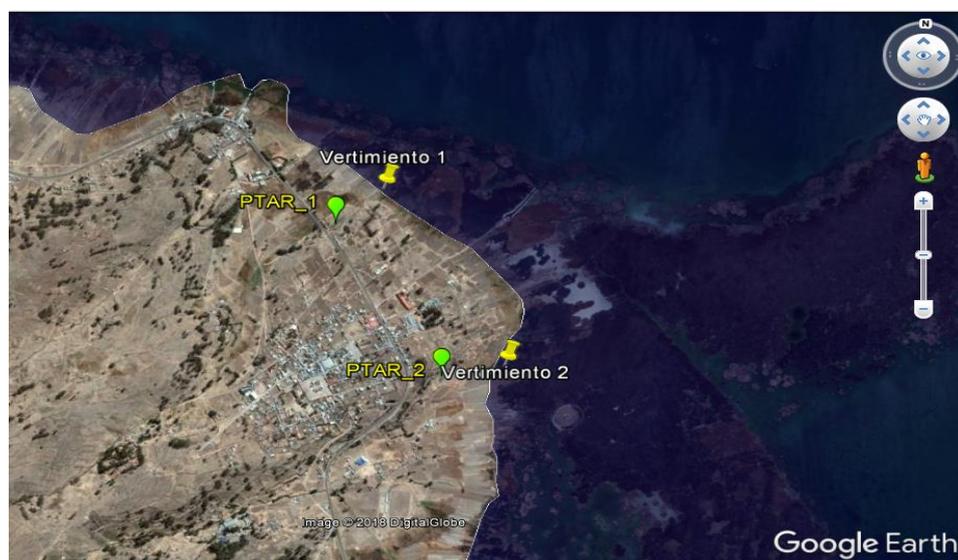


Figura 20 ubicación referencial de los vertimientos 1 y 2

IV. Uso de suelo

Según el Plan de desarrollo Urbano de la ciudad de Puno, 2008 -2012, el tipo de suelo predominante en la localidad de Chucuito es arcilloso de baja plasticidad, el cual es bueno para retener agua, así mismo debemos de

mencionar que el suelo es degradado por el uso de agroquímicos en la agricultura y la actividad pecuaria. Los agroquímicos usados en la agricultura ocasionan la acidificación de estos suelos, así también la erosión de los mismos. El INRENA, 1998, mediante su estudio de uso mayor de suelos, determina que la superficie total de la Región de Puno es de 6, 698,822 Ha, de ese total el 6.27% corresponde a tierras de labranza o agrícola, 2.24 % tierras forestales, 21.32 % corresponde a pastos naturales y 70.15% a protección y otros usos.

Por tanto el distrito de Chucuito en gran parte de su territorio cuenta con un suelo apto para cultivo de pasto, pero de una calidad baja debido al tipo de suelo y por la erosión que esta presenta.

b) Medio biológico

El área de intervención es enteramente zona rural, área en el que se aprecia la intervención antrópica. La vida vegetal presenta adaptaciones a las condiciones de altitud, vientos fuertes, precipitaciones en forma de nieve y granizo, y congelamiento. Como arbustos leñosos de baja estatura o postrados; graminoideas como pastos y juncias, en forma de matas cerradas de paja; herbáceas perennes, a menudo formando rosetas.

➤ **Flora**

La flora existente en el área de estudio está caracterizada por la escasez de composición arbórea, arbustiva, pero las especies dominantes son: “Vegetación de las pampas de suelos profundos”, en las que las especies dominantes son: la *Chilliwa (Festuca dolichophylla)*, y la *grama (Muhlebergia fastigiata)*. Estas especies solas constituyen por lo menos el 30% de la dieta del ganado pastado en pastizales en esta zona.

Los árboles que se encuentran a los alrededores de las PTAR 1 y 2, son el Pino (*Pinus radiata D. Don*), Cipres (*Cupressus macrocarpa Hartw. Ex Gordon*), Eucalipti (*Eucalytus globulus Labill.*).

El sistema de tratamiento de aguas residuales viene funcionando en un área rural, con intervención antrópica considerable, excepto en la zona cercana a las PTARs, por encontrarse alejadas de la localidad de Chucuito.

La presencia predominante es de herbáceas de tipo pajonal, pastizal, vegetación Crioturpada, vegetación Saxícola.

➤ **Fauna**

La fauna característica de un medio rural, correspondiente a Puna húmeda, se logró catalogar especies, probablemente debido a la escasa vegetación de la zona, que no presenta las condiciones adecuadas para desarrollarse y poder perpetuar la presencia de muchas especies en la zona. Se registraron animales domésticos característicos de la región como: vacas (*Bos Taurus*), ovejas (*Ovis aries*), perros (*Canis lupus*), gatos (*Felis catus*).

Así también se registró aves como: Cernicalo (*Falco sparverius Linnaeus*), Gaviota andina (*Chroicocephalus serranus*), cuculí (*Zenaida auriculata (Des Murs)*), Chiguanko (*Turdus chiguanco Lafresnaye & d'Orbigny*), Ratón de campo (*Mus musculus Linnaeus*).

c) **Medio socioeconómico**

➤ **Población y vivienda**

El distrito de Chucuito, tiene una población de 7913 habitantes (Censo del año 2007 del INEI). El 14.48 % habita en el área urbana y el 85.52 % en el área rural. Según el PIP, el proyecto estaba destinado para una población de 2241 habitantes en la localidad de Chucuito.

➤ **Características socioeconómicas y culturales de la población**

La densidad poblacional es de 5 hab/lote, en la zona urbana, así también la población que aprobó el último censo, brindó datos como: El nivel de estudios Primario es de 38,76%, seguidamente del nivel secundario 33,79% y la población que no cuenta con nivel alguno de educación representa el 15,33% del total de los casos presentados. La localidad de Chucuito cuenta con 1 Institución educativa secundaria, 1 institución educativa primaria, 1 institución educativa de nivel inicial.

➤ **Actividades económicas**

La localidad de Chucuito, presenta una estructura productiva primaria; es decir, las principales actividades económicas que priman en la localidad

es la agricultura, truchicultura y la ganadería, actividades a las cuales se dedican la gran mayoría de la Población. Así mismo la población económicamente activa.

Tabla 12

Actividades económicas de la localidad de Chucuito, INEI - 2007

Provincia de Puno Categorías	Distrito de Chucuito	
	Casos	%
Agricultura, caza y silvicultura	1235	48.68
Pesca	123	4.85
Explotación de minas y canteras	7	0.28
Industrias manufactureras	362	14.27
Suministro de electricidad, gas	154	6.07
Construcción	24	0.95
Venta, mantenimiento y reparación de vehículos automotores y motocicletas	8	0.30
Comercio por mayor	120	4.73
Comercio por menor	45	1.77
Hoteles y restaurantes	126	4.97
Transporte y comunicaciones	2	0.08
Intermediación financiera	29	1.14
Actividad inmobiliaria, empresas y alquileres	29	2.72
Administración pública y defensa	69	3.04
Enseñanza	77	0.63
Servicios sociales y de salud	16	1.81
Otras actividades de servicios comunes, sociales y personales	46	0.63
Hogares privados y servicios domésticos	16	0.28
Actividad económica no especificada	71	2.80
Total	2559	100

Fuente: INEI, 2007

Según el estudio Nacional realizado por el INEI, 2007 el ingreso familiar promedio mensual de una familia es de s/. 800.00 (Ochocientos nuevos soles).



Figura 21 Actividad pecuaria en la localidad

➤ **Situación de pobreza**

El proyecto FONCODES en su último estudio desarrollado sobre el mapa de pobreza para el año 2005, determina que el distrito de Chucuito tiene un índice de carencia de 0.2428 y se encuentra en el quintil 2, así también se observa que el 41% de la población no cuentan con servicio de agua potable, el 51% no cuenta con servicio de desagüe, 19 % no cuenta con servicio de electricidad, y la tasa de desnutrición es de 25%.

➤ **Analfabetismo**

La tasa de analfabetismo en la población femenina alcanza el 16.5% y el analfabetismo masculino alcanza un 5.1%, se considera este dato como referencia para el Distrito de Chucuito por encontrarse en el sector urbano-rural. También se puede deducir de la información que la alta tasa de analfabetismo de mujeres, indica una baja educación sanitaria y limitado acceso a información por lo mismo que desconocen sobre cuidados y limpieza y es por lo que se genera los malos hábitos en higiene y salud.

➤ **Salud**

Las principales enfermedades más comunes en el área de influencia son las EDAS, enfermedades de la cavidad bucal, de las glándulas, luego tenemos enfermedades del esófago, del estómago, enfermedades diarreicas agudas,

parasitosis trastornos de conjuntiva que tienen relación directa con el abastecimiento del agua. Se deduce que las infecciones respiratorias agudas (IRAs) tienen mayor número de ocurrencias, por el clima frígido que impera en invierno en esta parte del Perú.

➤ **Actividad turística**

La localidad de Chucuito posee potencial en esta actividad, así mismo este se podría intensificar con el aprovechamiento de flujo de personas nacionales y extranjeras que visitan Puno, en todo el ámbito del distrito de Chucuito aparece una variedad de productos turísticos que constituye ventaja comparativa.

Según la Dirección regional de comercio exterior y turismo Puno, 2007 Los atractivos turísticos constituyen el elemento motivador que despierta el interés del turista para encontrar un objetivo de viaje. Entre los más importantes se tienen: El Templo del Sol o Templo de la Fertilidad, hoy conocido con el nombre de Inca Uyo, El Reloj Solar; la Cruz del Sacrificio o la Cruz del Amor, la Glorieta o Mirador, etc.



Figura 22 Iglesia de la Asunción de Chucuito



Figura 23 Templo de la fertilidad - Inka Uyo

4.1.4. Área de influencia

El área de influencia aborda las áreas consideradas como las más afectadas y sensibles, a continuación se desarrolla la influencia que tiene el proyecto, esto se observa en el anexo 7.

a) Área de influencia directa

El área de influencia directa considerada en el presente estudio es de aproximadamente 1, 244,461.59 m². Se consideran los beneficiarios de la localidad de Chucuito en un número de 448 viviendas, así mismo debemos de señalar que no toda la población cuenta con una instalación de colección y tratamiento del agua residual.

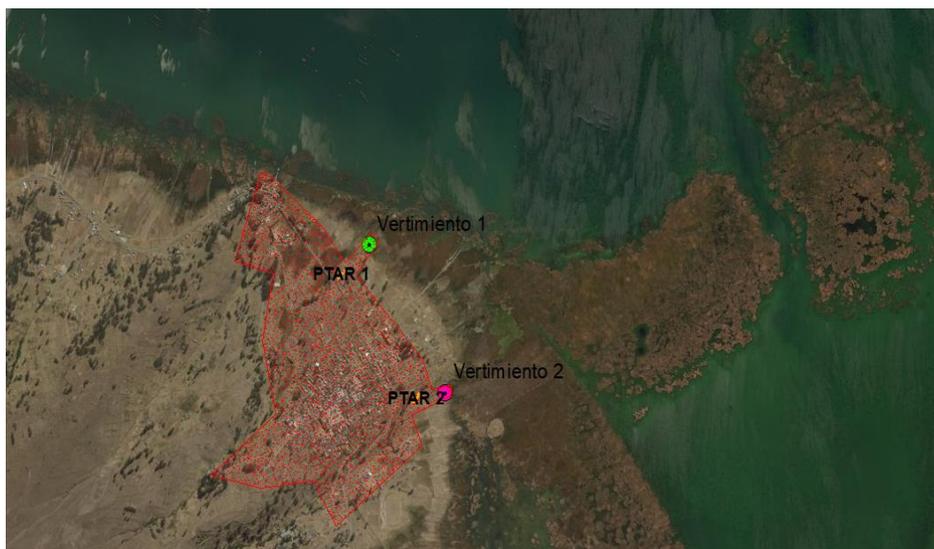


Figura 24 Área de influencia directa

Así también se observa que parte del el área de influencia directa se encuentra superpuesta a la zona de amortiguamiento del Lago Titicaca en un área de 818,068.43 m².



Figura 25 Área de influencia directa superpuesta a la Zona de Amortiguamiento

b) Área de influencia indirecta

El área de influencia indirecta considera los impactos indirectos que puede ocasionar el sistema de tratamiento de aguas residuales, así mismo debemos de señalar que el Lago Titicaca es identificado como parte la influencia indirecta ya que el vertimiento 1 y 2 se encuentran aledaños al Lago

Titicaca (Vertimiento 1 a 295.16 m y vertimiento 2 902.25 m). Debemos de señalar que el área de influencia indirecta es 343998.60 m².



Figura 26 Área de influencia indirecta

4.1.5. Identificación de impactos ambientales

La identificación de impactos ambientales se desarrolló aplicando las siguientes metodologías:

Tabla 13

Lista de chequeo

Fuente del aspecto e impacto ambiental	Etapas	SI	NO	Observación
La población le toma importancia a la red de alcantarillado	Red de alcantarillado		•	No existe buen conocimiento del tema
Todos los buzones se encuentran a simple vista y son accesibles			•	Solo algunos se pueden abrir
Se nota la presencia de insectos		•		En buzones donde hay obstrucción y fugas
Se evidencia derrames de aguas residuales		•		Restos de lodo del escape de aguas residuales del buzón
Se divisa moscas en el sistema de alcantarillado		•		Moscas alrededor de agua residual expuesta
La población le toma importancia al sistema de tratamiento	Tratamiento de aguas residuales		•	No existe buen conocimiento del tema

Existe señalización en las PTAR 1 y 2		•	Ninguna
Se presentan olores		•	Olores regulares
El acceso es fácil a las PTAR 1 y PTAR 2		•	Están a simple vista aledaños a la vía interprovincial
Se observa residuos sólidos en el pre tratamiento, tratamiento primario, tratamiento secundario		•	A simple vista restos de plásticos, telas, etc.
Las PTAR 1 y 2 están saturados con lodos		•	Los lodos se observan a simple vista y superan el 30%
Existe riesgo de contaminación de suelos por vertimiento de aguas residuales mal tratados		•	Por ser vertidos al suelo del entorno de las PTAR 1 y 2
Se observa moscas alrededor del sistema de tratamiento		•	Alrededor de las PTAR 1 y 2
Se ha realizado mantenimiento en la infraestructura		•	Por ser infraestructura nueva (2016)
El responsable de OMSABA toma importancia a los emisores de descarga		•	No existe buen conocimiento del tema
Se cuenta con emisor adecuado para el vertimiento		•	El emisor es de concreto y se encuentra cubierto con lodo
Existe buena dilución de las aguas residuales	Descarga de agua residual	•	Las aguas residuales se vienen estancando al entorno de los emisores
Se observan ecosistemas cercanos a las PTAR 1 y 2		•	Lago Titicaca
Se observan fuentes de agua superficial alrededor de las PTAR 1 y 2		•	Lago Titicaca

Fuente: Elaboración propia

Esta metodología cuenta con un listado de interrogantes que identifico los impactos generados por las condiciones en que se encuentra el sistema de tratamiento de aguas residuales, el diagnóstico ambiental de la zona. Además de proporcionar información para identificar los factores ambientales afectados por el funcionamiento del sistema de tratamiento y la identificación de acciones que pueden afectar al ambiente.

Así también en gabinete se procedió a identificar los procesos y etapas que ocurren en el sistema de tratamiento de aguas residuales, determinando entradas y salidas los cuales de se observa en la figura 27. Una vez determinado los procesos,

se procedió a identificar los aspectos e impactos ambientales plasmados en la tabla 14 Identificación de actividades, etapas, aspectos e impactos ambientales.

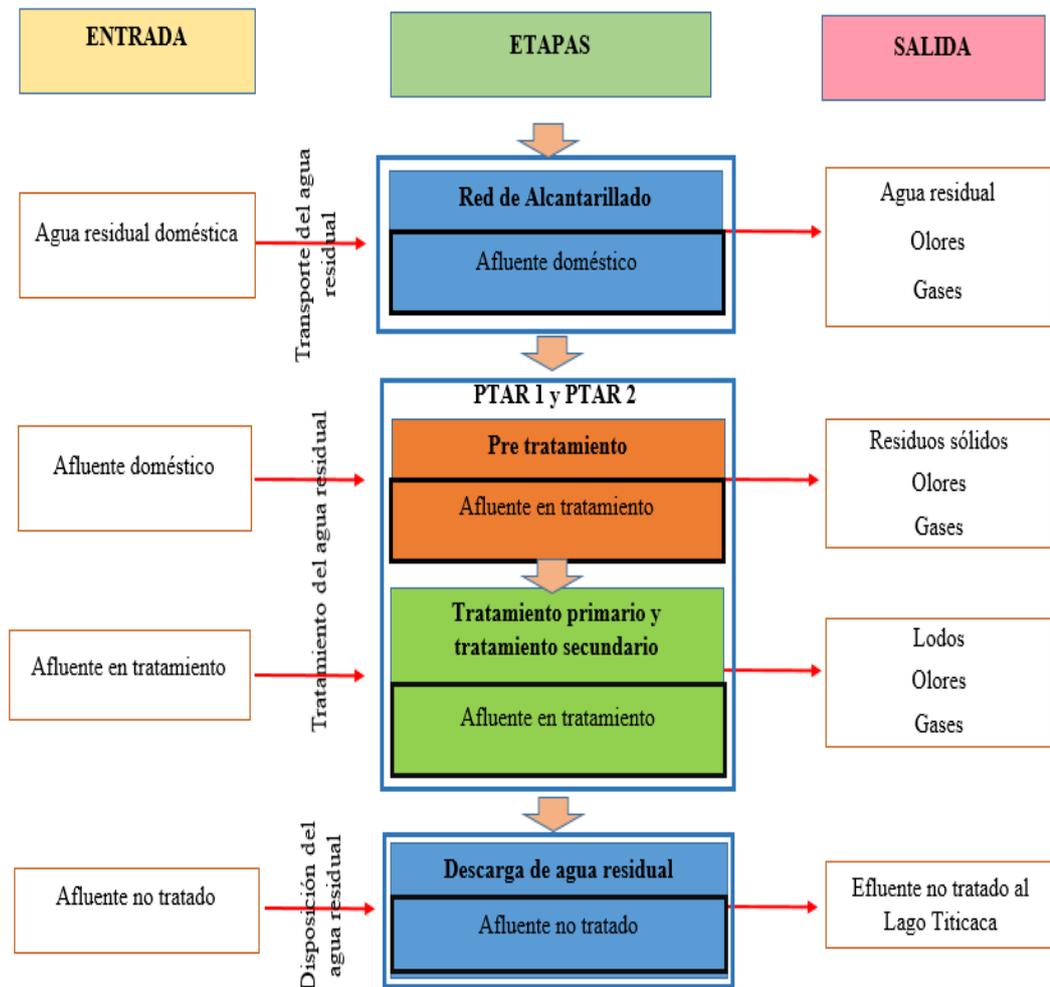


Figura 27 Diagrama de flujo de entrada y salida del sistema de tratamiento de aguas residuales Chucuito

Tabla 14*Matriz de identificación de proceso, etapas, aspectos e impactos ambientales*

PROCESO	ACTIVIDAD/ETAPA	ASPECTO AMBIENTAL ASOCIADO	IMPACTO AMBIENTAL
Transporte del agua residual por la red de alcantarillado	red de alcantarillado	transporte adecuado de las aguas residuales	Conservación del suelo
			Mejora la calidad de vida de la población
			Mejora la salud y seguridad
			Protege a los animales domésticos
			protege la actividad comercial - Turística
		Minimiza los vectores de enfermedades - Insectos	
		Afecta la calidad de aire	
		Afecta la calidad del suelo	
		Afecta el paisaje	
		Afecta los animales domésticos	
Afecta la cobertura vegetal			
Afecta la salud y seguridad			
Aniego por obstrucción de residuos en los buzones de la red de alcantarillado			Afecta la calidad de vida
			Afecta la actividad comercial - turística
			Incrementa los vectores de enfermedades-insectos
			Afecta la salud y seguridad de la población
Aparición de insectos vectores de enfermedades			Alteración de la calidad de Vida
			Afecta la calidad de aire
Emanación de olores			Afecta la salud y seguridad
			Afecta la calidad de vida
			Afecta la actividad comercial - turística
			Incrementa los vectores de enfermedades-insectos
			Afecta la calidad del suelo
Tratamiento de las aguas residuales	Pre tratamiento del agua residual (Repartidor de caudal, desarenador, cribas) - PTAR 1	Separación de los sólidos gruesos, arena y grasas	afecta el aspecto del Paisaje
			Afecta la salud de Animales domésticos
			Afecta la Salud y seguridad
			Afecta la Calidad de vida
			Incrementa la presencia de Vectores de enfermedades - insectos
Aniego de aguas residuales			Afecta la Calidad de aire

	Afecta la calidad del Lago Titicaca
	Afecta la Calidad del suelo
	Afecta a los animales domésticos
	Cobertura vegetal
	Vectores de enfermedades-Insectos
Emanación de olores	Afecta la Calidad de aire
	Afecta la Salud y seguridad
	Afecta Calidad de vida
	Incrementa Vectores de enfermedades-Insectos
Separación de sólidos suspendidos por sedimentación	Conserva el Lago Titicaca
Remoción de DBO del agua residual	Conserva el Lago Titicaca
Emisión de olores	Afecta la Calidad de aire
Emisión de gases	Afecta la Calidad de aire
	Afecta la Salud y seguridad
Aparición de insectos vectores de enfermedades	Afecta la Calidad de vida
	Incrementa los Vectores de enfermedades-Insectos
Manejo de lodos	Afecta Calidad de aire
	Alteración de calidad del Lago Titicaca
	Alteración de la calidad del suelo
	afecta la Salud y seguridad
	Vectores de enfermedades-Insectos
Tratamiento primario y secundario (Laguna facultativa primaria y secundaria) - PTAR 1	Afecta la Calidad de aire
	Afecta la Salud y seguridad
Emanación de olores	Afecta Calidad de vida
	Afecta actividad comercial
	Incrementa Vectores de enfermedades-Insectos
Remoción de Coliformes	Conserva el Lago Titicaca
	Afecta la calidad del Lago Titicaca
Aniego de aguas residuales	Calidad del suelo
	Cobertura vegetal
	Afecta animales domésticos
	Vectores de enfermedades-Insectos
Emisión de gases	Afecta la calidad del aire
	Afecta la calidad de vida

Pre tratamiento del agua residual (Repartidor de caudal, desarenador, cribas) - PTAR 2	Separación de los sólidos gruesos, arena y grasas	Afecta la calidad del Lago Titicaca	
		Afecta la calidad del suelo afecta el aspecto del Paisaje	
		Afecta la salud de Animales domésticos Afecta la Salud y seguridad	
		Afecta la Calidad de vida Incrementa la presencia de Vectores de enfermedades - insectos	
	Aniego de aguas residuales	Afecta la Calidad de aire Afecta la calidad del Lago Titicaca	
		Calidad del suelo Cobertura vegetal Vectores de enfermedades-Insectos	
		Afecta la Calidad de aire Afecta la Salud y seguridad Afecta Calidad de vida Incrementa Vectores de enfermedades-Insectos	
	Tratamiento primario y secundario (Laguna facultativa primaria y secundaria) - PTAR 2	Separación de sólidos suspendidos por sedimentación	Conserva el Lago Titicaca
		Remoción de DBO del agua residual	Conserva el Lago Titicaca
		Emisión de olores	Afecta la Calidad de aire
Emisión de gases		Afecta la Calidad de aire Afecta la Salud y seguridad	
Aparición de insectos vectores de enfermedades		Afecta la Calidad de vida Incrementa los Vectores de enfermedades-Insectos	
Manejo de lodos		Afecta Calidad de aire Alteración de calidad del Lago Titicaca Alteración de la calidad del suelo afecta la Salud y seguridad Vectores de enfermedades-Insectos	
		Afecta la Calidad de aire Afecta la Salud y seguridad Afecta Calidad de vida Incrementa Vectores de enfermedades-Insectos	
		Emisión de gases	Afecta la calidad del aire

			Afecta la calidad de vida
		Remoción de Coliformes	Conserva el Lago Titicaca
			Afecta la calidad del Lago Titicaca
		Aniego de aguas residuales	afecta la Calidad del suelo incrementa la Cobertura vegetal
			Incrementa los Vectores de enfermedades-Insectos
Descarga de agua residual de PTAR 1 y PTAR 2	Emisor	Estancamiento de agua residual	Afecta la calidad del aire Afecta la calidad del Lago Titicaca
			Altera el Paisaje
			Afecta las Aves
			Cobertura vegetal
			Recreativo al aire libre
			Vectores de enfermedades-Insectos

Fuente: Elaboración propia

1. Acciones del proyecto

Las acciones detectadas en el en el sistema de tratamiento de aguas residuales fueron en total 20, estas fueron extraídas de cada componente por el que está considerado el sistema de tratamiento de aguas residuales, esto se observa en las columnas de la matriz elaborada

2. Factores ambientales

Los factores ambientales considerados en el presente estudio son 12, se toma de los sistemas ambientales.

4.1.6. Interacción de las actividades del sistema de tratamiento con los factores ambientales

La matriz de Leopold modificada aplica criterios que proporciona resultado de impacto total por cada acción sobre el factor ambiental, por lo tanto se identificó 121 interacciones ambientales en el área de estudio como consecuencia del desarrollo de las acciones del funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales. Esto se observa en la siguiente tabla.

Tabla 15

Identificación de impactos ambientales en matriz de Leopold (Interacción beneficiaria “P”; Interacción perjudicial “N”)

ACTIVIDADES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES			RED DE ALCANTARILLADO			PTAR 1							PTAR 2							DESCARGA DE AGUA RESIDUAL		TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES
						PRE TRATAMIENTO			TRATAMIENTO PRIMARIO Y SECUNDARIO				PRE TRATAMIENTO			TRATAMIENTO PRIMARIO Y SECUNDARIO				EMISOR 1	EMISOR 2	
ACCIONES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES			TRANSPORTE DE LAS AGUAS RESIDUALES	VERTIDOS DE AGUA RESIDUAL	EMANACIÓN DE OLORES	MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	VERTIDO DE AGUA RESIDUAL	EMANACIÓN DE OLORES	MANEJO DE LODOS	VERTIDO DE AGUA RESIDUAL	EMANACIÓN DE OLORES	EMISIÓN DE GASES	MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	VERTIDO DE AGUA RESIDUAL	EMANACIÓN DE OLORES	MANEJO DE LODOS	VERTIDO DE AGUA RESIDUAL	EMANACIÓN DE OLORES	EMISIÓN DE GASES			EMISOR 1
SISTEMA	COMPONENTES	FACTOR AMBIENTAL																				
MEDIO FÍSICO	AIRE	Calidad de aire		N	N		N	N	N	N	N		N	N	N	N	N	N	N	N	N	P
	AGUA	Lago Titicaca				N	N	N	N	N		N	N	N	N	N				N	N	P
	SUELO	Calidad del suelo	P	N		N	N		N	N		N	N		N	N						P
	PERCEPTUAL	Paisaje	P	N		N			N	N		N			N	N				N	N	P
MEDIO BIOLÓGICO	FAUNA	Animales domésticos	P	N		N	N		N	N		N	N		N	N						
		Aves																		N	N	
	FLORA	Cobertura vegetal		N		N			N				N		N					N	N	
MEDIO SOCIO ECONÓMICO	POBLACIÓN	Salud y seguridad	P	N	N	N		N	N				N		N	N						P
	POBLACIÓN	Calidad de vida	P	N	N	N		N	N		N	N	N		N	N		N	N			P
	USO DE TERRITORIO	Recreativo al aire libre							N	N						N	N			N	N	P
	ECONOMÍA	Actividad comercial - Turística	P	N	N						N							N				
RELACIONES ECOLÓGICAS		Vectores de enfermedades-Insectos	P	N	N	N	N	N	N	N		N	N	N	N	N	N	N	N	N	N	N

Fuente: Elaboración propia

La calificación del valor del impacto, se interpreta según el rango numérico que se le asigna, debemos señalar también que al llegar a un valor este tiene su código de color, esto se establece de la tabla 5.

Un ejemplo en el cual se aplica la fórmula descrita anteriormente para hallar el impacto total es la que se describe a continuación: Interacción “manejo de residuos sólidos en la PTAR 1 – calidad de suelo”.

$$Magnitud = (E + I + De + Du + Rev) \times 10$$

$$Magnitud = (0 + 1 + 0 + 2 + 2) \times 10$$

$$Magnitud = 50$$

$$Impacto Total = Ca \times Po \times Mg$$

$$Impacto Total = -1 \times 0.4 \times 50$$

$$Impacto Total = -20$$

Realizando la valoración de los impactos ambientales por la planta de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito, tenemos la siguiente tabla valorada.

Tabla 16

Valoración de impacto ambiental

ACTIVIDADES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES			RED DE ALCANTARILLADO			PTAR 1						PTAR 2						DESCARGA		TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		
						PRE TRATAMIENTO		TRATAMIENTO PRIMARIO Y				PRE TRATAMIENTO		TRATAMIENTO PRIMARIO Y				EMISOR 1	EMISOR 2			
SISTEMA	COMPONENTES	FACTOR AMBIENTAL	TRANSPORTE DE LAS AGUAS RESIDUALES	VERTIDOS DE AGUA RESIDUAL	EMANACIÓN DE OLORES	MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	VERTIDO DE AGUA RESIDUAL	EMANACIÓN DE OLORES	MANEJO DE LODOS	VERTIDO DE AGUA RESIDUAL	EMANACIÓN DE OLORES	EMISIÓN DE GASES	MANEJO DE RESIDUOS SÓLIDOS	VERTIDO DE AGUA RESIDUAL	EMANACIÓN DE OLORES	MANEJO DE LODOS	VERTIDO DE AGUA RESIDUAL			EMANACIÓN DE OLORES	EMISIÓN DE GASES	EMISOR 1
			MEDIO FÍSICO	AIRE	Calidad de aire		-2	-4	-8	-12	-32	-2	-12	-20		-8	-12	-32	-2	-12	-20	-3
	AGUA	Lago Titicaca				-42		-72	-42				-42		-72	-42			-80	-80	60	-412
	SUELO	Calidad del suelo	90	-15	-20	-40		-54	-5			-20	-40	-54	-5							-153
	PERCEPTUAL	Paisaje	35	-21	-15			-3	-2			-15		-3	-2				-3	-3	28	-4
MEDIO BIOLÓGICO	FAUNA	Animales domésticos	28	-20		-1	-24	-36	-36			-1	-24		-36	-36						-186
		Aves																	-28	-28		-56
	FLORA	Cobertura vegetal		-14		-12		-6					-12		-6				-50	-50		-150
MEDIO SOCIO ECONÓMICO	POBLACIÓN	Salud y seguridad	50	-9	-20	-1		-15	-30			-1		-12	-30						40	-28
	POBLACIÓN	Calidad de vida	60	-16	-36	-6		-30	-20		-50	-6	-6	-24	-16		-50	-6				-186
	USO DE TERRITORIO	Recreativo al aire libre							-5	-8					-5	-8			-6	-6	30	-8
	ECONOMÍA	Actividad comercial - Turística	50	-15	-12					-14							-14					-5
	RELACIONES ECOLÓGICAS	Vectores de enfermedades-Insectos	50	-32	-2	-45	-12	-2	-36	-24	-8		-45	-12	-2	-36	-24	-8		-4	-4	-40
			363	-144	-74	-88	-138	-59	-289	-116	-92	-26	-88	-138	-50	-285	-116	-92	-26	-174	-174	208

Fuente: Elaboración propia

4.1.7. Interpretación de Resultados de la Matriz de Leopold modificada (Causa – Efecto)

La valoración de impacto en la Matriz modificada de Leopold (Causa-Efecto), muestra que el factor ambiental más afectado es la calidad del Lago Titicaca ya que obtuvo un valor de impacto negativo de -412, seguido de la relación ecológica de Vectores de enfermedades e insectos (-286).

La acción que afecta significativamente la calidad ambiental es el manejo de lodos en el tratamiento de aguas residuales tanto de la PTAR 1 (-289), como en la PTAR 2 (-285), este se viene acumulando dañando directamente el entorno del Lago Titicaca así también es una fuente generadora de vectores.

Las acciones que ocasionan impactos positivos son: El transporte de aguas residuales (+363) en la localidad de Chucuito, el cual abarca gran parte del área de influencia directa, seguido del tratamiento de aguas residuales (+208).

Las interacciones que generan impactos significativos son el Emisor 1 – Lago Titicaca (-80) y Emisor 2 - Lago Titicaca (-80), seguido del manejo de lodos en el sistema de tratamiento de aguas residuales de la PTAR 1 y PTAR 2 – Lago Titicaca (-72).

Las interacciones en la red de alcantarillado que generan impactos altamente positivos son el transporte del agua residual – Calidad de suelo (+90) y el transporte de agua residual – Calidad de vida (+60). Así mismo el tratamiento de aguas residuales genera impactos significativos positivos en la interacción con la calidad de aire (+60) y calidad del Lago Titicaca (+60).

4.1.8. Plan de manejo ambiental

El plan de manejo ambiental desarrolla medidas de mitigación, corrección y prevención de los impactos ambientales significativos valorados en la matriz de Leopold (Causa-Efecto). La responsabilidad de ejecutar las medidas recae en las Municipalidad distrital de Chucuito en coordinación con la OMSABA de la localidad de Chucuito.

a) Medidas de prevención, mitigación y corrección

- Reubicación de las rejas en cual debe de estar al inicio en el pre Tratamiento, las rejas permitirán retener sólidos (telas, bolsas, botellas, etc.) que puedan perjudicar la correcta operación de las PTAR 1 y 2, así mismo se requiere la instalación de un canal Parshall en las PTAR 1 y PTAR 2 para poder llevar un adecuado control de caudales.
- Reubicar los dispositivos de descarga actuales (llevar el emisor de descarga 1 a 393 m hacia el Lago Titicaca; Emisor de descarga 2 a 903 m hacia el lago), de tal modo que se evite el estancamiento del aguas residual y aprovechar la capacidad de disolver que tiene el agua.
- Incrementar el número de operadores (Mínimo 1 operador por PTAR) para el sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito.
- Retirar los lodos de cada una de las lagunas de las PTAR (PTAR 1 y PTAR 2) para luego deshidratarlos exponiéndolos al sol. Cuando el lodo se encuentre deshidratado este debe ser dispuesto en un relleno sanitario.
- Diseñar un manual de operación y mantenimiento del sistema de tratamiento de aguas residuales.
- Construcción de cerco perimétrico en el entorno de las PTAR 1 y PTAR 2 para proteger de personas, animales y viceversa

b) Monitoreo

El monitoreo de la calidad del efluente, se debe realizar cuando se haya realizado el mantenimiento de las lagunas primarias y secundarias de las PTAR 1 y 2, básicamente el retiro de lodos. Se debe verificar que la calidad del efluente cumpla con los LMP dispuestos por Decreto Supremo 003-2010-MINAM.

Puntos a monitorear

LMP: Se monitorearan los parámetros establecidos en el Decreto supremo 003-2010-MINAM, estos parámetros son: Aceites y grasas,

Coliformes termo tolerantes, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, pH, sólidos suspendidos totales y temperatura.

Tabla17
Parámetros LMP

Parámetro	Unidad	LMP
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	10 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	Unidad	6.5 – 8.5
Sólidos suspendidos totales	mg/L	150
Temperatura	°C	Menor a 35

Fuente: Decreto supremo 003-2010-MINAM

Los puntos a monitorear serán a la entrada de las PTAR 1 y 2 (Afluente) y salida de las PTAR 1 y 2 (Efluente), de modo que también se pueda determinar la eficiencia de la planta de tratamiento.

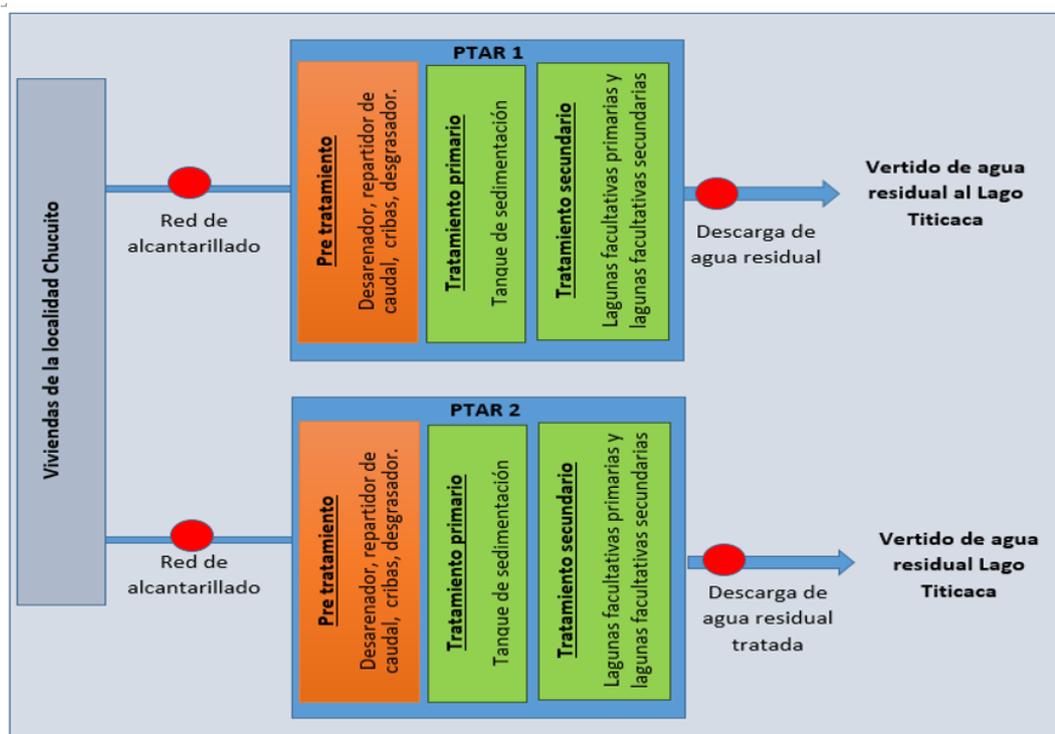


Figura 28 Puntos de monitoreo propuestos

ECA: Previa reubicación de los dispositivos de descarga, se monitorearán 4 puntos de monitoreo adecuadamente distribuidos en un radio

de 200 m de cada uno de los efluentes, a mitad de la columna de agua, esto se encuentra aprobado por la R.J. N° 010 – 2016 ANA “Protocolo Nacional para el monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales”.

Se monitorearan parámetros establecidos en el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, así mismo existirán parámetros en observación ya que la calidad del Lago Titicaca ya se encuentra alterado, dentro de estos los más resaltantes son:

Tabla18
Parámetros ECA

Parámetro	Unidad	Categoría 4	ECA-Agua: “Lagunas y Lagos”
PARÁMETROS FÍSICOS			
Oxígeno Disuelto	g O ₂ /L		5.00
pH	H		6.5 – 8.5
Temperatura	C		-
Conductividad eléctrica	μS/cm)		1000.00
Demanda Bioquímica de Oxígeno en cinco días	g O ₂ /L		5.00
Demanda Química de Oxígeno	g O ₂ /L		-
Sólidos Suspendedos Totales	g/L		≤25.00
NUTRIENTES			
Fosfatos	g P/L		0.40
Fósforo Total	g P/L		-
Nitrógeno Amoniacal	g N/L		<0.02
Nitratos	g N/L		13.00
PARÁMETROS ORGÁNICOS			
Aceites y Grasas	g/L		5.00
MICROBIOLÓGICOS			
Coliformes Termo tolerantes (44.5 °C)	MP/100 mL		1000

Fuente: Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM

c) **Educación ambiental**

La finalidad es desarrollar acciones que buscan crear conciencia ambiental entre los pobladores y trabajadores. Se realizará charlas para los pobladores, responsable de la OMSABA.

Se realizaran charla para los operadores cada tres meses. La temática será: contaminación por agua residual, cuidado del agua, efectos de la contaminación del agua residual, cuidado de la red de alcantarillado y el sistema de lagunas, manejo de lodos, conservación del ambiente, beneficios del incremento de las dimensiones de las lagunas, implementación de un sistema de riego para aprovechamiento de las aguas residuales tratadas en la agricultura, enfermedades que pueden causar los insectos vectores de enfermedades, usos de equipos de protección personal, la importancia de realizar mantenimiento al sistema.

4.2. Discusión de resultados

La discusión de resultados fue hecha tomando en cuenta los antecedentes de la presente tesis, por tanto tenemos:

De acuerdo a Ivette Mendez Izquierdo en su tesis “Evaluación del impacto ambiental del sistema de tratamiento de aguas residuales en el C.P. Bella Esperanza – Pativilca”, obtuvo como resultado que de todas las acciones identificadas en la operación del sistema de tratamiento de aguas residuales del centro poblado Bella Esperanza, el vertido es la acción que viene ocasionando daños a la salud y calidad de vida de los pobladores, por tanto es necesario la construcción de una nueva planta de tratamiento de aguas residuales. Esto demuestra que el área de intervención de un proyecto es importante para la valoración del impacto apoyándose en la extensión que este puede tener.

En el estudio realizado por Fernando Torres Guadalupe en la tesis “Evaluación del impacto ambiental y plan de manejo ambiental del proyecto parque lineal Chibunga, Cantón Riobamba, provincia de Chimborazode” obtuvo que el desarrollo del proyecto del Parque es viable siempre y cuando que se apliquen las medidas de prevención y mitigación establecidas en su plan de manejo ambiental. Esto demuestra que las medidas preventivas,

correctivas, etc. Planteadas en el plan de manejo ambiental es un gran complemento de una evaluación de impacto ambiental para obtener un proyecto sostenible.

Así mismo en el Estudio realizado por Giampier Walter López Alva Y Juan Carlos Monzón Bocanegra en la tesis “Evaluación de impacto ambiental y propuesta de un plan de manejo de residuos sólidos municipales, del área urbana del Distrito de Marcabal, Sanchez Carrión, la Libertad” obtuvieron que de los residuos que desechan los pobladores, los residuos orgánicos ocupan mayor porcentaje, siendo estos una gran cantidad de material para la producción de compost; siendo el mayor influyente de impacto negativo la conciencia ambiental de la población. Esto demuestra que el conocimiento ambiental de la población puede lograr una mejor gestión de los residuos.

4.2.1. Análisis y discusión de resultados en relación a las hipótesis

Hipótesis 1:

El diagnóstico Situacional del sistema de tratamiento de aguas residuales determina que las PTAR 1 y PTAR 2 tratan adecuadamente las aguas residuales de la localidad de Chucuito.

La hipótesis 1 no queda validada por que en los resultados del análisis de monitoreo realizados por la CORLAB S.A.C. a los efluentes de las plantas de tratamiento de aguas residuales (PTAR 1- Norte y PTAR 2 - Sur), se observa que el parámetro de Coliformes Fecales de la PTAR 1 excede los límites máximos permisibles, esto se observa en:

La Tabla 11 nos muestra una comparación de los efluentes de las PTAR 1 y PTAR 2, en el cual se observa que:

- PTAR 1: Los parámetros de AyG, DBO5, DQO, SST están dentro de los parámetros establecidos por el D. S. N° 003-10-MINAM, mientras que Coliformes fecales sobrepasa los LMP, por tanto se debe establecer medidas para mejorar el tratamiento de este parámetro.
- PTAR 2: Los parámetros de AyG, DBO5, DQO, SST y Coliformes fecales están dentro de los parámetros establecidos por el D. S. N° 003-10-MINAM, por tanto no es necesario establecer medidas para mejorar el tratamiento.

Hipótesis 2:

La influencia del sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito muestra que este engloba la localidad de Chucuito.

La hipótesis 2 queda validada ya que la red de alcantarillado cubre todas las viviendas de la localidad de Chucuito de forma directa. La figura 25 nos muestra el área de influencia directa considerada para la localidad de Chucuito, así mismo este tiene un área de 1, 244,461.59 m², confirmando esta hipótesis.

Hipótesis 3:

El factor ambiental más impactado es el lago Titicaca

La hipótesis 3 queda validada ya que en la matriz modificada de Leopold (Causa – Efecto), el factor ambiental que obtuvo el mayor valor negativo es el Lago Titicaca (-412), esto se observa en la Tabla 16. Esto demuestra que el lago Titicaca es susceptible por ser considerada Zona de conservación por el SERNANP.

Hipótesis 4:

Las medidas de mitigación y prevención permiten a las autoridades tomar decisiones para mejorar el sistema de tratamiento de aguas residuales.

La hipótesis 4 queda validada ya que en Noviembre del 2017 las autoridades municipales del Distrito de Chucuito tomaron la decisión de aplicar las medidas de mitigación y prevención planteadas en el presente estudio ambiental.

Hipótesis general:

La evaluación de impacto ambiental del sistema de tratamiento de agua residual de la localidad de Chucuito es un instrumento de gestión ambiental.

La hipótesis general se hace valida, ya que el presente estudio de evaluación de impacto ambiental identificó las acciones del sistema de tratamiento de aguas residuales que, vienen impactando de forma positiva y negativa en el ambiente de la localidad de Chucuito, así mismo este contiene medidas de mitigación, corrección, y prevención de fácil implementación, los cuales potenciarán los impactos positivos y minimizarán los impactos negativos al ambiente.

CONCLUSIONES

- En cuanto al diagnóstico situacional del sistema de tratamiento de agua residual, se identificó que las plantas de tratamiento de aguas residuales no cumplen con el Reglamento de Edificaciones O.S. 090 Plantas de tratamiento, esto se observa en la etapa de Pre-tratamiento debido a que las cribas se encuentran después del Desarenador. Así mismo se llegó a la conclusión de que a pesar de que el sistema de tratamiento no cuenta con operador mucho menos recibe mantenimiento desde su vigencia funcional, el sistema logra cumplir casi en su totalidad con los parámetros LMP (límites máximos permisibles), siendo el parámetro de Coliformes Fecales el único que se excede en el efluente de la PTAR 1 – Norte, mientras que el resto de parámetros (DBO, DQO, SST, pH, T°, AyG) se encuentran dentro de los LMP. Así mismo en los resultados de análisis del efluente de la PTAR 2 - Sur se observa que todos los parámetros (DBO, DQO, SST, pH, T°, AyG, Coliformes Fecales) se encuentran dentro de los LMP.
- En cuanto a la influencia del sistema de tratamiento de agua residual concluye que la influencia directa (AID) del sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito abarca a la localidad de Chucuito en un área de 1, 244,461.59 m² y un área de influencia indirecta (AII) de 310,671.14 m².
- El presente estudio concluye que una adecuada operación y mantenimiento del Sistema de tratamiento de aguas residuales mitigaría los impactos negativos que ocasiona la ausencia de manejo de lodos en la PTAR 1 y PTAR 2, lo cual conllevaría a la conservación del Lago Titicaca. Así mismo potenciaría los impactos positivos ocasionados por el:
 - Transporte de aguas residuales el cual contribuye a la conservación de la calidad del suelo y la calidad de vida de los pobladores de Chucuito.
 - Tratamiento de aguas residuales el cual contribuye a la conservación de la Calidad de aire y la conservación del Lago Titicaca.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda reubicar el desarenador después de la cámara de rejas en el pre tratamiento, instalar un Canal Parshall pre fabricado para llevar un adecuado control del caudal que ingresa a las plantas de tratamiento.
- Se recomienda que las autoridades de la municipalidad distrital de Chucuito en coordinación con la OMSABA adopte y ejecute las medidas de mitigación y prevención planteadas en el presente estudio para tener un correcto funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales de tal forma que la infraestructura cumpla con el horizonte proyectado de obra (20 años de utilidad según el MVCS).
- Incentivar y promover el monitoreo anual y la realización de estudios de impacto ambiental de los Sistemas de tratamiento de aguas residuales que se encuentran a inmediaciones del Lago Titicaca.
- Se recomienda la realización de un cronograma y presupuesto para la implementación de las medidas correctivas que se proponen.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA. (2014). Evaluación de la Calidad del Agua del Lago Titicaca Perú - Bolivia. *Informe de monitoreo mes de marzo 2014*, 1.
- Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Protocolo Nacional para Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales*. Lima: Autoridad Nacional del Agua.
- Autoridad Nacional del Agua. (2017). *Guía para la determinación de la zona de mezcla y la evaluación del Impacto de vertimiento de aguas residuales tratadas a un cuerpo natural de agua*. Lima: Anghelo Manuel Rodríguez Paredes.
- Canter, L. (1998). *Manual de evaluación de impacto ambiental (2° Ed.)*. Madrid: McGraw - Hill.
- Cavallini, J. M. (2016). Manual de buenas prácticas para uso seguro y productivo de las aguas residuales domésticas. *Manual de buenas prácticas para uso seguro y productivo de las aguas residuales domésticas*, 37.
- Cerrón, J. C. (2013). *Manual de evaluación ambiental de proyectos*. Lima: San Marcos EIRL.
- Collazos, J. (2013). *Manual de evaluación ambiental de proyectos (3° Ed.)*. Lima: San Marcos E.I.R.L.
- Conesa, V. (2010). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental (4° Ed.)*. Madrid: Mundi - Prensa.
- Construcción, M. d. (s.f.). *Reglamento Nacional de Edificaciones*.
- Crites, R. y. (2000). *Tratamiento de aguas residuales en pequeñas poblaciones*. Colombia: McGraw Hill.
- Dirección Regional de Agricultura - Puno. (2007). *Estadística de la producción pecuaria*, <http://www.agropuno.gob.pe/>.
- Eddy, M. C. (1985). *Tratamiento de aguas residuales*. California: Labor.
- Eddy, M. y. (2004). *Tratamiento, evacuación y reutilización de aguas residuales*. California: Labor S.A.
- Eddy, M. y. (2004). *Wastewater engineering treatment and reuse. 4ª ed.* . Singapur: Mc Graw Hill.
- Edificación, N. T. (2006). *Obras de Saneamiento*. Lima.
- El Comercio. (2013). Incendio de cultivos en Puno. *Diario el Comercio*, <http://elcomercio.pe>.
- Espinoza, G. (2007). *Gestión y Fundamentos de Impacto Ambiental*. Chile: Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y Centro de Estudios para el Desarrollo (CED).
- Espinoza, G. (2014). *Estudio de Impacto Ambiental*. Lima: CESAP Altos estudios.
- Fernandes, V. C. (2010). *Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental (4° Ed.)*. España: Mundi - Prensa.
- Flores, F. F. (2012). *Memoria de Cálculo del Sistema de Tratamiento de Aguas Residuales*. Puno.
- Gomez, D. (2003). *Evaluación de impacto ambiental: un instrumento preventivo para la gestión ambiental (2° Ed.)*. Madrid: Ediciones Mundi - Prensa.
- INEI. (2007). Crecimiento Poblacional hasta el 2007. *Instituto Nacional de Informática y Informática*, <https://www.inei.gob.pe/>.
- Mendez, T. I. (2014). *Evaluación del impacto ambiental del sistema de tratamiento de aguas residuales*. Huacho.
- MINAM. (2015). SIGERSOL. *Sistema de Información para Gestión de Residuos Sólidos*, <http://sigersol.minam.gob.pe>.
- MINAM. (2016). *Evaluación del impacto ambiental (2011-2016)*. Lima: Servicios Generales Q y F Hermanos S.A.C.
- Ministerio de vivienda, c. y. (30 de Octubre de 2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Obtenido de O.S. Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales:

- <http://www.urbanistasperu.org/rne/pdf/Reglamento%20Nacional%20de%20Edificaciones.pdf>
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2006). *Reglamento Nacional de Edificaciones*. Lima: El Peruano.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2013). *Gestión de los Residuos de las actividades de la Construcción y Demolición*. Lima.
- Ministerio del Ambiente. (2007). *Inspección Ambiental a los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales*. Lima.
- Ministerio del Ambiente. (2013). Línea Base Ambiental de la Cuenca del Lago Titicaca. *Línea Base Ambiental de la Cuenca del Lago Titicaca*, 19.
- Oakley, S. M. (2005). *Lagunas de estabilización*. California: Universidad estatal de California.
- Orea, D. G. (2003). *Evaluación de impacto ambiental: un instrumento preventivo para la gestión ambiental (2° Ed.)*. España: Mundi - Prensa.
- Puno, D. R. (2007). *Informe Turístico*. Puno: <http://www.dirceturpuno.gob.pe/>.
- Rodriguez, S. (Setiembre de 2011). *Implementación de planes de manejo ambiental*. Obtenido de Implementación de planes de manejo ambiental: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358023/Material_en_linea/mdulo.html
- Rodriguez, S. (Junio de 2011). *Material en Línea*. Obtenido de http://datateca.unad.edu.co/contenidos/358023/Material_en_linea/mdulo.html
- Rojas, R. (2002). *Gestión Integral de tratamiento de aguas residuales*. CEPIS/OPS-OMS.
- Romero, J. A. (2008). *Tratamiento de aguas residuales*. Colombia: Escuela colombiana de Ingeniería.
- SENAMHI. (Febrero de 2017). *Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología*. Obtenido de Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología: www.senamhi.gob.pe
- Torres, J. (2009). *Evaluación de impacto ambiental y plan de manejo ambiental del proyecto parque lineal chibunga, cantón Riobamba, Provincia de Chimborazo*. Ecuador: Escuela superior de Politécnica de Chimborazo.
- UNAM. (2013). Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales. En U. N. México, *Selección de tecnologías para el tratamiento de aguas residuales municipales* (pág. 12). México: Ruth Eunice Pérez Pérez.

ANEXOS

ANEXO 1. ENTREVISTAS

Las entrevistas empleadas contienen 10 preguntas de las cuales generalmente son para conocer la percepción de la población sobre el uso del sistema de tratamiento de aguas residuales. La entrevista a los pobladores abordados se realizó en 1 día, así mismo los entrevistados fueron en un número de 30 personas.

Las entrevistas realizadas a cada poblador del área de estudio revelan que existe un gran desinterés y desconocimiento en la población principalmente sobre el funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales. Así mismo existe actualmente una gran preocupación por los problemas que este sistema viene causando pero por la falta de información hace que la población se siente confundida, según la perspectiva de la población la instalación del sistema de tratamiento de aguas residuales no ha mejorada en nada su calidad de vida porque actualmente este viene causando problemas, pero algunos que es minoría expresa que si le ha mejorado la forma de vida ya que al contar con el sistema de colección todos sus desechos fecales pueden ir un lugar alejado de la población, de los 30 entrevistados, 21 tienen conexión de duchas e inodoros, 21 tienen conexión para inodoros y el resto no cuenta con una conexión, también se puede resaltar que en una de las preguntas hechas sobre si actualmente ha visto incrementarse insectos la mayoría contesta que si ha visto incrementarse (moscas y otros insectos), ellos manifiestan que es por el derrame de agua residual. De los 30 entrevistado solo 4 han sufridos estos casos.

FORMATO DE ENTREVISTA

1. ¿Qué entiende usted por el término “aguas residuales”?
.....
2. ¿Conoce usted el tratamiento que recibe las aguas residuales que genera la localidad y el término conservación del ambiente?
.....
.....
3. ¿Percibe usted olores desagradables provenientes de la red de desagüe?
.....
4. ¿Ha visto y/o percibido la aparición de insectos. Cuál cree que es su origen?
.....
.....
5. ¿Usted tubo alguna enfermedad gastrointestinal (diarreas, cólicos)?
.....
6. ¿Cree usted que ha mejorado la población desde la construcción del sistema de tratamiento de aguas residuales de su localidad?
.....
.....
7. ¿Qué cambios usted ha observado desde la construcción del sistema de tratamiento hasta la actualidad sobre su entorno (flora, fauna, etc.)?
.....
8. ¿El agua residual que genera en la vivienda es de origen (baño, ducha, lavadero, etc.)?
.....
9. ¿Estaría dispuesto a realizar actividades para mejorar el sistema de tratamiento?
.....
10. ¿Estaría dispuesto a recibir capacitaciones sobre contaminación por agua residual, cuidado del agua, etc.?

ANEXO 2. GALERÍA FOTOGRÁFICA



Foto 1: Buzón de la red de alcantarilla con residuos que ocasionan fugas de agua residual



Foto 2: Buzón de red de alcantarilla en deterioro de la localidad de Chucuito



Foto 3: Planta de tratamiento de aguas residuales 1 – Norte



Foto 4: Pre tratamiento de la Planta de tratamiento de aguas residuales 1 – Norte



Foto 5: Tratamiento primario y secundario de la PTAR 1 – Norte



Foto 6: Planta de tratamiento de aguas residuales 2 – Sur



Foto 7: Pre tratamiento en la Planta de tratamiento de aguas residuales 2 – Sur

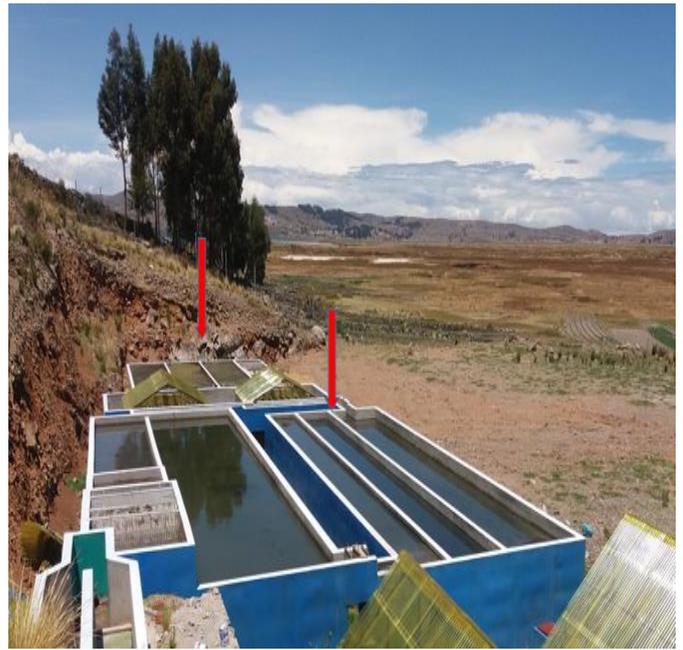


Foto 8: Tratamiento primario y secundario de la planta 2 – Sur



Foto 9: Vertimiento 2 – Sur a campo abierto, alledaño al Lago Titicaca (Responsable de OMSABA y gerente de obra)



Foto 10: Encuesta con pobladores de la localidad de Chucuito

ANEXO 3. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN

VARIABLE	DEFINICIÓN COCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADOR	INDICE	INSTRUMENTO
<u>INDEPENDIENTE</u>					
Sistema de tratamiento de agua residual	infraestructura que tiene como objetivo remover el material contaminante (orgánico e inorgánico) de las aguas residuales, con objeto de alcanzar una calidad de agua requerida por la normativa de descarga	Calidad de tratamiento	Cumplimiento de parámetros LMP	<ul style="list-style-type: none"> - Aceites y Grasas (mg/L) - Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L) - Demanda Química de Oxígeno (mg/L) - Sólidos suspendidos totales (mg/L) - Coliformes fecales (NMP/100mL) - Temperatura (°C) 	Diagrama de flujo
		Componentes del sistema de tratamiento	Componentes del sistema de tratamiento	Número de acciones	
<u>DEPENDIENTE</u>					
Evaluación de impacto ambiental	Instrumento de la gestión ambiental que permite predecir cuales serían los impactos ambientales y determinar las medidas para minimizar los impactos negativos y potenciar los positivos	Área de Influencia	Influencia directa	m ²	Arc Gis
			Influencia Indirecta	m ²	Arc Gis
		Impacto en el factor ambiental	No significativo	0 – 20 (+;-)	Matriz de Leopold Modificada
			Poco significativo	21 – 40 (+;-)	
			Medianamente significativo	41 – 60 (+;-)	
			significativo	61 – 80 (+;-)	
altamente significativo	81 – 100 (+;-)				

ANEXO 4. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título : Evaluación de impacto ambiental del sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito, Distrito de Chucuito, Puno 2017

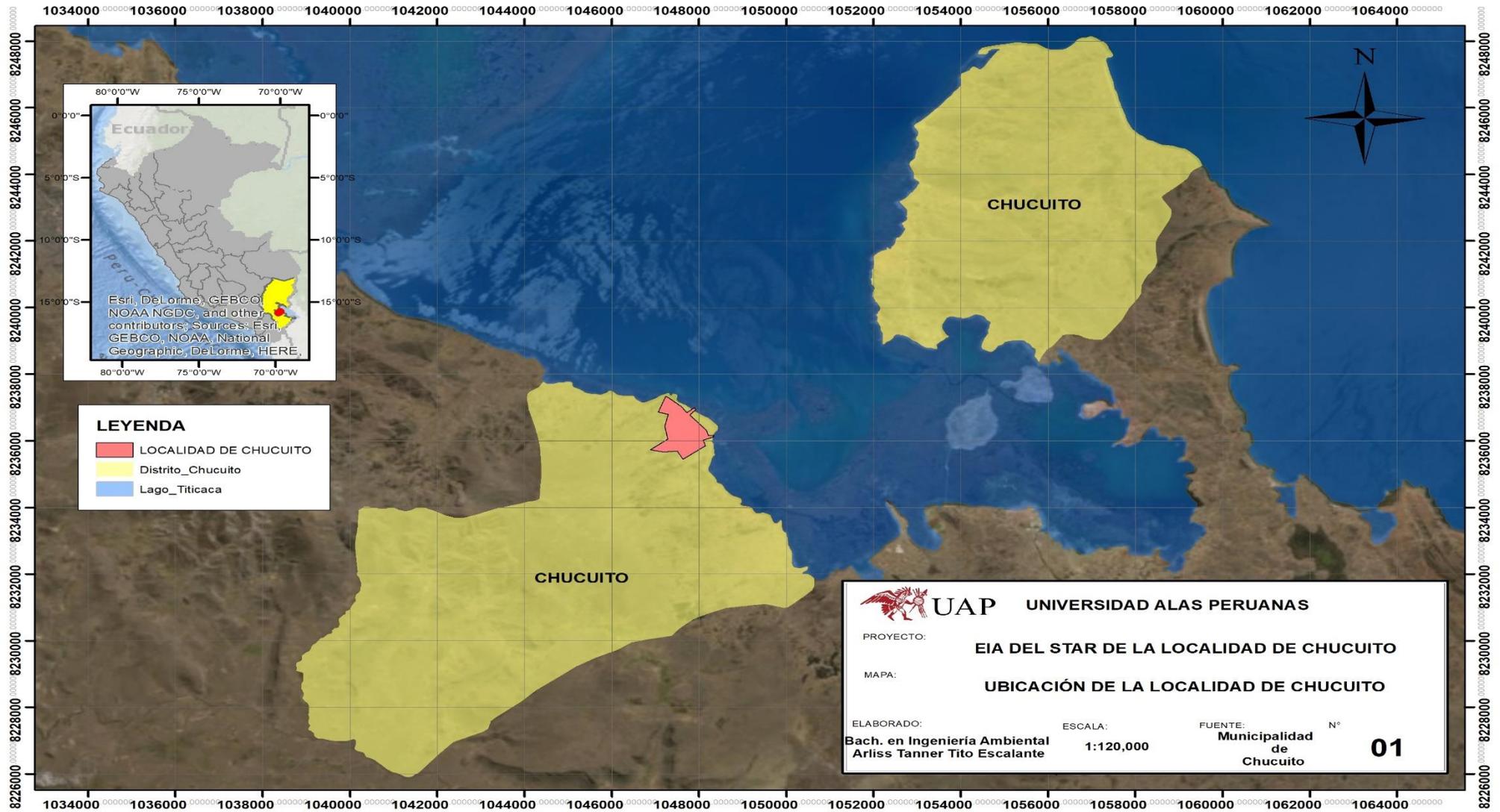
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	INDICES	MÉTODOS	TÉCNICAS	INSTRUMENTOS
<i>Problema Principal</i>	<i>Objetivo General</i>	<i>Hipótesis General</i>							
¿Cuál es el impacto ambiental que genera el funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito, Distrito de Chucuito, Puno?	Evaluar el impacto ambiental generado por el funcionamiento del sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito, Distrito de Chucuito, Puno.	La evaluación de impacto ambiental del sistema de tratamiento de agua residual de la localidad de Chucuito es un instrumento de gestión ambiental.	DEFINICIÓN CONCEPTUAL Variables Independientes : sistema de tratamiento de aguas residuales	Calidad de tratamiento	Cumplimiento de los parámetros LMP		Tipo de Investigación: Descriptiva Nivel de investigación: Explicativa no experimental. Diseño de la investigación: Descriptivo Correlacional Universo : Sistemas de tratamiento de aguas residuales Universo Social : Sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales de la región Puno Muestra : Sistema de tratamiento de agua residual de la Localidad de Chucuito	Revisión de la normativa legal Diagnóstico situacional y análisis documental Levantamiento de información con listas Interpretación de resultados Entrevistas y observación en campo Obtención de puntos GPS Trabajo en gabinete	Listas de chequeo Imágenes satelitales Cámara fotográfica Wincha GPS Computadora personal con procesador i7, RAM de 8 GB o superior Software de aplicaciones y procesamiento de información.
Problemas Específicos • ¿Cuál es la situación actual del sistema de tratamiento de aguas residuales? • ¿Cuál es la influencia del sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito? • ¿Cuáles son los impactos ambientales que genera el sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito? • ¿Cuáles son las medidas de mitigación y prevención que se pueden proponer para el sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito?	Objetivos Específicos ➤ Realizar el diagnóstico Situacional del sistema de tratamiento de aguas residuales. ➤ Verificar la influencia del sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito. ➤ Identificar y evaluar los impactos ambientales generados por el sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito. ➤ Proponer medidas de mitigación y prevención de impactos generados por el sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito	Hip. ➤ El diagnóstico Situacional del sistema de tratamiento de aguas residuales determina que las PTAR 1 y PTAR 2 tratan adecuadamente las aguas residuales de la localidad de Chucuito. ➤ La influencia directa del sistema de tratamiento de aguas residuales de la localidad de Chucuito engloba la localidad de Chucuito. ➤ El factor ambiental más impactado es el lago Titicaca. ➤ Las medidas de mitigación y prevención permiten a las autoridades tomar decisiones para mejorar el sistema de tratamiento de aguas residuales. Hipótesis Nula La evaluación de impacto ambiental no es un instrumento de gestión ambiental	Variables Dependientes : Evaluación de Impacto ambiental	Área de influencia	Influencia directa	m ²			
				Impacto en el Factor ambiental	No significativos	0 – 20 (+;-)			
					Poco significativo	21 – 40 (+;-)			
					Medianamente significativo	41 – 60 (+;-)			
					Significativo	61 – 80 (+;-)			
					Altamente significativo	81 – 100 (+;-)			

ANEXO 5. VALORACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

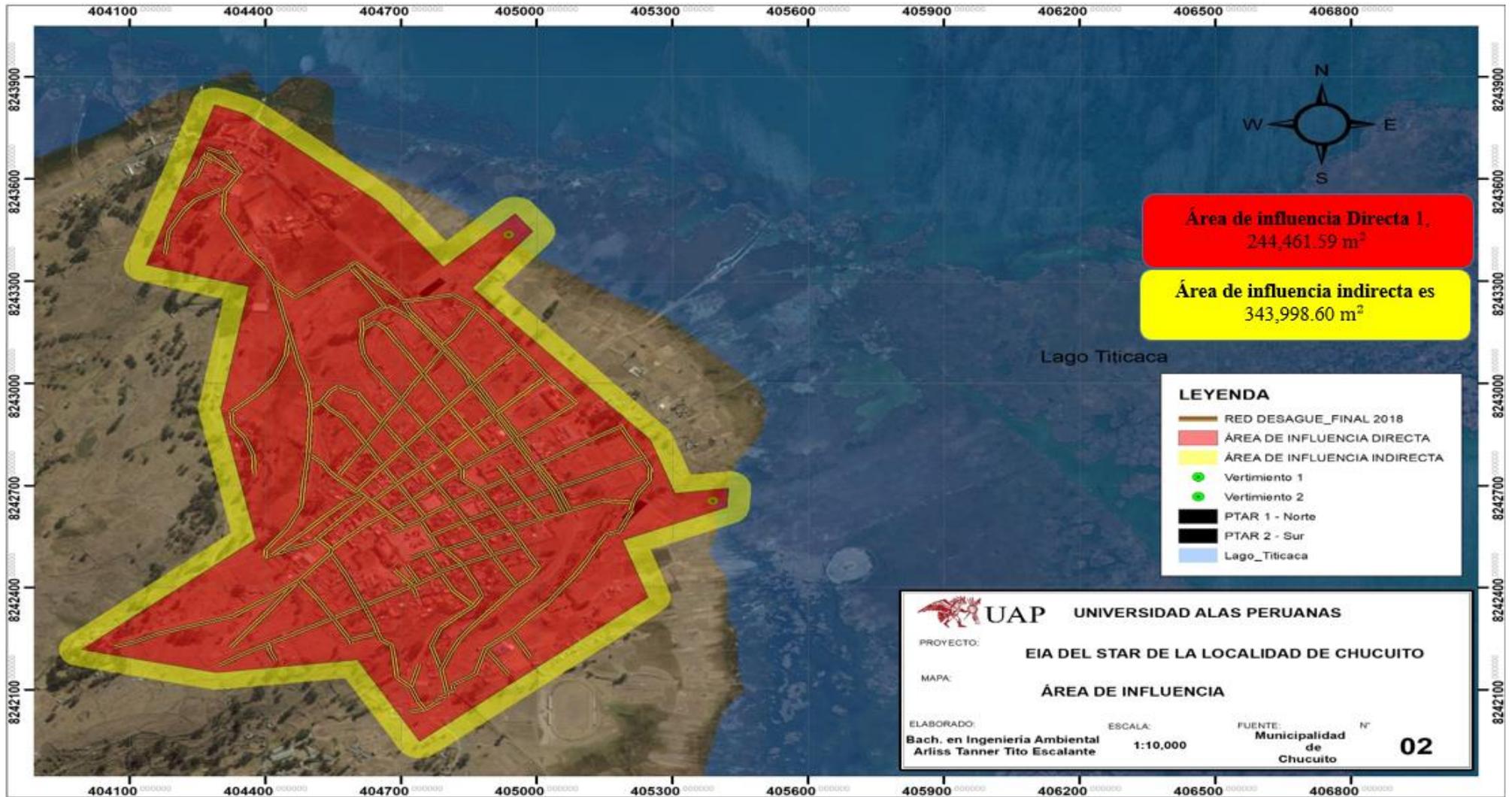
ACTIVIDAD DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		USO DE RED DE ALCANTARILLADO																											
ACCIONES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		TRANSPORTE DE LAS AGUAS RESIDUALES								VERTIDOS DE AGUA RESIDUAL								EMANACIÓN DE OLORES											
COMPONENTES	Factor ambiental	C	Po	E	I	De	Du	Re	VI	C	Po	E	I	De	Du	Re	VI	C	Po	E	I	De	Du	Re	VI				
AIRE	Calidad de aire									-1	0.1	0	0	2	0	0	-2	-1	0.1	0	2	2	0	0	-4				
AGUA	Lago Titicaca																												
SUELO	Calidad del suelo	1	1.0	2	1	2	2	2	90	-1	0.5	0	1	2	0	0	-15												
PERCEPTUAL	Paisaje	1	0.5	2	1	2	2	0	35	-1	0.7	0	1	2	0	0	-21												
FAUNA	Animales domésticos	1	0.7	0	2	1	0	1	28	-1	0.5	0	1	2	0	1	-20												
	Aves																												
FLORA	Cobertura vegetal									-1	0.7	0	1	0	1	0	-14												
POBLACIÓN	Salud y seguridad	1	1.0	2	1	2	0	0	50	-1	0.3	0	1	2	0	0	-9	-1	0.5	0	2	2	0	0	-20				
	Calidad de vida	1	1.0	2	2	2	0	0	60	-1	0.4	0	2	2	0	0	-16	-1	0.9	0	2	2	0	0	-36				
USO DE TERRITORIO	Recreativo al aire libre																												
ECONOMÍA	Actividad comercial - turística	1	1.0	1	1	2	0	1	50	-1	0.5	0	1	2	0	0	-15	-1	0.4	0	1	2	0	0	-12				
RELACIONES ECOLÓGICAS	Vectores de enfermedades-Insectos	1	1.0	0	2	2	0	1	50	-1	0.8	0	2	2	0	0	-32	-1	0.1	0	0	2	0	0	-2				

ACTIVIDAD DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		DESCARGA DE AGUA RESIDUAL																TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES							
		EMISOR 1								EMISOR 2															
ACCIONES DEL SISTEMA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES		C	Po	E	I	De	Du	Re	VI	C	Po	E	I	De	Du	Re	VI	C	Po	E	I	De	Du	Re	VI
COMPONENTES	Factor ambiental																								
AIRE	Calidad de aire	-1	0.3	0	1	0	0	0	-3	-1	0.3	0	1	0	0	0	-3	1	1.0	1	1	1	2	1	60
AGUA	Lago Titicaca	-1	1.0	1	2	1	2	2	-80	-1	1.0	1	2	1	2	2	-80	1	1.0	1	2	0	2	1	60
SUELO	Calidad del suelo																	1	1.0	0	0	0	1	0	10
PERCEPTUAL	Paisaje	-1	0.1	0	0	0	2	1	-3	-1	0.1	0	0	0	2	1	-3	1	0.7	1	0	0	2	1	28
FAUNA	Animales domésticos																								
	Aves	-1	0.7	0	1	0	2	1	-28	-1	0.7	0	1	0	2	1	-28								
FLORA	Cobertura vegetal	-1	1.0	0	2	1	1	1	-50	-1	1.0	0	2	1	1	1	-50								
POBLACIÓN	Salud y seguridad																	1	1.0	2	0	0	2	0	40
	Calidad de vida																	1	1.0	2	0	0	0	0	20
USO DE TERRITORIO	Recreativo al aire libre	-1	0.3	0	1	0	0	1	-6	-1	0.3	0	1	0	0	1	-6	1	1.0	0	0	1	2	0	30
ECONOMÍA	Actividad comercial - turística																								
RELACIONES ECOLÓGICAS	Vectores de enfermedades-Insectos	-1	0.2	0	0	2	0	0	-4	-1	0.2	0	0	2	0	0	-4	-1	1.0	0	2	2	0	0	-40

ANEXO 6. MAPA DE UBICACIÓN



ANEXO 7. MAPA DE ÁREA DE INFLUENCIA



ANEXO 8. ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA RESIDUAL

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO - PUNO



FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGRÓNOMICA

LABORATORIO DE AGUAS Y SUELOS



RESULTADO DE ANÁLISIS

ASUNTO : ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO DE AGUA RESIDUAL DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE LA LOCALIDAD DE CHUCUITO – AFLUENTE.

PROCEDENCIA : CHUCUITO - PUNO
INTERESADO : ATILIO VALDEZ PINO
MOTIVO : Análisis FÍSICO QUÍMICO Y MICROBIOLÓGICO
MUESTREO : 19 de Marzo del 2016
ANÁLISIS : 19 de Marzo del 2016

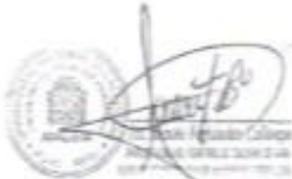
CARACTERÍSTICAS FÍSICOS - QUÍMICOS

PARÁMETRO	UNIDAD	
pH	Unid. pH	7.89
Sólidos disueltos totales	g/L	0.96
Sólidos suspendidos totales	mg/L	106.00
Oxígeno disuelto	mg/L	1.29
Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	163.6
Demanda química de oxígeno	mg/L	409.00
Aceites y grasas	mg/L	1.45
Nitrógeno amoniacal	mg/L	4.50

RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS

ELEMENTOS ANALISADO	UNIDAD	Res. 10-20 cm
NÚMERO DE COLIFORMES TOTALES	UMPI/100ML	>2400/100ML
NÚMERO DE COLIFORMES FECALES	UMPI/100ML	1100/100ML

Puno, C.U. 30 de Marzo del 2016
V° B°




MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHUCUITO
CIUDAD DE LAS CAJAS REALES

CERTIFICA:

Que, el presente documento es copia fiel de su original que certifica previa confrontación de acuerdo a la Ley N° 27444, Ley del Procedimiento Administrativo General.

07 DIC 2016


MAYOR

INFORME DE ENSAYO: 803/2017

MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE CHUCUITO

JR. PASION NRO. 515 CERCADO (PLAZA DE ARMAS) PUNO - PUNO - CHUCUITO

Ampliación y Mejoramiento del Sistema de Agua Potable y Alcantarillado de la Localidad de Chuicuito - Puno - Puno

Emitido por: Doris Quicara Choquepiunta - Griselda Cusi Coaquira

Impreso el 06/02/2017



Lic. Quím. Doris Quicara Choquepiunta
CQP: 790
Supervisor de Laboratorio - Sede Arequipa



Bigs. Griselda Cusi Coaquira
CBP: 9800
Analista de Laboratorio de Microbiología
Sede Arequipa

INFORME DE ENSAYO: 803/2017

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 1

N° ALS - CORPLAB				26450/2017-1.0	26456/2017-1.0
Fecha de Muestreo				22/01/2017	22/01/2017
Hora de Muestreo				19:25:00	19:35:00
Tipo de Muestra				Agua Residual Municipal PTAR SUR	Agua Residual Municipal PTAR NORTE
Identificación					
Parámetro	Ref. Mét.	Unidad	LD		
003 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
Aceites y Grasas	12261	mg/L	1,0	1,5	1,8
003 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
Alcalinidad Total	12530	mg CaCO ₃ /L	1,0	98,1	---
003 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS					
Alcalinidad Total*	13020	mg CaCO ₃ /L	1,0	---	78,4
Demanda Bioquímica de Oxígeno	1828	mg/L	2	9	10
Demanda Química de Oxígeno	8803	mg O ₂ /L	2	46	40
Dureza Total	1829	mg CaCO ₃ /L	1,0	35,7	46,9
Nitrógeno Amoniacal	11620	mg NH ₃ -N/L	0,006	15,9	7,67
Oxígeno Disuelto*	3987	mg/L	0,14	4,45	6,35
Sólido Sedimentable	15098	mL/L	0,2	0,5	< 0,2
Sólidos Totales Disueltos	1842	mg/L	2	184	130
Sólidos Totales Suspendidos	1843	mg/L	2	4	5
Turbidez	8809	NTU	0,08	3,66	5,15
005 ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA - ANIONES					
Cloruros, Cl-	16189	mg/L	0,020	15,50	11,77
Fosfatos, PO ₄ -3	16189	mg/L	0,060	5,433	2,683
Nitratos, NO ₃ -	16189	mg/L	0,010	< 0,010	< 0,010
Nitritos, NO ₂ -	16189	mg/L	0,003	< 0,003	< 0,003
015 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS					
Coliformes Fecales	8825	NMP/100mL	1,8	460	230000
Coliformes Totales	8818	NMP/100mL	1,8	350000	3500000

Observaciones

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

CONTROLES DE CALIDAD

Control Blancos

Parámetro	LD	Unidad	Resultado	Fecha de Reporte
Aceites y Grasas	1,0	mg/L	< 1,0	03/02/2017
Aceites y Grasas	1,0	mg/L	< 1,0	04/02/2017
Alcalinidad Total	1,0	mg CaCO ₃ /L	< 1,0	01/02/2017
Cloruros, Cl-	0,020	mg/L	< 0,020	27/01/2017
Coliformes Totales	1,8	NMP/100 mL	< 1,8	28/01/2017
Demanda Bioquímica de Oxígeno	2	mg/L	< 2	28/01/2017
Demanda Química de Oxígeno	2	mg O ₂ /L	< 2	27/01/2017
Dureza Total	1,0	mg CaCO ₃ /L	< 1,0	28/01/2017
Fosfatos, PO ₄ -3	0,060	mg/L	< 0,060	27/01/2017
Nitratos, NO ₃ -	0,010	mg/L	< 0,010	27/01/2017
Nitritos, NO ₂ -	0,003	mg/L	< 0,003	27/01/2017
Nitrógeno Amoniacal	0,006	mg NH ₃ -N/L	< 0,006	30/01/2017
Sólidos Totales Disueltos	2	mg Sólidos Totales Disueltos/L	< 2	27/01/2017
Sólidos Totales Disueltos	2	mg Sólidos Totales Disueltos/L	< 2	28/01/2017

INFORME DE ENSAYO: 803/2017

Parámetro	LD	Unidad	Resultado	Fecha de Reporte
Sólidos Totales Suspendidos	2	mg Sólidos Totales Suspendidos/L	< 2	26/01/2017
Sólidos Totales Suspendidos	2	mg Sólidos Totales Suspendidos/L	< 2	28/01/2017

Control Estandar

Parámetro	% Recuperación	Límites de Recuperación (%)	Fecha de Reporte
Aceites y Grasas	105,5	80-120	03/02/2017
Aceites y Grasas	107,8	80-120	03/02/2017
Aceites y Grasas	106,5	80-120	04/02/2017
Aceites y Grasas	107,8	80-120	04/02/2017
Alcalinidad Total	99,2	85-115	01/02/2017
Alcalinidad Total	92,0	85-115	01/02/2017
Cloruros, Cl-	100,0	90-110	27/01/2017
Coliformes Totales	Positivo	---	28/01/2017
Coliformes Totales	Negativo	---	28/01/2017
Demanda Bioquímica de Oxígeno	103,0	85-115	28/01/2017
Demanda Bioquímica de Oxígeno	90,5	85-115	28/01/2017
Demanda Química de Oxígeno	93,1	85-115	27/01/2017
Demanda Química de Oxígeno	93,5	85-115	27/01/2017
Dureza Total	99,7	85-115	28/01/2017
Dureza Total	99,1	85-115	28/01/2017
Fosfatos, PO4-3	94,4	90-110	27/01/2017
Nitratos, NO3-	101,3	90-110	27/01/2017
Nitritos, NO2-	93,1	90-110	27/01/2017
Nitrógeno Amoniacal	104,9	80-120	30/01/2017
Nitrógeno Amoniacal	97,2	80-120	30/01/2017
Sólidos Totales Disueltos	101,2	90-110	27/01/2017
Sólidos Totales Disueltos	101,0	90-110	27/01/2017
Sólidos Totales Disueltos	99,2	90-110	28/01/2017
Sólidos Totales Disueltos	99,7	90-110	28/01/2017
Sólidos Totales Suspendidos	96,0	90-110	26/01/2017
Sólidos Totales Suspendidos	101,6	90-110	26/01/2017
Sólidos Totales Suspendidos	96,0	90-110	28/01/2017
Sólidos Totales Suspendidos	96,8	90-110	28/01/2017

LD = Límite de detección

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
PTAR SUR	Cliente	Agua Residual Municipal	23/01/2017	22/01/2017	-N -E	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente
PTAR NORTE	Cliente	Agua Residual Municipal	23/01/2017	22/01/2017	-N -E	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente

REFERENCIA DE LOS METODOS DE ENSAYO

(*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
12261	LME	Aceites y Grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 22nd Ed. 2012	Oil and Grease. Liquid-Liquid, Partition-Gravimetric Method
12530	LME	Alcalinidad Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 22nd Ed. 2012	Alkalinity: Titration Method
13020	LME	Alcalinidad Total*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B, 22nd Ed. 2012	Alkalinity: Titration Method
16189	AQP	Aniones por Cromatografía Iónica	EPA METHOD 300.0, Rev 2. 1993	Determination of inorganic anions by ion chromatography
1828	AQP	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012	Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5 Days BOD Test

INFORME DE ENSAYO: 803/2017

Ref.	Sede	Parámetro	Método de Referencia	Descripción
8803	AQP	Demanda Química de Oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed. 2012	Chemical Oxygen Demand (COD): Closed Reflux, Colorimetric Method
1829	AQP	Dureza Total	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2340 C, 22nd Ed. 2012	Hardness: EDTA Titrimetric Method
11620	LME	Nitrógeno Amoniacal	ISO 11732 (Validado), 2nd. Ed. 2005	Water quality - Determination of ammonium nitrogen - Method by flow analysis (CFA and FIA) and spectrometric detection
8825	AQP	Numeración de Coliformes Fecales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E-1, 22nd Ed. 2012	Multiple-Tube Fermentation Technique for members of the Coliform Group, Fecal Coliform Procedure
8818	AQP	Numeración de Coliformes Totales	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22nd Ed. 2012	Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Standard Total Coliform Fermentation Technique
3987	AQP	Oxígeno Disuelto Referencial (Laboratorio)*	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O G, 22nd Ed. 2012	Oxigen (Dissolved) - Membrane Electrode Method
15098	AQP	Sólido Sedimentable	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 F, 22nd Ed. 2012	Settleable Solids
1842	AQP	Sólidos Totales Disueltos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 C, 22nd Ed. 2012	Solids: Total Dissolved Solids Dried at 180°C
1843	AQP	Sólidos Totales Suspendidos	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed. 2012	Solids: Total Suspended Solids Dried at 103-105°C
8809	AQP	Turbidez	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130 B, 22nd Ed. 2012	Turbidity, Nephelometric Method

CÓDIGOS DE AUTENTICIDAD DEL INFORME DE ENSAYO

ALS asegura a sus clientes una completa autenticidad del Informe de Ensayo 803/2017, para que este informe pueda ser verificado en su totalidad. Para comprobar la autenticidad de los mismos en la base de datos de ALS, visitar el sitio Web www.corplab.net e introducir los siguientes códigos de autenticidad que se detallan a continuación:

Estación de Muestreo	N° ALS - CORPLAB	Código único de Autenticidad
PTAR SUR	26450/2017-1.0	lmqmpoo&205462
PTAR NORTE	26456/2017-1.0	mmqmpoo&265462

ALS asegurando la marca y prestigio de su empresa.

COMENTARIOS

AQP: Av. Dolores 167 - Jose Luis Bustamante y Rivero - Arequipa.

LME: Av. Argentina 1859 - Cercado - Lima.

"EPA": U.S. Environmental Protection Agency.

"SM": Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.

"ASTM": American Society for Testing and Materials.

El presente documento es redactado íntegramente en Corporación de Laboratorios Ambientales del Perú S.A.C, su alteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de Corporación de Laboratorios Ambientales del Perú S.A.C; sólo es válido para las muestras referidas en el presente informe.

El lote de muestras que incluye el presente informe será descartado a los 30 días calendario de haber ingresado la muestra al laboratorio.

Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.