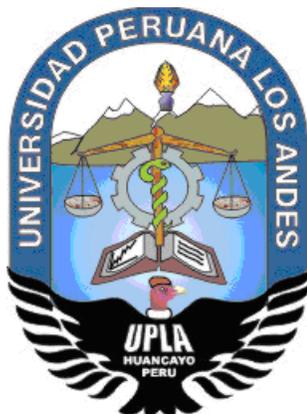


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE TANQUE IMHOFF Y LAGUNAS DE ESTABILIZACION PARA REUSO DEL AGUA EN RIEGO

Línea de investigación de la Universidad:

Salud y gestión de salud

Línea de investigación de la escuela Profesional de Ingeniería Civil:

Hidráulica medio ambiente

PRESENTADO POR:

Bach. RICARDO DELGADO DAVILA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

INGENIERO CIVIL

Huancayo – Perú
2021

PORTADA

ASESOR

Ing. Vladimir, ORDOÑEZ CAMPOSANO

Mg. Jackelin, SANTOS JULCA

AGRADECIMIENTO

Gracias a mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí y en expectativas, gracias a mi madre por estar dispuesta a acompañarme cada larga y agotadora noche de estudio. Gracias a mi padre por siempre desear y anhelar siempre lo mejor para la vida, gracias por cada consejo y por cada una de sus palabras en mi vida, gracias a mi hijo por siempre ser el motor y motivo para darme esa seguridad y esa confianza para poder seguir adelante.

Ricardo Delgado Dávila

HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DE JURADO

INDICE

PORTADA.....	II
ASESOR.....	III
DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTO.....	IV
HOJA DE CONFORMIDAD DE MIEMBROS DEL JURADO.....	V
INDICE.....	VI
INDICE DE TABLAS.....	IX
INDICE DE FIGURAS.....	X
ABREVIATURAS Y ACRONIMOS.....	XI
RESUMEN.....	XII
ABSTRACT.....	XIII
INTRODUCCION.....	XIV
CAPITULO I: PLANTIAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Planteamiento del Problema.....	1
1.2. Formulación y Sistematización de Problema.....	3
1.2.1. Problema general.....	3
1.2.2. Problemas específicos.....	3
1.3. Justificación.....	3
1.3.1. Practica o social.....	3
1.3.2. Científica o teórica.....	3
1.3.3. Metodología.....	4
1.4. Delimitaciones.....	4

1.4.1. Espacial.....	4
1.4.2. Temporal.....	4
1.4.3. Económica.....	5
1.5. Limitaciones.....	5
1.6. Objetivos.....	5
1.6.1 Objetivo general.....	5
1.6.1 Objetivos específicos.....	6
CAPITULO II: MARCO TEORICO.....	7
2.1. Antecedentes (nacionales e internacionales).....	7
2.2. Marco conceptual.....	12
2.3. Definición de términos.....	93
2.4. Hipótesis.....	94
2.4.1. Hipótesis General.....	94
2.4.2. Hipótesis específicos.....	94
2.5. Variables.....	94
2.5.1. Definición conceptual de la variable.....	94
2.5.2. Definición operacional de la variable.....	95
2.5.1. Definición conceptual de la variable.....	97
CAPITULO III: METODOLOGIA.....	98
3.1. Método de Investigación.....	98
3.2. Tipo de Investigación.....	98
3.3. Nivel de Investigación.....	99

3.4. Diseño de Investigación.....	99
3.5. Población y Muestra.....	100
3.6. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.....	100
3.7. Procesamiento de la Información.....	101
3.8. Método de Investigación.....	101
CAPITULO IV: RESULTADOS.....	102

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Límite Máximo Permisible.
Tabla 2.	Valores Máximo Admisible.
Tabla 3.	Resultados en comparación con los LMP.
Tabla 4.	Resultados en comparación con los ECA.
Tabla 5.	Resultados en comparación con los LMP.
Tabla 6.	Resultados en comparación con los ECA.
Tabla 7.	Resultados en comparación con los ECA.

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Provincias de Junín.
Figura 2 y 7.	Mapa del Perú.
Figura 3 y 8.	Mapa de Junín
Figura 4.	Ubicación de Sapallanga.
Figura 5.	Ubicación del Tanque Imhoff.
Figura 6.	Temperatura de los meses de Junín.
Figura 9.	Ubicación de Ataura.
Figura 10.	Ubicación de la Laguna de Estabilización.
Figura 11 ,12 y 13.	Estándares de Calidad Ambiental.
Figura 14.	Planta y corte de Tanque Imhoff.
Figura 15.	Otra vista del Tanque Imhoff.
Figura 16.	Llenado de lodo y agua limpia.
Figura 17.	Limpieza de la superficie.
Figura 18.	Limpieza del ingreso, salida y paredes.
Figura 19.	Limpieza de zona de ventilación.
Figura 20.	Operación de lecho de secados.
Figura 21.	Laguna de Estabilización.
Figura 22.	Laguna de Estabilización.
Figura 23.	Mecanismo de la Laguna.
Figura 24.	Personal de Mantenimiento.
Figura 25.	Calculo del Caudal.

ABREVIATURAS Y ACRONIMOS

RNE	Reglamento Nacional de Edificaciones.
pH	Concentración de iones de hidrógeno.
m	Metros
m²	Metros cuadrados.
Cm	Centímetros.
Cm²	Centímetros cuadrados.
L	Longitud.
m³	Metros cúbicos.
Dbo	Demanda bioquímica de oxígeno
Dqo	Demanda química de oxígeno
Ph	Concentración de iones de hidrógeno.
Q	Caudal.
Qmax	Caudal máximo.
Qp	Caudal de diseño.
m.n.s.m	Metros sobre el nivel del mar.
PTAR	Planta de tratamiento de aguas residuales.
LMP	Limite máximos permisibles.
VMA	Valores máximos admisibles.
ETP	Evapotranspiración potencial.
Kc	Coeficiente de Cultivo.
E Tr	Evapotranspiración real.

RESUMEN

La siguiente investigación “Estudio Comparativo entre Tanque Imhoff y Laguna de Estabilización para Reusó del Agua Residual en Riego” presenta como problema general: ¿Cuál es el mejor sistema que permita el reusó del agua tratada en riego entre el Tanque Imhoff y la Laguna estabilización? el objetivo general es: Determinar qué sistema es el mejor para el reusó de aguas tratadas en riego entre el Tanque Imhoff y la Laguna de Estabilización, para esto tenemos la justificación siguiente: La falta de agua para la población como para la agricultura en los distritos de Sapallanga y Ataura, para esto se pretende contrastar la siguiente hipótesis general: Las lagunas de Estabilización permiten un mejor reusó del agua tratada para riego. La Metodología será el Método Científico, el tipo de investigación será aplicada y tecnológico, el diseño de Investigación será: no experimental / corte trasversal, el ámbito de estudio será: agua residual (Sapallanga – Huancayo), (Ataura – Jauja) población: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Sapallanga y Ataura, el resultado será: M1 muestra en Sapallanga, M2 muestra en Ataura, la técnica de recolección de datos: Observación, Campo y laboratotio, la conclusion es: Las diferencias entre el Tanque Imhoff y la Laguna de Estabilización nos indica que la Laguna de Estabilización es más apta para la reutilización del agua tratada en proyectos de irrigación, ya que los resultados del agua tratada que bota la Laguna de Estabilización están dentro de los parámetros.

Palabra Claves: Aguas Residuales, Reusó en Riego, Tanque Imhoff, Laguna de estabilización

SUMMARY

The following research "Comparative Study between Imhoff Tank and Stabilization Lagoon for Reuse of Residual Water in Irrigation" presents as a general problem: Which is the best system that allows the reuse of water treated in irrigation between the Imhoff Tank and the stabilization lagoon? The general objective is: Determine which system is the best for the reuse of water treated in irrigation between the Imhoff Tank and the Stabilization Lagoon, for this we have the following justification: The lack of water for the population as for agriculture in the districts of Sapallanga and Ataura, for this the following general hypothesis is contrasted: The stabilization lagoons allow a better reuse of treated water for irrigation. The Methodology will be the Scientific Method, the type of research will be applied and technological, the research design will be: not experimental / cross-sectional, the scope of study will be: residual water (Sapallanga - Huancayo), (Ataura - Jauja) population: Plant of Wastewater Treatment in Sapallanga and Ataura, the result will be: M1 sample in Sapallanga, M2 sample in Ataura, the technique of data collection: Observation, Field and laboratory, the conclusion is: The differences between the Imhoff Tank and the Lagoon of Stabilization indicates that the Stabilization Lagoon is more apt for the reuse of water treated in irrigation projects, since the results of the treated water that the Stabilization Lagoon leaks are within the parameters.

Key Words: Wastewater, Reused in Irrigation, Imhoff Tank, Stabilization Lagoon

INTRODUCCION

El trabajo de investigación se realizará con el objetivo de brindarle el tratamiento de aguas residuales más convenientes para el reusó en riego. La reutilización en la agricultura de las aguas residuales tratadas es una opción que se está estudiando y adoptando cada vez más en nuestro país en los lugares donde hay escases de agua. La escasez de agua tiene altos costos económicos, sociales, políticos, etc.

Estos dos tipos de planta de tratamiento se ha escogido por ser los más usados en el Departamento de Junín. La cual se va a ver entre estas dos opciones cual tiene mejor reusó del agua residuales para riego

La aplicación de tratamiento de aguas residuales no excluye las tecnologías existentes o empleadas si no propicia mejorar la articulación de los componentes para crear operaciones y procesos que en conjuntos seas más económicos en la depuración de aguas residuales.

Los beneficios que destaca el aprovechamiento del agua residual, además del aporte adicional a los recursos hidráulicos habituales, ya sea en forma de recursos netos o bien de recursos alternativos que permiten usar aguas de mejor calidad para otros usos más exigentes. También provoca una disminución de la presión ejercida sobre los acuíferos preservando el agua contribuyendo a su recuperación.

El aprovechamiento de las aguas residuales nos permite cuando hay escases de lluvia o cuando la lluvia no es suficiente para satisfacer los cultivos, el riego con dichas aguas se hace necesario y aumenta el costo de las operaciones en la agricultura.

La presente tesis se divide en seis capítulos, cuyo contenido es el siguiente:

Capítulo I: Planteamiento del problema. Se detalla el planteamiento y formulación del problema; los objetivos y la justificación de la investigación.

Capítulo II: Marco teórico. Se exponen los antecedentes del problema, las bases teóricas empleadas, normatividad y la definición de términos básicos.

Capítulo III: Metodología de la investigación. Se expone el enfoque descriptivo – correlacional que tiene la presente investigación que tiene como alcance aspectos para contribuir a la ingeniería civil.

Capítulo IV: Presentación de resultados. Se presenta los resultados de la investigación del proyecto obtenidos en las diversas etapas.

Capítulo VI: Discusión de resultados. Se presentan las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos.

Ricardo Delgado Dávila

Tesista

CAPITULO I

EL PROBLEMA DE INVESTIGACION

1.1. Planteamiento del Problema

Internacion:

Mientras que en muchos lugares el agua limpia y fresca se da por hecho, en otros es un recurso escaso debido a la falta de agua o a la contaminación de sus fuentes. Aproximadamente 1.100 millones de personas, es decir, el 18 por ciento de la población mundial, no tienen acceso a fuentes seguras de agua potable, y más de 2.400 millones de personas carecen de saneamiento adecuado. En los países en desarrollo, más de 2.200 millones de personas, la mayoría de ellos niños, mueren cada año a causa de enfermedades asociadas con la falta de acceso al agua potable.

El sector agrícola es el mayor consumidor de agua con el 65%, no sólo porque la superficie irrigada en el mundo ha tenido que quintuplicarse sino porque no se cuenta con un sistema de riego eficiente, razón principal que provoca que las pérdidas se tornen monumentales. Le siguen el sector industrial que

requiere del 25% y el consumo doméstico, comercial y de otros servicios urbanos municipales que requieren el 10%. Para el año 2015 el uso industrial alcanzará el 34% a costa de reducir al 58% los volúmenes destinados para riego y al 8% los destinados para otros usos. El consumo total de agua se ha triplicado desde 1950 sobrepasando los 4,300 km³/año, cifra que equivale al 30% de la dotación renovable del mundo que se puede considerar como estable.

Nacional:

Aún antes del impacto del Fenómeno El Niño Costero en Perú desde inicios de año, ocho millones de peruanos carecían de los servicios de agua potable y alcantarillado. La cifra de la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (Sunass) grafica el grado de exclusión de personas que vieron pasar una década de crecimiento económico que no resolvió sus necesidades básicas. Durante ese periodo, el Perú tuvo una alta tasa de crecimiento (entre 2002 y 2013 fue de 6,5 %) y una reducción sustantiva de la pobreza (de 54,7 % en 2001 a 22,7 % en 2014). Sin embargo, el 'milagro peruano' no cumplió los deseos de todos.

Una persona necesita mínimo 50 litros de agua al día para beber y asearse, según la Organización Mundial de la Salud (OMS). Pero mientras a algunos en Lima le sobra, a la mayoría le falta. El consumo medio en el distrito de Lurigancho-Chosica era en 2011 de 15,2 litros, en San Isidro se gastaba 447,5 litros.

Local:

El problema al empezar el siglo XXI el aumento de la población en el departamento de Junín hizo que la demanda de agua creciera en un 40% en la región, el uso y consumo del agua creció en un ritmo dos veces o tres veces al de la tasa de crecimiento de la población, la escases de agua es un fenómeno no solo natural si no también causado por la acción del ser humano, que no solo afecta a la población sino que también a la agricultura, sabemos en el departamento de Junín la agricultura es fundamental para la economía en el valle del Mantaro.

Vivimos en estos tiempos en el Departamento de Junín es la contaminación de agua con la presencia o incorporación de sustancias o electos tóxicos que son perjudiciales para el hombre o ecosistema.

El agua residual se puede reutilizar para paralizar la escasez del agua que estamos viviendo, al tiempo que reduce el vertido de sustancias contaminantes al medio ambiente. El agua residual o agua tratada es una fuerte ideología para sustituir recursos de primera utilización en usos que no requieren un grado de calidad tan alto.

Muchas aplicaciones urbanas, comerciales, industriales y por supuesto agrícolas del agua, pueden satisfacerse con calidad mejor e inferior que el agua residual.

En el Departamento de Junín el riego de césped, parques y medianas de la vía pública y agrícolas el agua empleada es el agua potable que puede servir para abastecer a la población.

La realización de agua residual es una práctica que viene desde hace más de 2000 mil años, bien se de modo organizado, espontaneo, directo o indirecto.

En ocasiones el desarrollo de programas de reutilización de aguas residuales choca con las restricciones de la población por temor a riesgos contra la salud o el medio natural donde está situado la población.

Se ha conseguido tratar el agua residual mediante tratamientos físicos, químicos, biológicos, etc. más conocidos como Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) bajas los contaminantes del agua residual para poder aprovechar en agua residual en lo que es riego (agricultura, jardines, parques, etc.).

1.2. Formulación y sistematización del problema

1.2.1. Problema General

¿Cuál son las características para un mejor tratamiento de las aguas residuales entre los sistemas Tanque Imhoff y Laguna de Estabilización para reusó en riego?

1.2.2. Problemas Específicos

¿Cuáles son los niveles de Estándares de Calidad Ambiental en la calidad de agua medida en el afluente del Tanque Imhoff y la Laguna de Estabilización?

¿De qué manera influye los caudales en la variación horaria y mensual de los sistemas Tanque Imhoff y Laguna de Estabilización que favorecerá al reusó del agua para la ampliación de la frontera bajo riego?

1.3. Justificación

1.3.1. Practica o Social

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal el interés de plantear un sistema de tratamiento de aguas residuales para reutilizar en riego y así darle un mejor uso al agua tratada en las Distritos de Sapallanga y Ataura que pertenece a la Provincia de Huancayo y Jauja en el Departamento de Junín.

1.3.2. Científica o Teórica

El método a utilizarse es el: Científico que envuelve la observación de fenómenos naturales, la postulación de hipótesis y su comprobación mediante la experimentación, un método de investigación debe basarse en lo empírico y en la medición, sujeto a los principios de la prueba de razonamiento, el conocimiento que tenemos representa las hipótesis científicas y teorías respaldadas por observaciones y experimentos.

1.3.3. Metodológica

La metodología para la investigación nos sirve para evaluar, analizar y proponer un modo alternativo de escoger un sistema adecuado de

plantas de tratamiento de aguas residuales para el reusó en riego de acuerdo a los parámetros, LMP ECA y hectáreas a regar.

1.4. Delimitaciones

1.4.1. Espacial

El Proyecto de investigación que está basado a la comparación entre un Tanque Imhoff y Lagunas de Estabilización para el reusó del agua residual en riego en los Distritos de Sapallanga y Atura que pertenecen al Departamento de Junín.

1.4.2. Temporal

El proyecto de investigación se demorará un tiempo aproximado de 6 meses, siendo el proyecto: Estudio comparativo entre Tanque Imhoff y Lagunas de Estabilización para reusó del agua residual en riego cumpliendo los Límites máximos Permisibles (LMP) y los Estándares de Calidad del Aguas (ECA).

1.4.3. Económica

Los recursos para la realización del proyecto de investigación estarán limitado al monto establecido en el plan de tesis: s/ 6, 738.00 soles por parte del investigador, durante la etapa de la investigación: Estudio comparativo entre Tanque Imhoff y Lagunas de Estabilización para reusó del agua en riego.

1.5. Limitaciones

Limitaciones del problema, el proyecto de investigación se desarrolló en los Distritos de Sapallanga que limita al norte con los Distritos de Chilca y Huancan al este con Huancavelica al sur con el Distrito de Pucara y al oeste con los Distritos de Huayucachi y Huacrapuquio y Ataura limita por el norte con las Provincias de Yauli y Tarma por el oeste con la Provincia de Satipo por el sur con la Provincia de Concepción y por el oeste con el Departamento de Lima, Sapallanga y Ataura que pertenecen al Departamento de Junín.

1.6. Objetivos

1.6.1. Objetivo General

Caracterizar las bondades del tratamiento de aguas residuales entre los sistemas Tanque Imhoff y Laguna de estabilización para reusó del agua en riego.

1.6.2. Objetivos Especificos

Determinar los niveles de Estándares de Calidad Ambiental en la calidad de agua medida en el afluente del tanque Imhoff y la Laguna de Estabilización.

Determinar la influencia de los caudales en la variación horaria y mensual de los sistemas Tanque Imhoff y Laguna de Estabilización que favorecerá al reusó del agua para la ampliación de la frontera bajo riego.

CAPITULO II

MARCO TEORICO

2.1. Marco Teórico

2.1.1. Antecedentes

Internacionales:

- Alaya y Villar (2011) en la investigación titulada “Diseño de Plantas de tratamiento de Aguas Residuales para el Municipio de Malaga” para obtener el grado de: Ingeniero Químico planteando siendo se objetivo: Aprovechamiento de las Aguas Residuales para el municipio de Malaga, siendo la metodología aplicada para la tesis: la Descriptiva ya que describe los hechos como se observa y sus conclusiones son: El lugar escogido para para la planta de tratamiento fue adecuado, ya que se encuentra a una distancia prudente de la población y, lo cual evitara molestias a los pobladores.

Nacionales:

- Mendez (2010) en la investigación titulada “Propuesta de un modelo socio económico de decisión de uso de aguas residuales tratadas en sustentación de agua limpia para áreas verdes” para obtener el título de Maestro en proyectos de inversión en la Universidad “Universidad nacional de ingeniería” siendo el objetivo: Proponer un modelo socio económico de decisión sobre el uso de las aguas residuales domesticas tratadas con fines productivos y de servicio, siendo la metodología aplicada para la tesis: la descriptiva ya que describe los hechos tal como se observa y su conclusión: La salud humana se ve seriamente amenazada por la contaminación atmosférica, contaminación del agua, por la presencia de sustancias químicas y toxicas así como por el deterioro de los recursos naturales y medio ambiente, cobrando vital importancia la implementación de plantas de tratamiento de aguas residuales. A ello debe añadirse la utilización poco racional del recurso hídrico, pues los diversos sectores económicos no son eficientes en su uso.

- Caballero (2015) en la investigación titulada “Simulación de una planta de tratamiento de aguas residuales y su análisis técnico – económico – ambiental en la ciudad de Iquitos mediante el uso de Súper pro Designer

V6 – 2015” para obtener el título de Ingeniero Químico en la Universidad “Universidad Nacional de la Amazonia Peruana” siendo el objetivo: Simular una planta de tratamiento de aguas residuales en la ciudad de Iquitos y su análisis técnico – económico – ambiental mediante el uso del Super pro Designer V6, 2014 para mayor comprensión de estudios de un PTAR, siendo la metodología aplicada para la tesis: la descriptiva ya que describe los hechos tal como se observa y su conclusión: Se ha determinado que dentro de los parámetros del análisis ambiental como son: residuos sólidos, residuos gaseosos (emisiones), los más significativos cuantitativamente, son la biomasa no inocua un 28.23% y el dióxido de carbono con un 68.98% productos de la digestión aeróbica.

- Lopez y Herra (2015) en la investigación titulada “Planta de tratamiento de Aguas Residuales para reusó en Riego de Parques y Jardines en el distrito de la Esperanza, Provincia de Trujillo la Libertad” para tener el título de “Ingeniero Civil” en la Universidad “UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO” siendo el objetivo: Diseñar la Planta de tratamiento de aguas residuales para reúso en riego de parques y jardines en el Distrito de La Esperanza, Provincia Trujillo, La Libertad siendo la metodología aplicada para la tesis: la descriptiva ya que describe los hechos tal como se observa y sus conclusiones: El Distrito de esperanza cuenta con 23.43 hectáreas destinadas a la habilitación

de áreas verdes, entre las que se encuentran parques, plazuelas, bermas centrales, laterales, vivero Municipal, entre otros. y emplea semanal un volumen de 96,000 galones de agua potable para regar las plantas existentes en los parques y jardines. Se propone dos sistemas de tratamiento de aguas residuales municipales para reusó en riego de parque y jardines en el Distrito la Esperanza, alternativa 1: mediante lagunas facultativas y alternativa 2: mediante planta de tratamiento mediante lodos activados.

- Espinosa R (2010) en la investigación titulada “Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en San Juan de Miraflores” para obtener el grado de: Master en Gestión y Auditorías Ambientales titulado en: UNIVERSIDAD DE PIURA, siendo su objetivo: Diseñar un sistema de tratamiento de aguas residuales, que reemplace a la laguna de estabilización existente, utilizando el área disponible actual, para su posterior reusó en el Distrito de Villa el Salvador, permitiendo reducir la contaminación por desagües del Océano Pacífico en la bahía de Miraflores y mejorar la salud de la población siendo la metodología aplicada para la tesis: la descriptiva ya que describe los hechos tal como se observa y sus conclusiones: Efectuar un mantenimiento, limpieza y lubricación de los aereadores de forma continua y programada. La adopción de esta medida permitirá efectuar el tratamiento de las aguas

residuales, conservar los equipos y por ende garantizar la inversión garantizada en la adquisición de los mismos, una planta de las características y magnitud de las instalaciones de San Juan, requiere de un profesional en la ingeniería sanitaria de forma permanente y continua.

Locales:

- Ayuque L. Delfin (2013) en la investigación titulada “Aprovechamiento de las Aguas Residuales para riego en el Distrito de la Cuenca – Huancavelica “para obtener el grado de: Ingeniero Civil en: UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES, siendo la metodología aplicada para la tesis: la descriptiva ya que describe los hechos tal como se observa siendo su objetivo: Aprovechar las aguas residuales en el Distrito de Cuenca Provincia de Huancavelica y sus conclusiones: El sistema de tratamiento de aguas residuales seleccionado para el distrito de Cuenca fue por su manipulación simple y no que no ocupa gran extensión de terreno donde se incluyeron un tratamiento primario, secundario se constituyeron en una cámara de rejas, Tanque Imhoff, lecho de secado, filtro biológico los mismos que obtuvieron un 45.4% y 25.5% de eficiencia de en la remoción de DBO, DQO respectivamente y 67% de aumento OD.

2.2.1. Marco Conceptual

Descripción General del Área de Estudio

Ubicación:

Departamento de Junín:

Junín es uno de los veinticuatro departamentos que, junto con la Provincia del Callao, forman la república de Perú. Su capital y ciudad más poblada es Huancayo. Está ubicado en el centro-oeste del país, en la región andina, limitando al norte con Pasco, al noreste con Ucayali, al sur este con Cuzco, al sur con Ayacucho y Huancavelica, y al Oeste con Lima. Con 44 197 km² es el octavo departamento más extenso, por detrás de Loreto, Ucayali, Madre de Dios, Cuzco, Puno, Arequipa y San Martín. Se fundó el 12 de febrero de 1821.

Abarca territorios de la vertiente oriental de la cordillera de los Andes en diversas altitudes, incluyendo valles y punas de la sierra y la zona cubierta por la Amazonia. Limita con los departamentos de Pasco, Ucayali, Cuzco, Ayacucho, Huancavelica y Lima. Hasta 1825 se llamó Departamento de Tarma.

Geografía de Junín:

Su clima (valles y quebradas a menos de 3.500 msnm) es templado y seco con marcadas diferencias de temperatura entre el día, en que sube hasta 25 °C, y la noche, cuando baja hasta 5 °C, siendo la época de lluvias entre noviembre y abril. En la sierra alta (altiplanos y la

cordillera a más de 3.600 msnm) el clima es frío y seco con temperaturas que descienden a menos de 0 °C. La zona de selva, provincias de Chanchamayo y Satipo, tiene clima tropical, cálido y húmedo con lluvias intensas de noviembre a marzo y temperaturas que superan los 25 °C.

Longitud oeste: entre meridianos 75° 1´ 8" y 76° 31´ 8".

Clima: es el departamento dotado de todos los climas y riquezas, aunque en la sierra baja (pisos ecológicos de Yungas y Quechua), su clima es templado y en la sierra alta (pisos ecológicos de Suni, Punas y Cordilleras), su clima es frío. En Tarma y el Valle del Mantaro, la época lluviosa va de octubre a abril. La zona de selva, Satipo, San Ramón y La Merced, tiene clima tropical con lluvias intensas de noviembre a marzo.

Lagos más importantes: Lago Chinchaycocha o de Junín, Laguna de Paca.

Ríos más importantes: Mantaro, Ene, Tambo, Chanchamayo y Satipo.

Ubigeo	Provincia	Capital	Distritos	Superficie km ²	Población 2016	Altitud msnm
1201	Huancayo	Huancayo	28	3 561.30	507 075	3 245
1202	Concepción	Concepción	15	3 075.34	56 258	3 286
1203	Chanchamayo	La Merced	6	4 725.48	206 540	775
1204	Jauja	Jauja	34	3 749.10	83 141	3 389
1205	Junín	Junín	4	2 487.31	25 184	4 113
1206	Satipo	Satipo	9	19 219.48	279 718	628
1207	Tarma	Tarma	9	2 749.16	107 799	3 059
1208	Yauli	La Oroya	10	3 617.35	41 381	3 725
1209	Chupaca	Chupaca	9	1 144.28	53 286	3 281

Figura N°1: Provincias de Junín

Economía de Junín:

Los suelos agrícolas del valle del Mantaro son sumamente productivos (papa, maíz, habas). En ellos se cría ganado vacuno y lana y al mismo tiempo, se desarrolla una serie de industrias locales de tejidos, derivados lácteos y artesanía. En el valle de Chanchamayo se produce café, frutales y maderas de excelente calidad. En La Merced se cultiva uña de gato de importancia médica a nivel mundial. Además, se cosechan muy buenos cítricos, paltas y muchos otros frutales. Por otro lado, en La Oroya está la fundición de minerales más grande del Perú. La región cuenta con las centrales hidroeléctricas del Mantaro y Malpaso, ambas utilizando las aguas del río Mantaro.

Agricultura de Junin:

Dentro de las actividades agrícolas se encuentra la producción de maíz, habas, mashua, arverjas, choclo, oca, olluco, papa, quinua, soya, trigo, yuca, plátano, cebolla, cebada, maca, etc.

Ubicación del Proyecto de Investigación:

Sapallanga:

El distrito de Sapallanga es uno de los más importantes distritos de los 28 que conforman la Provincia de Huancayo, ubicada en el Departamento de Junín, bajo la administración del Gobierno Regional de Junín, en el Perú. Limita al norte con los distritos de Chilcay Huancán, al este Huancavelica y al sur con el distrito de Pucará y al oeste con los distritos de Huayucachi y Huacrapuquio.

Geografía de Sapallanga:

El territorio de este distrito tiene un altitud de 3 295 metros sobre el nivel del mar. Este distrito se encuentra atravesado por el río Chanchas, río Chaclas, río Quillis, etc.

Población de Sapallanga:

Con una población de 18 000 habitantes.

Clima de Sapallanga:

Su clima es templado, seco con días de intenso calor envuelto con un cielo azul, y contrariamente con noches frías entre los meses de abril a septiembre.

Actividades Agrícolas de Sapallanga:

Con vientos en el mes de agosto, y la época de lluvias es de octubre a marzo, lo cual se aprovecha para la agricultura con sembríos de maíz, papas, quinua, tarwi, frijoles, arvejas, habas, linaza, y en las zonas altas ocas, mashua, ollucos, cebada, trigo, así como una variedad de hortalizas, entre otros.



Figura N°2 Mapa del Perú

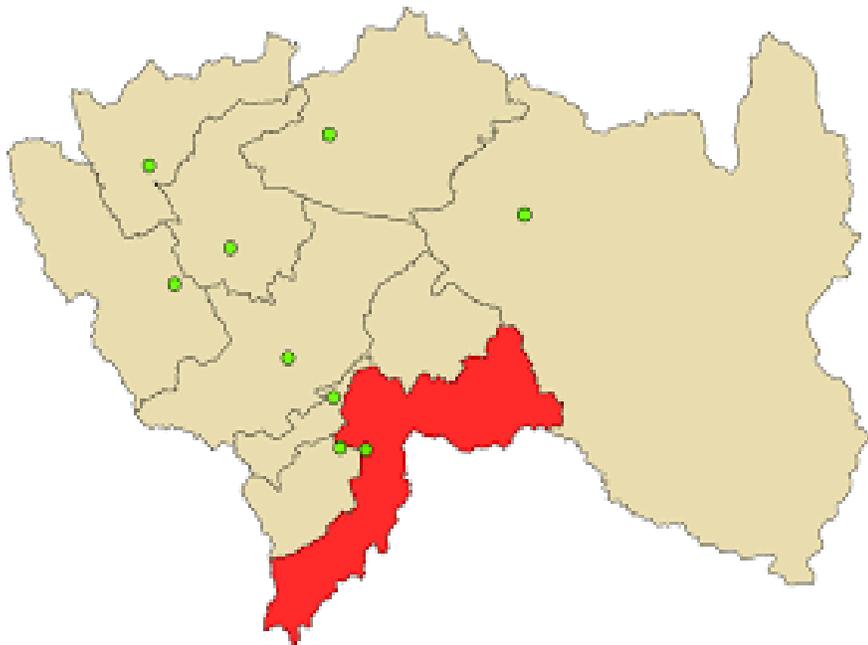


Figura N°3 Mapa de Junín



Figura N°4 Ubicación de Sapallanga



Figura N°5 Ubicación del Tanque Imhoff

Ataura:

El Distrito de Ataura es uno de los treinta y cuatro distritos de la Provincia de Jauja, ubicada en el Departamento de Junín, bajo la administración del Gobierno Regional de Junín, Perú.

Dentro de la división eclesiástica de la Iglesia Católica del Perú, pertenece a la Vicaría IV de la Arquidiócesis de Huancayo.

Geografía de Ataura:

La superficie del distrito de Ataura es 5,9 km². El distrito de Ataura se encuentra a 3 344 msnm.

Población de Ataura:

Con una población de 3 500 habitantes.

Clima de Ataura:

Mes	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sep.	Oct.	Nov.	Dic.	Anual
Temp. máx. media (°C)	17.5	16.9	17	17.8	18.3	18.5	18.3	18.8	18.6	18.8	19.1	18.2	18.2
Temp. media (°C)	11.4	11.2	11.1	10.9	10.7	9.8	9.5	10.3	11	11.7	11.9	11.4	10.9
Temp. mín. media (°C)	5.3	5.6	5.2	4.1	3.1	1.1	0.8	1.8	3.5	4.7	4.7	4.6	3.7

Figura N°6 Temperatura de los meses en Junín

Actividad Agrícola en Ataura:

La mayoría de la población de jauja se dedican a la agricultura sembríos como la papa, zanahoria, alfalfa, lechuga, etc. La mayoría de la población de jauja se dedican al agricultura sembríos como la papa, zanahoria, alfalfa, lechuga,etc.



Figura N°7 Mapa del Perú

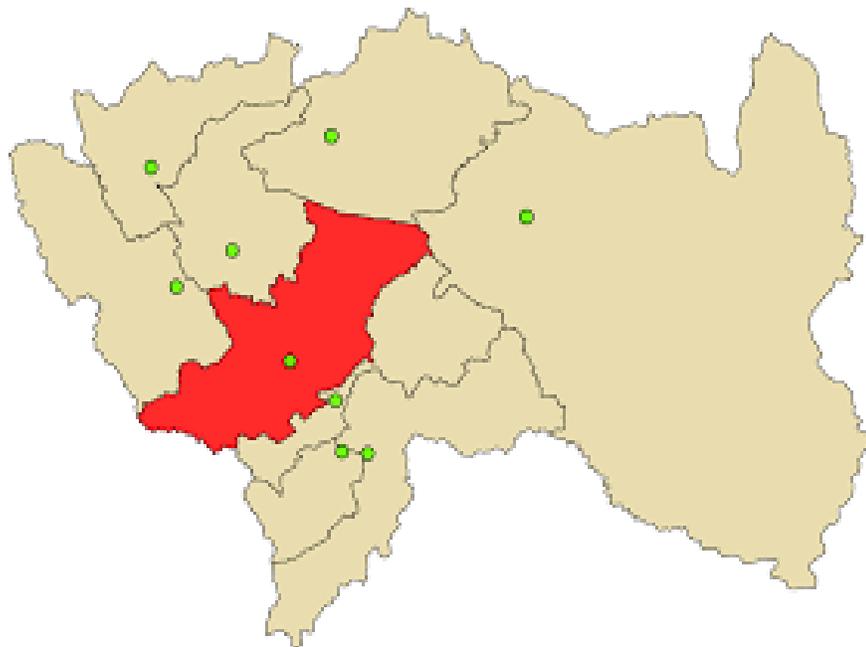


Figura N°8 Mapa de Junín



Figura N°9 Ubicación de Ataura



Figura N°10 Ubicación de la Laguna de Estabilización

Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales

El tratamiento de aguas residuales consiste en una serie de procesos físicos, químicos y biológicos que tienen como fin eliminar los contaminantes presentes en el agua efluente del uso humano.

La solución más extendida para el control de la polución por aguas residuales, es tratarlas en plantas donde se hace la mayor parte del proceso de separación de los contaminantes, dejando una pequeña parte que completará la naturaleza en el cuerpo receptor. Para ello, el nivel de tratamiento requerido está en función de la capacidad de auto purificación natural del cuerpo receptor. A la vez, la capacidad de auto purificación natural es función, principalmente, del caudal del cuerpo receptor, de su contenido en oxígeno, y de su "habilidad" para reoxigenarse. Por lo tanto, el objetivo del tratamiento de las aguas residuales es producir efluente reutilizable en el ambiente y un residuo sólido o fango (también llamado biosólido o lodo) convenientes para su disposición o reutilización.

Las aguas residuales se generan en residencias, instituciones y locales comerciales e industriales. Estas pueden tratarse en el sitio donde se generan (por ejemplo, fosas sépticas u otros medios de depuración) o bien pueden ser recogidas y llevadas mediante una red de tuberías –y eventualmente bombas– a una planta de tratamiento municipal. Los esfuerzos para recoger y tratar las aguas residuales

domésticas de la descarga habitualmente están sujetos a regulaciones y normas locales, estatales y federales (regulaciones y controles). A menudo ciertos contaminantes de origen industrial presentes en las aguas residuales requieren procesos de tratamiento especializado.

PARAMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA
		VERTIDOS A CUEPOS DE AGUA
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes	NMP/100	10,000
Termotolerantes	mL	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5 – 8.5
Solidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	° C	<35

TABLA N°1 Limite Maximo Permisible

PARAMETRO	UNIDAD	EXPRESION	VMA PARA DESCARGARAL SISTEMA DE ALCANTARILLADO	
Demanda				
Bioquímica	de	mg/l	DBO5	500
Oxigeno				
Demanda Química		mg/l	DQO	1000
De Oxigeno				
Solidos				
Suspendidos		mg/l	S.S.T.	500
Totales				
Aceites y Grasas		mg/l	AyG	100

TABLA N°2 Valores Máximos Admisibles

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(µS/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5
Fenoles	mg/L	0,002		0,01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO ₃ -N) + Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	100		100
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	10		10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5		6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L	1 000		1 000
Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	5		5

Figura N°11 Estándares de Calidad Ambiental

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Arsénico	mg/L	0,1		0,2
Bario	mg/L	0,7		**
Berilio	mg/L	0,1		0,1
Boro	mg/L	1		5
Cadmio	mg/L	0,01		0,05
Cobre	mg/L	0,2		0,5
Cobalto	mg/L	0,05		1
Cromo Total	mg/L	0,1		1
Hierro	mg/L	5		**
Litio	mg/L	2,5		2,5
Magnesio	mg/L	**		250
Manganeso	mg/L	0,2		0,2
Mercurio	mg/L	0,001		0,01
Niquel	mg/L	0,2		1
Plomo	mg/L	0,05		0,05
Selenio	mg/L	0,02		0,05
Zinc	mg/L	2		24
ORGÁNICO				
Bifenilos Policlorados				
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,04		0,045
PLAGUICIDAS				
Paratión	µg/L	35		35

Figura N°12 Estándares de Calidad Ambiental

<u>Organoclorados</u>				
Aldrin	µg/L	0,004	0,7	
Clordano	µg/L	0,006	7	
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	µg/L	0,001	30	
Dieldrin	µg/L	0,5	0,5	
Endosulfán	µg/L	0,01	0,01	
Endrin	µg/L	0,004	0,2	
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01	0,03	
Lindano	µg/L	4	4	
<u>Carbamato</u>				
Aldicarb	µg/L	1	11	
<u>MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO</u>				
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
Escherichia coli	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helmintos	Huevo/L	1	1	**

Figura N°13 Estándares de Calidad Ambiental

Tanque Imhoff:

El tanque Imhoff es un tipo de tanque de doble función -recepción y procesamiento- para aguas residuales. Pueden verse tanques Imhoff en muchas formas, rectangulares y hasta circulares, pero siempre disponen de una cámara o cámaras superiores por las que pasan las aguas negras en su período de sedimentación, además de otra cámara inferior donde la materia recibida por gravedad permanece en condiciones tranquilas para su digestión anaeróbica. De la forma del tanque se obtienen varias ventajas:

- los sólidos sedimentables alcanzan la cámara inferior en menor tiempo;
- la forma de la ranura y de las paredes inclinadas que tiene la cámara acanalada de sedimentación, fuerza a los gases de la digestión a tomar un camino hacia arriba que no perturba la acción sedimentadora.

Es así denominado en honor del ingeniero alemán especializado en aguas Karl Imhoff (1876 – 1965). Alrededor de 1925, la digestión separada con calefacción ya había demostrado ser conveniente y económica, y en la actualidad ésta se emplea en todas las grandes plantas junto con tanques de sedimentación, con remoción continua de los lodos para la digestión. A pesar de esto, los tanques Imhoff todavía tienen su propio lugar en el tratamiento primario de las aguas negras, especialmente debido a su simplicidad de operación. En algunas situaciones locales, sólo esta ventaja puede pesar más que cualquier otra.

Funcionamiento:

El agua que llega por el alcantarillado entra en la cámara a (ver diagrama adjunto) los sólidos van descendiendo lentamente y llegan al espacio f. En el espacio f se producen reacciones anaerobias, es decir sin la intervención del oxígeno. Los fangos se depositan en la

parte baja del espacio f donde permanecen unos treinta días, más o menos, o hasta que sean bien digeridos y son retirados periódicamente por medio del tubo inclinado b-c y llevados a las piletas de secado de lodos. El agua sale a través de las salidas d y pasan al siguiente del tratamiento.

Los gases provenientes de la digestión suben por unas ventosas de gas, debido a que las paredes solapadas impiden su paso a través de las cámaras de sedimentación.

Como todo dispositivo para un tratamiento primario, el tanque Imhoff puede ser una parte de una planta para el tratamiento completo, y en tal caso su comportamiento de digestión debe tener una capacidad tanto para los lodos secundarios como para los que recibirá de la sobrepuesta cámara de sedimentación.

El tanque Imhoff típico es de forma rectangular, aunque se pueden construir de forma circular y se divide en tres compartimientos:

Cámara de sedimentación. Cámara de digestión de lodos. Área de ventilación y acumulación de natas.

Procedimiento de la Operación

Al entrar en funcionamiento, un tanque Imhoff debe cebarse para poner en marcha el proceso de digestión. Esto se hace utilizando lodos digeridos de otro tanque, o a falta de éstos, materia nutritiva, tal como

unas cuantas paladas de abono o estiércol. Puede desarrollarse una espuma o nata excesiva, como resultado de condiciones ácidas, teniéndose que usar medios correctores, como adiciones de cal en poca cantidad, a fin de ajustar así el pH hasta el punto neutro. En su funcionamiento normal, un tanque Imhoff debe ser vigilado diariamente, aunque para hacerlo no exija mucho trabajo en su manejo ni muchas herramientas. Al subir los gases para salir por las ventilas, llevan algunos sólidos a la superficie, y pueden formar espuma o nata gruesa flotante. Los gases pueden levantar las masas sobrenadantes aun hasta rebosar las paredes, estorbando así el paso normal de ellos, haciendo que pasen hacia arriba a través de la ranura de las cámaras de sedimentación, se vuelven sépticos, a menos que sean removidos. Sin embargo, pueden prevenirse la mayoría de las dificultades o mal funcionamiento del tanque por medios sencillos. La espuma o nata se dispersa u obliga a bajar por medio de chorros de agua con manguera, y los sólidos de la cámara de sedimentación se obligan a bajar utilizando una cadena pesada, suelta, de rastreo. Hay que conocer el nivel de los lodos de cuando en cuando, para lo cual se usa un palo y placa o una bomba de mano con manguera, para mantener este nivel bajo control, sacando mensualmente los lodos digeridos, o cuando se requiera, para obtener buen resultado. Los lodos se descargan sobre lechos de arena para secarlos.

En igualdad de las demás condiciones, la misma profundidad y complejidad de un tanque Imhoff pueden jugar a veces en contra de su elección. Es obvio que la mayoría de los emplazamientos para las estaciones depuradoras han de estar en tierras bajas, o sea, cerca de un río o lago, que sería el cuerpo receptor para los efluentes. Por eso, deben tenerse presentes los problemas de diseño y de construcción que se plantean debidos a las presiones desequilibradas de las aguas freáticas, del encofrado y muchos otros factores.

Definiciones:

Afluente: Liquido que llega a una unidad o lugar determinado, por ejemplo, el agua que llega a una laguna de estabilización.

Aguas servidas: Todas las aguas de alcantarilla, ya sean de origen domésticos (aguas de las casas habitaciones, edificaciones, comerciales, etc) o industriales una vez que han sido utilizadas por el hombre.

Cámara de digestión: Unidad de los tanques Imhoff, donde se almacenan y digieren los lodos.

Cámara de sedimentación: Unidad del tanque Imhoff, donde se remueven gran parte de los sólidos sedimentarios.

Caudal: Volumen de agua que pasa por un punto dado por unidad de tiempo. Se expresa normalmente en l/seg o m³/seg.

(D.B.O): Cantidad de oxígeno utilizado en la oxidación bioquímica de la sustancia orgánica, en un tiempo y a una temperatura especificada. Depende enteramente de la disponibilidad de materia utilizable como alimento biológico y de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos durante la oxidación.

Deshidratación de lodos: Proceso de remoción del agua contenida en los lodos.

Eficiencia: Relación entre la capacidad real y la teórica total de una unidad o equipo. Usualmente se expresa en %.

Efluente: Líquido que sale de una unidad o lugar determinado, por ejemplo, agua que sale de una laguna de estabilización.

Infiltración: Efecto de penetración o infiltración del agua en el suelo.

Lecho de lodo: Lugar donde se deshidratan los lodos estabilizados provenientes del tanque imhoff.

Lodos: Sólidos que se encuentran en el fondo del tanque imhoff y que son evacuados a un lecho de secado.

Nata: Sustancia espesa que se forma sobre el agua almacenada en el tanque imhoff compuesto por residuos grasos y otro tipo de desechos orgánicos e inorgánicos flotantes.

pH :

Sólidos sedimentable: Partícula presente en el agua residual, que tiene la propiedad de precipitar fácilmente.

Consideraciones a tener en cuenta:

El ingeniero responsable del proyecto, deberá tener en claro las ventajas y desventajas que tiene al emplear el tanque imhoff para el tratamiento de las aguas residuales domésticas de una población.

Ventajas:

-Contribuye a la digestión de lodo, mejor que en un tanque séptico, produciendo un líquido residual de mejores características.

-No descargan lodo en el líquido efluente, salvo en casos excepcionales.

-El lodo se seca y se evacúa con más facilidad que el procedente de los tanques sépticos, esto se debe a que contiene de 90 a 95% de humedad

-Las aguas servidas que se introducen en los tanques imhoff, no necesitan tratamiento preliminar, salvo el paso por una criba gruesa y la separación de las arenillas.

-El tiempo de retención de estas unidades es menor en comparación con las lagunas.

-Tiene un bajo costo de construcción y operación.

-Para su construcción se necesita poco terreno en comparación con las lagunas de estabilización.

-Son adecuados para ciudades pequeñas y para comunidades donde no se necesite una atención constante y cuidadosa, y el efluente

satisfaga ciertos requisitos para evitar la contaminación de las corrientes.

Desventajas

-Son estructuras profundas (>6m).

-Es difícil su construcción en arena fluida o en roca y deben tomarse precauciones cuando el nivel freático sea alto, para evitar que el tanque pueda flotar o ser desplazado cuando esté vacío.

-El efluente que sale del tanque es de mala calidad orgánica y microbiológica.

-En ocasiones puede causar malos olores, aun cuando su funcionamiento sea correcto.

Conocidas las ventajas y desventajas del tanque imhoff, quedará a criterio del ingeniero encargado del proyecto si es conveniente emplear esta unidad, en la localidad donde se desea tratar las aguas residuales de uso doméstico.

Cabe resaltar que esta alternativa resulta adecuada en caso no se cuente con grandes áreas de terreno para poder construir un sistema de tratamiento de aguas residuales domésticas, como es el caso de las lagunas de estabilización, además de que el tanque imhoff deberá está instalado alejado de la población, debido a que produce malos olores.

El tanque imhoff elimina del 40 al 50% de sólidos suspendidos y reduce la DBO de 25 a 35%. Los lodos acumulados en el digestor del tanque imhoff se extraen periódicamente y se conducen a lechos de secados.

Debido a esta baja remoción de la DBO y coliformes, lo que se recomendaría es enviar el efluente hacia una laguna facultativa para que haya una buena remoción de microorganismos en el efluente.

A continuación, se presenta la metodología a seguir para el diseño del tanque imhoff por cada componente de éste, incluido el lecho de secado:

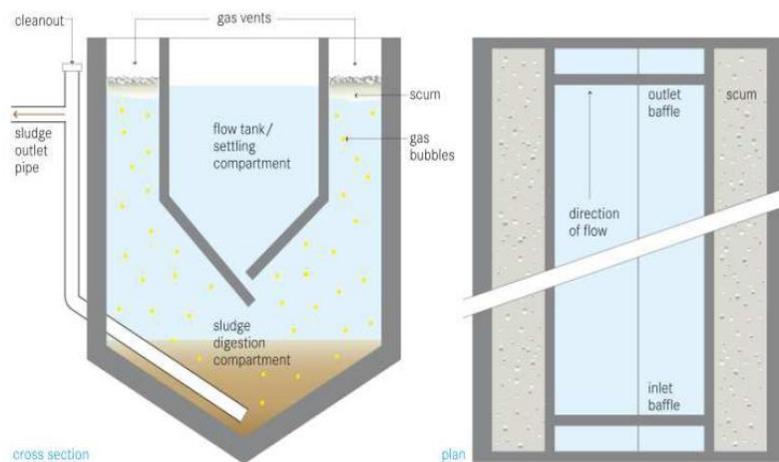


Figura N°14 Planta y corte del Tanque Imhoff

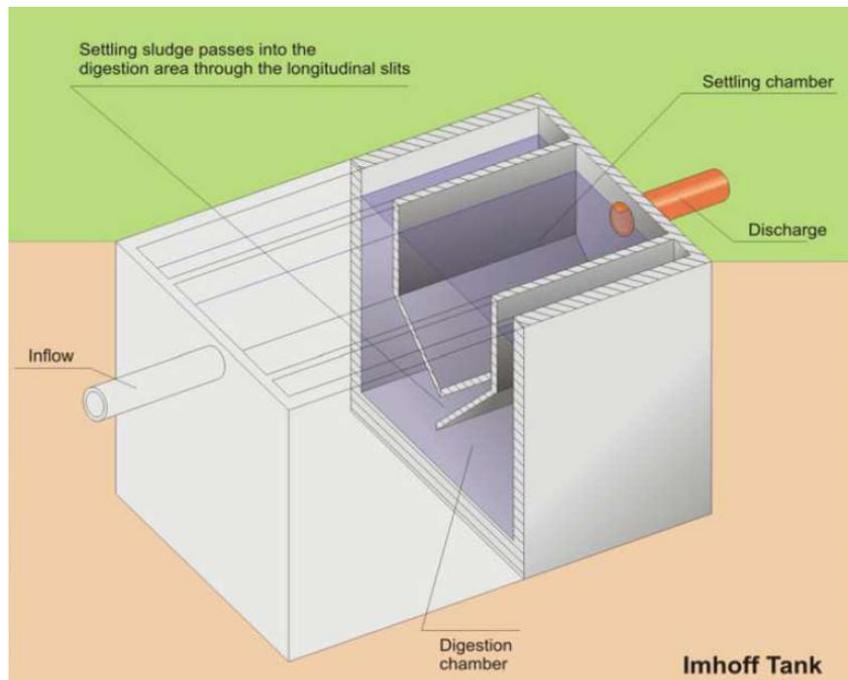


Figura N°15 Otra vista del Tanque Imhoff

Operación y control del tanque imhoff

Arranque

Antes de poner en funcionamiento el tanque Imhoff, deberá ser llenado con agua limpia y si fuera posible, el tanque de digestión inoculado con lodo proveniente de otra instalación similar para acelerar el desarrollo de los microorganismos anaeróbicos encargados de la mineralización de la materia orgánica. Es aconsejable que la puesta en funcionamiento se realice en los meses de mayor temperatura para facilitar el desarrollo de los microorganismos en general.

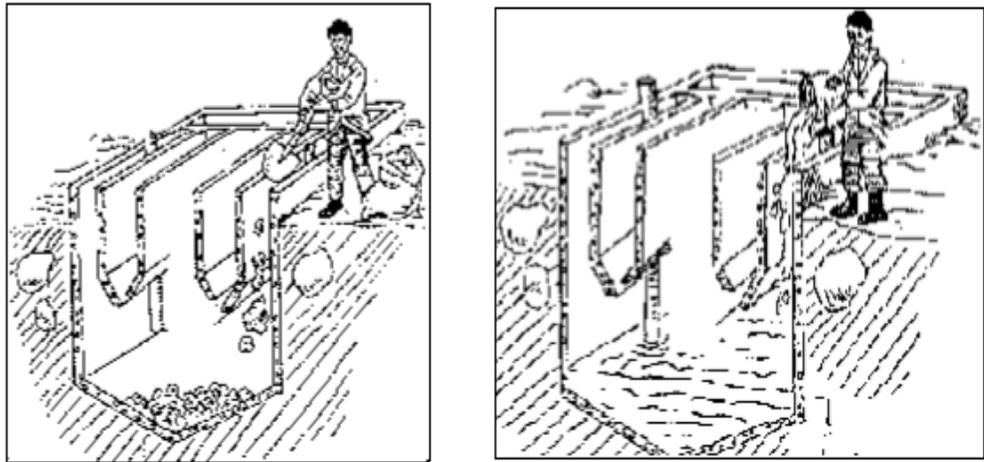


Figura N°16 Llenado de lodo y agua limpia

Operación

a. Zona de sedimentación:

En el caso que el tanque Imhoff disponga de más de un sedimentador, el caudal de ingreso debe dividirse en partes iguales a cada una de ellas. El ajuste en el reparto de los caudales se realiza por medio de la nivelación del fondo del canal, de los vertederos de distribución o mediante el ajuste de la posición de las pantallas del repartidor de caudal.

La determinación del período de retención de cada uno de los tanques de sedimentación se efectúa midiendo el tiempo que demora en desplazarse, desde el ingreso hasta la salida, un objeto flotante o una mancha de un determinado colorante como la fluoresceína.

Durante la operación del tanque Imhoff, la mayor proporción de los sólidos sedimentables del agua residual cruda se asientan a la altura de la estructura de ingreso, produciendo el mal funcionamiento de la planta de tratamiento. En el caso de tanques Imhoff compuesto por dos compartimientos, la homogenización de la altura de lodos se realiza por medio de la inversión en el sentido del flujo de entrada, la misma que debe realizarse cada semana mediante la manipulación de los dispositivos de cambio de dirección del flujo afluente.

b. Zona de ventilación

Cuando la digestión de los lodos se realiza en forma normal, es muy pequeña la atención que se presta a la ventilación. Si la nata permanece húmeda, ella continuará digiriéndose en la zona de ventilación y progresivamente irá sedimentándose dentro del compartimiento de digestión.

Se permite la presencia de pequeñas cantidades de material flotante en las zonas de ventilación. Un exceso de material flotante en estas zonas de ventilación puede producir olores ofensivos y a la vez cubrir su superficie con una pequeña capa de espuma lo que impide el escape de los gases.

Para mantener estas condiciones bajo control, la capa de espuma debe ser rota o quebrada periódicamente y antes de que seque. La

rotura de la capa se puede ejecutar con chorros de agua proveniente de la zona de sedimentación o manualmente quebrando y sumergiendo la capa con ayuda de trinchas, palas o cualquier otro medio.

Esta nata o espuma puede ser descargada a los lechos de secado o en su defecto enterrado o ser dispuesto al relleno sanitario. Los residuos conformados por grasas y aceites deberán ser incinerados o dispuestos por enterramiento o en el relleno sanitario.

c. Zona de digestión de lodos

La puesta en marcha del tanque Imhoff o después que ha sido limpiado, debe ejecutarse en la primavera o cercana a la época de verano. Muchos meses de operación a una temperatura cálidas es requerida para el desarrollo de las condiciones óptimas de digestión.

Drenaje de lodos

Es deseable mantener el lodo el mayor tiempo posible en zona de digestión a fin de lograr una buena mineralización. Al efecto el nivel de lodo debe ser mantenido entre 0,5 y un metro por debajo de la ranura del sedimentador y en especial de su deflector

Es aconsejable que durante los meses de verano se drene la mayor cantidad posible de lodos para proveer capacidad de

almacenamiento y mineralización de los lodos en época de invierno.

Por ningún motivo debe drenarse la totalidad de lodos, siendo razonable descargar no más de 15% de volumen total o la cantidad que puede ser aceptado por un lecho de secado.

El drenaje de lodo debe ejecutarse lentamente para prevenir alteración en la capa de lodo fresco.

Limpieza:

a. Zona de sedimentación:

Toda la superficie de agua del sedimentador debe estar libre de la presencia de sólidos flotantes, espumas, grasas y materiales asociados a las aguas residuales, así como de material adherido a las paredes de concreto y superficies metálicas con el cual los sólidos están en contacto.

El material flotante tiende a acumularse rápidamente sobre la superficie del reactor y debe ser removido con el propósito de no afectar la calidad de los efluentes, por lo que ésta actividad debe recibir una atención diaria retirando todo el material existente en la superficie de agua del sedimentador.

La recolección del material flotante se efectúa con un desnatador.

La versión común de esta herramienta consiste de una paleta

cuadrada de 0,45 x 0,45 m construida con malla de ¼" de abertura y acoplada a un listón de madera.

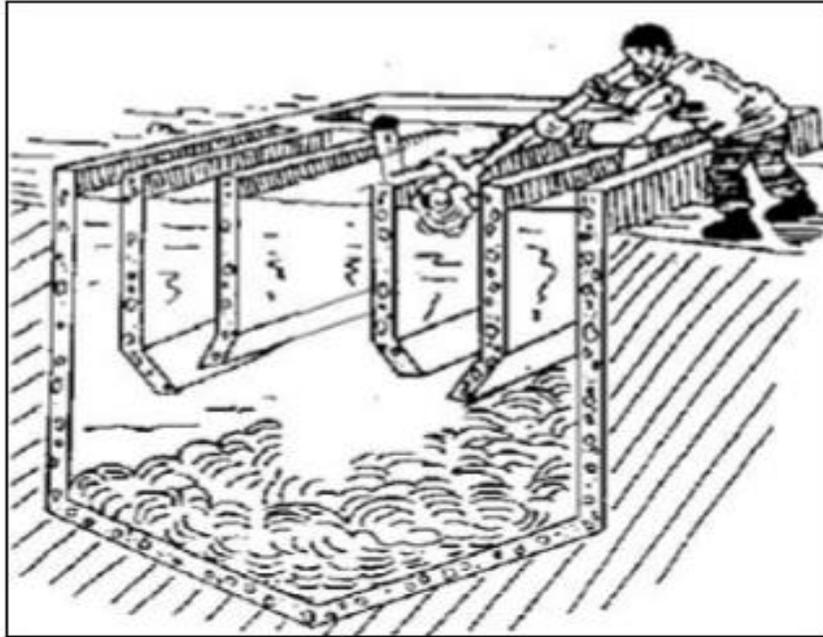


Figura N°17 Limpieza de la superficie

Las estructuras de ingreso y salida deberán limpiarse periódicamente, así mismo los canales de alimentación de agua residual deben limpiarse una vez concluida la maniobra de cambio de alimentación con el propósito de impedir la proliferación de insectos o la emanación de malos olores. Semanalmente o cuando las circunstancias así lo requieran, los sólidos depositados en las paredes del sedimentador deben ser retirados mediante el empleo de raspadores con base de jebe y la limpieza de las paredes

inclinadas del sedimentador debe efectuarse con un limpiador de cadena.

La grasa y sólidos acumulados en las paredes a la altura de la línea de agua deben ser removidos con un raspador metálico.

La experiencia del operador le indicará que otras actividades deben ser ejecutadas

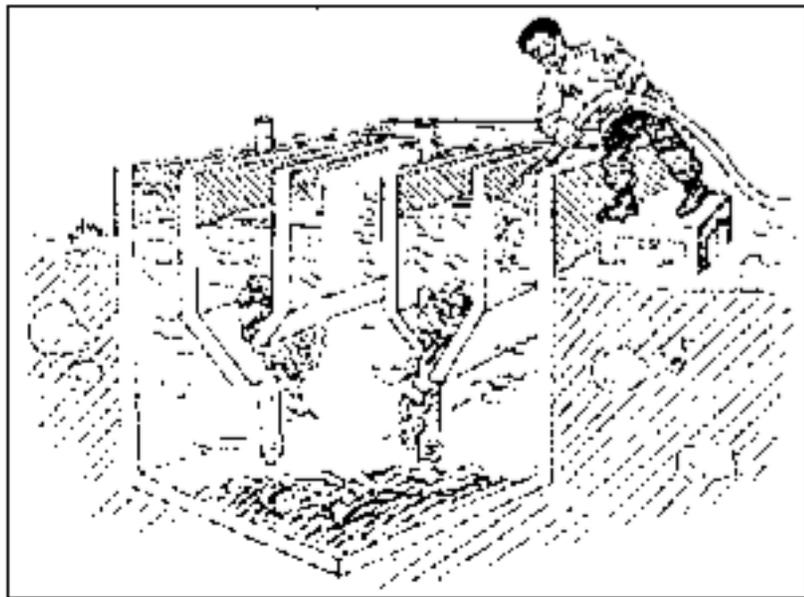


Figura N°18 Limpieza del ingreso, salida y paredes

b. Zona de ventilación:

La zona de ventilación de la cámara de digestión, debe encontrarse libre de natas o de sólidos flotantes, que hayan sido acarreados a la superficie por burbujas de gas. Para hundirlas de nuevo, es conveniente el riego con agua a presión, si no se logra esto, es mejor retirarlas, y enterrarlas inmediatamente. La experiencia indica la

frecuencia de limpieza, pero cuando menos, debe realizarse mensualmente.

Generalmente se ayuda a corregir la presencia de espuma, usando cal hidratada, la cual se agrega por las áreas de ventilación.

Conviene agregar una suspensión de cal a razón aproximada de 5 Kg. por cada 1000 habitantes.

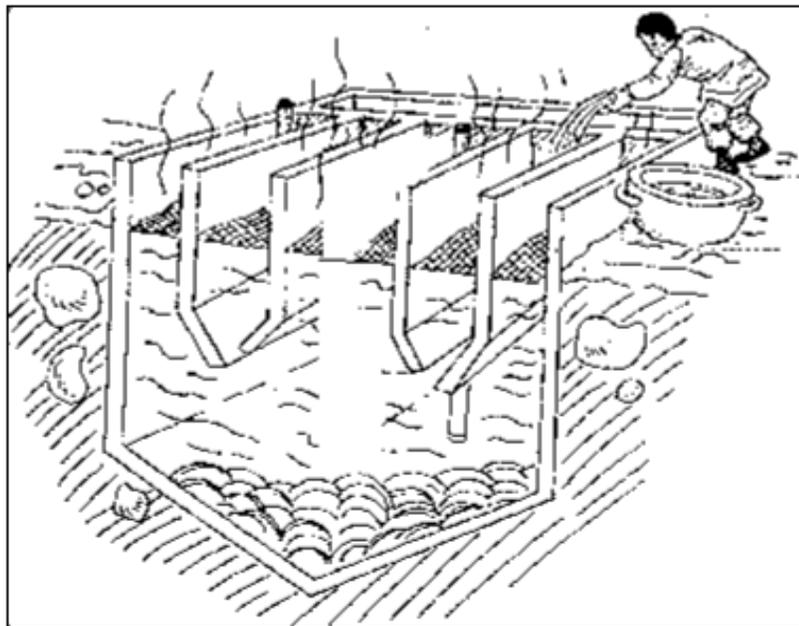


Figura N°19 Limpieza de zona de ventilación

c. Zona de digestión de lodos

Evaluación de lodo:

Es importante determinar constantemente el nivel de lodos para programar su drenaje en el momento oportuno.

Cuando menos una vez al mes, debe determinarse el nivel al que llegan los lodos en su compartimiento.

Para conocer el nivel de lodos se usa una sonda, la que hace descender cuidadosamente a través de la zona de ventilación de gases, hasta que se aprecie que la lámina de las sondas toca sobre la capa de los lodos; este sondeo debe verificarse cada mes, según la velocidad de acumulación que se observe.

Los lodos digeridos se extraen de la cámara de digestión abriendo lentamente la válvula de la línea de lodos y dejándolos escurrir hacia los lechos de secado.

Los lodos deben extraerse lentamente, para evitar que se apilen en los lechos de secado, procurando que se destruyan uniformemente en la superficie de tales lechos.

La fuga de material flotante en la salida del sedimentador será un indicio de la necesidad de una extracción más frecuente de lodo del digestor.

Se recomienda que, en cada descarga de lodos, se tome la temperatura del material que se está escurriendo, lo mismo que la temperatura ambiente. Con esto se tiene una indicación muy valiosa de las condiciones en que se está realizando la digestión.

Fallas en la operación:

- a. Zona de sedimentación:

Caso A.

Distribución de caudal no uniforme:

Este fenómeno puede ser notado por la presencia de una mayor turbulencia y/o movimiento superficial del agua en la zona de ingreso del agua residual cruda o mediante la medición de la velocidad de desplazamiento del agua dentro del sedimentador.

Causa:

-Condiciones hidráulicas inadecuadas en las estructuras de ingreso.

-Estructuras de ingreso o salida mal niveladas.

-Vertederos de entrada o salida mal niveladas.

Medidas correctivas:

-Colocar vertederos pequeños o ajustarlos para permitir la distribución uniforme del caudal afluente.

-Colocar obstáculos como pantallas, bloquetas para ajustar la distribución del caudal afluente.

-Ajustar los vertederos al nivel correspondiente.

Caso B:

Alto contenido de sólidos en la superficie del sedimentador o en los efluentes:

Causa:

-Poca profundidad por debajo del nivel de agua de la pantalla de salida.

-Acumulación de cantidades excesivas de espumas en la superficie de agua, o de material adherido a las paredes del sedimentador, canales de colección o vertederos de entrada y salida.

-Ascensión de sólidos a través de la ranura del sedimentador desde la cámara de digestión.

-Alto contenido de sólidos en el agua residual cruda.

Medidas correctivas:

-Ampliar la profundidad de la pantalla de salida por debajo del nivel de agua hasta alcanzar buenos resultados.

-Remover el material flotante con mayor frecuencia y en forma completa.

-Drenar los lodos del tanque de digestión hasta una altura que impida su paso al sedimentador.

-Evitar un exceso de la capa de material flotante y de espuma en la zona de ventilación. El exceso puede forzar a que los lodos pasen al sedimentador a través de la abertura de fondo.

b. Zona de ventilación:

Caso A:

Acumulación excesiva de espumas:

Causa

-Presencia de grandes cantidades de material flotante ligero tales como sólidos flotantes que forman las natas y la presencia de grasas o aceites.

Medidas correctivas:

-Remover parte de las espumas siempre que el gas y el lodo sea forzado a salir a través de la ranura de fondo del sedimentador.

c. Zona de digestión de lodos:

Caso A:

Presencia de espuma:

Causas:

Generalmente el espumeo se caracteriza por la presencia de una gran cantidad de material de baja densidad que asciende a la superficie en la zona de ventilación y es causado por las altas tasas de digestión como consecuencia del incremento de la temperatura, conduciendo a que flote material sin digerir.

El fenómeno también puede presentarse por la fermentación ácida de los lodos, así como por:

-Inicio de la operación de la nueva planta con grandes cantidades de material sedimentable y sin presencia de suficiente "inóculo".

-Incremento de la temperatura del lodo en la zona de digestión durante la primavera o el verano luego del período de invierno.

-Presencia de grandes cantidades de materia orgánica en las aguas residuales.

Medidas correctivas:

-Iniciar la operación del tanque Imhoff en primavera o verano.

-Drenar la mayor cantidad posible de lodos durante el otoño, para permitir suficiente período de digestión durante el invierno.

-Drenar frecuentemente pequeñas cantidades de lodos, pero manteniendo lo suficiente como para permitir una buena digestión del lodo fresco.

-En cuanto al espumeo, ello puede ser corregido por:

. Rotura de las capas de material flotante presente en las ventilaciones utilizando chorros de agua. El agua puede provenir de la zona de sedimentación.

. Rotura manual de la capa de espuma como para permitir el escape de los gases.

. Adición de cal hasta ajustar el pH a 7,0 ó ligeramente por encima de este valor. Al efecto deben tomarse muestras de lodos a diferentes alturas con el propósito de cuantificar la cantidad de cal necesaria. La cal se añade bajo la forma de lechada a todo lo largo de la zona de ventilación de manera de ejecutar una distribución uniforme del producto químico.

Caso B:

El lodo no fluye a través de la tubería de drenaje:

Causas:

- Lodo muy viscoso.
- Obstrucción de la tubería por arenas, lodo compactado, trapos, sólidos voluminosos, etc.

Medidas correctivas:

- A través de la tubería de ventilación introducir una varilla hasta el fondo del tanque y sondearlo hasta lograr la licuefacción del lodo.
- Insertar una manguera contra incendio con su respectiva boquilla hasta el fondo de la tubería y soltar agua a presión.
- Revisar el espejo de la válvula de drenaje.
- Remover el lodo viscoso del área cercana al ingreso a la tubería de drenaje con ayuda de una bomba de aire.
- Cuando existen grandes cantidades de arena es necesario desaguar el tanque por bombeo con el fin de removerlos.

Operación y control de lechos de secado:

Preparación del lecho de secado:

Los lechos de secado deben ser adecuadamente acondicionados cada vez que vaya a descargarse lodo del digestor. La preparación debe incluir los siguientes trabajos:

- Remover todo el lodo antiguo tan pronto como se haya alcanzado el nivel de deshidratación que permita su manejo. El lodo deshidratado con un contenido de humedad no más del 70% es quebradizo, de apariencia esponjosa y fácilmente hincable con tridente.
- Nunca añadir lodo a un lecho que contenga lodo.
- Remover todas las malas hierbas u otros restos vegetales.
- Escarificar la superficie de arena con rastrillos o cualquier otro dispositivo antes de la adición de lodo. Esto reduce la compactación de la capa superficial de arena mejorando la capacidad de filtración.

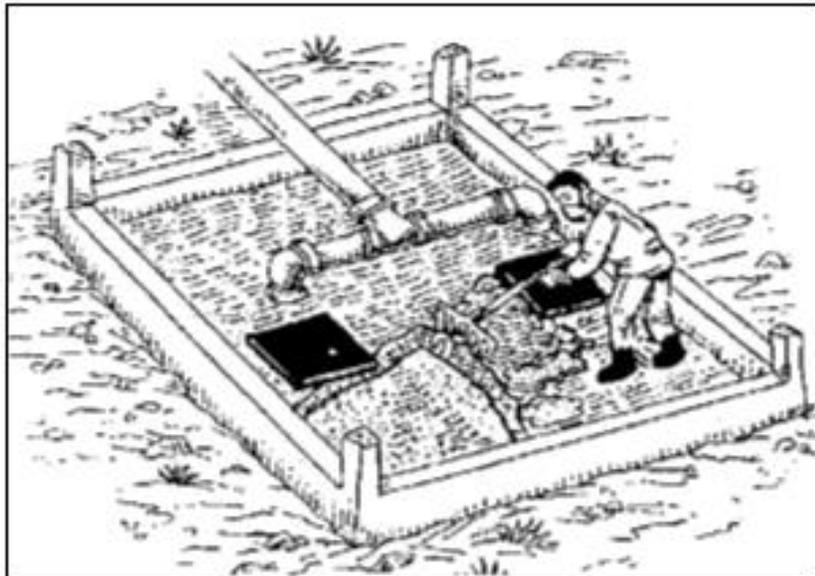


Figura N°20 Operación de lecho de secados

Reemplazo de la capa de arena:

Periódicamente debe ser reemplazado la capa de arena hasta alcanzar su espesor original. Una parte de la capa de arena se pierde

cada vez que se remueve el lodo seco. La arena que se utilice para reponer el espesor original debe ser de la misma característica que la especificada en su construcción.

Calidad del lodo digerido:

El lodo a ser descargado a los lechos de secado debe estar adecuadamente digerido. Lodos pobremente digeridos son ofensivos a los sentidos especialmente al olfato y el proceso de secado es sumamente lento. Así mismo, el lodo que ha permanecido en el digestor mayor tiempo del necesario también tiene un proceso de secado muy lento. Es decir, que los dos extremos, la pobre digestión o un tiempo de digestión mayor al necesario son perjudiciales.

Los aceites, grasas y otros residuos oleosos obturarán los poros de la arena y no deben ser descargados a los lechos de secado.

Muestras de lodos deberán ser examinados antes de proceder a su descarga para determinar si las características son las mas adecuadas. Entre ellas se tiene:

-Características físicas: El lodo debe ser examinado para determinar su color, textura y olor. Estos son excelentes indicadores del estado de digestión de los lodos.

-Volumen a remover: El volumen removido debe ser calculado y registrado para determinar la capacidad de digestión y evaluar la cantidad de sólidos fijos y volátiles removidos del sistema. El volumen

removido puede ser calculado rápidamente a través de la determinación del volumen ocupado por el lodo en el lecho de secado

-Sólidos totales: La concentración de sólidos como medida del contenido de sólidos totales, indica la capacidad de retención de agua por parte del lodo y el grado de compactación.

-Porcentaje de materia volátil: Esta prueba indica el grado el nivel de degradación de la materia orgánica.

-Valor de pH: El valor de pH del lodo digerido debe ser próximo a 7.0, mientras que lodos con valores de pH menor a 7.0 indica que requiere mayor tiempo de digestión y que no está listo para ser secado.

Descarga del lodo digerido:

El lodo debe ser descargado del digestor a una tasa bastante alta a fin de mantener limpia la tubería de descarga hacia el lecho de secado.

La presencia de material compactado, incluida la arena en el tubo de descarga puede requerir el sondeo o la necesidad de efectuar un retrolavado. Al inicio del proceso de drenaje de lodos, la válvula debe ser abierta totalmente y una vez que el flujo se estabilice, la válvula debe ser cerrada hasta obtener un flujo regular. El drenaje de lodo debe prolongarse hasta haber purgado la cantidad prevista de lodo.

Luego de la descarga de lodo al lecho de secado, debe drenarse la tubería y luego lavarse con agua. Esto no sólo previene la obturación de la tubería, sino que también evita la generación de malos olores o

gases por la descomposición del lodo acumulado en la tubería de descarga.

Se debe tener mucho cuidado con los gases porque cuando se mezclan con el aire forman una mezcla altamente explosiva. La presencia de fuego directo o de operadores con cigarrillos debe ser prohibido cuando se drene los lodos hacia los lechos de secado.

Profundidad del lodo:

El espesor de la capa lodo a ser depositado sobre el lecho de secado no debe ser mayor a 0,30 m e idealmente de 0,25 m... Con buenas condiciones ambientales y un buen lecho de secado, un lodo bien digerido, deberá deshidratarse satisfactoriamente y estar listo para ser removido del lecho de secado entre una a dos semanas. Lodos con alto contenido de sólidos puede requerir hasta tres semanas o más a menos que se descargue capas de lodo menos profundas.

Normalmente, el volumen de lodos se reduce un 60% o más por medio de este método de deshidratación.

Remoción del lodo de los lechos de secado:

El mejor momento para retirar los lodos de los lechos de secado depende de:

La adecuada resquebrajadura del lodo.

La necesidad de drenar un nuevo lote de lodos del digestor.

Contenido de humedad de los lodos en el lecho de secado.

El lodo seco puede ser retirado por medio de pala o tridente cuando el contenido de humedad se encuentra entre el 70 y 60%. Pero si se deja secar hasta el 40% de humedad, el peso será la mitad o la tercera parte y se podrá ser manejado más fácilmente.

a. Herramientas requeridas

Una de las mejores herramientas es la pala plana y el tridente. Con el tridente, el lodo seco puede ser removido con mucha menor pérdida de arena que con la pala. En todo caso, siempre será necesario reponer la arena perdida que se adhiere en el fondo de la capa de lodo seco.

Un equipo de gran ayuda es la carretilla para retirar el lodo al punto de disposición final, para lo cual se deben colocar tablas para facilitar el desplazamiento de la carretilla.

b. Disposición

El lodo removido de los lechos de secado puede ser dispuesto en el relleno sanitario o almacenado por un tiempo para lograr una mayor deshidratación y de esta manera un menor volumen y peso que facilite el transporte hacia el lugar de disposición final.

Personal:

El personal requerido para operar y mantener una planta de tratamiento de aguas residuales del tipo tanque Imhoff depende de su capacidad. En línea general, el personal a ser considerado deberá

estar compuesto por un operador y su ayudante. En plantas pequeñas basta de un operador a tiempo parcial.

Adicionalmente, se requiere de personal de apoyo para la realización de análisis físico, químico o bacteriológico o de personal auxiliar para reparaciones menores como mecánico o electricista.

a. Descripción de funciones:

Operador

El operador deberá ejecutar las acciones siguientes:

-Limpiar la cámara de rejillas tanto al ingresar como al terminar su turno de trabajo.

-Retirar el material flotante que pudieran estar presentes en la superficie del tanque Imhoff.

-Disponer adecuadamente los desechos retenidos en la cámara de rejillas y los retirados de la superficie del tanque Imhoff.

-Drenar periódicamente el lodo del tanque Imhoff hacia los lechos de secado.

-Conjuntamente con su ayudante limpiar los lechos de secado y poner los lodos secos adecuadamente y lejos de la planta de tratamiento.

-En coordinación con su ayudante mantener en buen estado los alrededores de la planta de tratamiento.

-Inspeccionar todos los días el buen funcionamiento del proceso de distribución de las aguas residuales crudas a cada uno de los compartimientos del tanque Imhoff.

-Ejecutar otras actividades que le ordene su superior.

b. Cualidades mínimas:

-Educación primaria.

-Certificado de la Policía de Investigaciones del Perú de no tener antecedentes policiales.

-Aptitud para el tipo de trabajo.

-Coordinación motora.

-Coordinación visual.

-Sociable.

-Habilidad para con los números.

Lagunas de Estabilización

Una laguna de estabilización es una estructura simple para embalsar aguas residuales con el objeto de mejorar sus características sanitarias. Las lagunas de estabilización se construyen de poca profundidad (2 a 4 m) y con períodos de retención relativamente grandes (por lo general de varios días).

Cuando las aguas residuales son descargadas en lagunas de estabilización se realiza en las mismas, en forma espontánea, un

proceso conocido como autodepuración o estabilización natural, en el que ocurre fenómenos de tipo físico, químico, bioquímico y biológico. Este proceso se lleva a cabo en casi todas las aguas estancadas con alto contenido de materia orgánica putrescible o biodegradable. Los parámetros más utilizados para evaluar el comportamiento de las lagunas de estabilización de aguas residuales y la calidad de sus efluentes son la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), que caracteriza la carga orgánica; y el número más probable de coniformes fecales (NMP CF/100ml), que caracteriza la contaminación microbiológica.

También tienen importancia los sólidos totales sedimentables, en suspensión y disueltos.

Generalmente, cuando la carga orgánica aplicada a las lagunas es baja (<300 Kg de DBO/ha/día), y la temperatura ambiente varía entre 15 y 30 OC estrato superior de la laguna suelen desarrollarse poblaciones de algas microscópicas (clorelas, euglenas, etc) que, en presencia de la luz solar, producen grandes cantidades de oxígeno, haciendo que haya una alta concentración de oxígeno disuelto, que en muchos casos llega a valores de sobresaturación.

La parte inferior de estas lagunas suele estar en condiciones anaerobias. Estas lagunas con cargas orgánicas bajas reciben el nombre de facultativas.

Cuando la carga orgánica es muy grande, la DBO excede la producción de oxígeno de las algas (y de la aeración superficial) y la laguna se torna totalmente anaerobia.

Conviene que las lagunas de estabilización trabajen bajo condiciones definidamente facultativas o definidamente anaeróbicas ya que el oxígeno es un tóxico para las bacterias anaerobias que realizan el proceso de degradación de la materia orgánica; y la falta de oxígeno hace que desaparezcan las bacterias aerobias que realizan este proceso.

Por consiguiente, se recomienda diseñar las lagunas facultativas (a 20 °C) para cargas orgánicas menores de 300 Kg DBO/ha/día y las lagunas anaerobias para cargas orgánicas mayores de 1000 Kg de DBO/ha/día.

Cuando la carga orgánica aplicada se encuentra entre los dos límites antes mencionados se pueden presentar problemas con malos olores y la presencia de bacterias formadoras de sulfuros.

El límite de carga para las lagunas facultativas aumenta con la temperatura.

Las lagunas de estabilización con una gran relación largo ancho (Largo/Ancho >5) reciben el nombre de lagunas alargadas. Estas lagunas son muy eficientes en la remoción de carga orgánica y bacterias patógenas, pero deben ser precedidas por dos o más

lagunas primarias que retengan los sólidos sedimentables sólidos sedimentables.

Estas lagunas primarias evitan tener que sacar de operación a las lagunas alargadas para llevar a cabo la remoción periódica de lodos.

Las lagunas que reciben agua residual cruda son lagunas primarias.

Las lagunas que reciben el efluente de una primaria se llaman secundarias; y así sucesivamente las lagunas de estabilización se pueden llamar terciarias, cuaternarias, quinquenarias, etc.

A las lagunas de grado más allá del segundo también se les suele llamar lagunas de acabado, maduración o pulimento.

Siempre se deben construir por lo menos dos lagunas primarias (en paralelo) con el objeto de que una se mantenga en operación mientras se hace la limpieza de los lodos de la otra.

El proceso que se lleva a cabo en las lagunas facultativas es diferente del que ocurre en las lagunas anaerobias.

Sin embargo, ambos son útiles y efectivos en la estabilización de la materia orgánica y en la reducción de los organismos patógenos originalmente presentes en las aguas residuales.

La estabilización de la materia orgánica se lleva a cabo a través de la acción de organismos aerobios cuando hay oxígeno disuelto; éstos últimos aprovechan el oxígeno originalmente presente en las moléculas de la materia orgánica que están degradado.

Existen algunos organismos con capacidad de adaptación a ambos ambientes,

los cuales reciben el nombre de facultativos. La estabilización de la materia orgánica presente en las aguas residuales se puede realizar en forma aeróbica o anaeróbica según haya o no la presencia de oxígeno disuelto en el agua.

Proceso aerobio

El proceso aerobio se caracteriza porque la descomposición de la materia orgánica se llevará a cabo en una masa de agua que contiene oxígeno disuelto. En este proceso, en el que participan bacterias aerobias o facultativas, se originan compuestos inorgánicos que sirven de nutrientes a las algas, las cuales a su vez producen más oxígeno que facilita la actividad de las bacterias aerobias. Existe pues una simbiosis entre bacteria y algas que facilita la estabilización aerobia de la materia orgánica. El desdoblamiento de la materia orgánica se lleva a cabo con intervención de enzimas producidas por las bacterias en sus procesos vitales.

A través de estos procesos bioquímicos en presencia de oxígeno disuelto las bacterias logran el desdoblamiento aerobio de la materia orgánica. El oxígeno consumido es parte de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO).

Las algas logran, a través de procesos inversos a los anteriores, en presencia de la luz solar, utilizar los compuestos inorgánicos para sintetizar materia orgánica que incorporan a su protoplasma. A través de este proceso, conocido como fotosíntesis, las algas generan gran cantidad de oxígeno disuelto

Como resultado final, en el estrado aerobio de una laguna facultativa se lleva a cabo la estabilización de la materia orgánica putrescible (muerta) originalmente presente en las aguas residuales, la cual se transforma en materia orgánica (viva) incorporado protoplasma de las algas. En las lagunas de estabilización el agua residual no se clarifica como en las plantas de tratamiento convencional, pero se estabiliza, pues las algas son materia orgánica viva que no ejerce DBO.

Proceso anaerobio:

Las reacciones anaerobias son más lentas y los productos pueden originar malos olores. Las condiciones anaerobias se establecen cuando el consumo de oxígeno disuelto es mayor que la incorporación del mismo a la masa de agua por la fotosíntesis de las algas y el oxígeno disuelto y que la laguna se torne de color gris oscuro. El desdoblamiento de la materia orgánica sucede en una forma más lenta y se generan malos olores por la producción de sulfuro de hidrógeno. En la etapa final del proceso anaerobio se presentan las cinéticas conocidas como acetogénica y metanogénica.

Procesos en las lagunas de estabilización facultativas:

Las capas de la laguna facultativa (aerobia y anaerobia) no son constantes, estas interactúan entre sí, dependen de la radiación solar. Durante el día la capa aerobia es la que predomina en la laguna y durante la noche la capa anaerobia.

Las algas tienen un rol sumamente importante en el proceso biológico de las lagunas de estabilización, pues son los organismos responsables de la producción de oxígeno molecular, elemento vital para las bacterias que participan en la oxidación bioquímica de la materia orgánica.

La presencia de las algas en niveles adecuados, asegura el funcionamiento de la fase aerobia de las lagunas, cuando se pierde el equilibrio ecológico se corre con el riesgo de producir el predominio de la fase anaerobia, que trae como consecuencia una reducción de la eficiencia del sistema.

En las lagunas primarias facultativas predominan las algas flageladas, (Euglena, Pyrobotrys, Chlamydomonas), en lagunas secundarias se incrementa el número de géneros y la densidad de algas, predominan las algas verdes (Chlorella, Scenedesmus). En lagunas terciarias se presenta un mayor número de géneros de algas, entre las cuales predominan las algas verdes (Chlorella, Scenedesmus, Ankistrodesmus, Microactiniums). En muchos casos, se ha observado

la predominancia de algas verdes-azules (Rao, 1980, Uhlman 1971). La predominancia de géneros varía según la temperatura estacional. El zooplackton de las lagunas de estabilización está conformado por cuatro Grupos Mayores; ciliados, rotíferos, copédodos, y cladoceros. Ocasionalmente se presentan amebas de vida libre, ostracodos, ácaros, turbelarios, larvas y pupas de dípteros. La mayoría de individuos de estos grupos sólo están en las lagunas de estabilización durante algún estadio evolutivo, raramente tienen importancia cualitativa.

Los rotíferos predominan durante los meses de verano, dentro de este grupo, el género *Brachionus* se presenta con mayor frecuencia, siendo el más resistente aún en condiciones extremas. Cuando el número de rotíferos se incrementa a niveles superiores a los normales se observa un efecto negativo en la calidad del agua, ocasionando un aumento de los niveles de amonio, ortofosfato soluble, nitratos, y nitritos. Asimismo, la presencia de un gran número de estos organismos, que consumen algas, disminuye la cantidad de oxígeno disuelto en el agua a niveles de riesgo. Los géneros predominantes de cladoceros son *Moína* y *Daphnia* y en los ciliados son *Pleuronema* y *Vorticella*.

Factores determinantes en el tratamiento biológico:

Temperatura: A mayor temperatura, mayor será el crecimiento de microorganismos y viceversa.

Ph: A ph en un rango bajo, es decir ácido, va traer como consecuencia que los microorganismos no sobrevivan.

Coordinación microorganismos-materia orgánica: Se tiene que cuidar el exceso de carga (DBO), porque originaría un mal funcionamiento de la laguna.

Inhibidores: Presencia de metales pesados, sulfatos, pesticidas, etc, ocasionan un decrecimiento de bacterias.

Nutrientes: Principales nutrientes son el nitrógeno y el fósforo. Cuidar que no estén en exceso porque puede producir la eutroficación.

Definiciones:

Aerobio: Condición en la cual hay presencia de oxígeno.

Afluente: Líquido que llega a una unidad o lugar determinado, por ejemplo, el agua que llega a una laguna de estabilización.

Aguas servidas: Todas las aguas de alcantarilla, ya sean de origen doméstico (aguas de las casas habitación, edificios comerciales, etc.) o industrial, una vez que han sido utilizadas por el hombre.

Anaerobio: Condición en la cual no hay presencia de oxígeno.

Bacterias: Grupo de organismos unicelulares con cromosoma bacteriano único, división binaria y que intervienen en los procesos de estabilización de la materia orgánica.

Carga superficial: Cantidad de carga que se le puede aplicar a un área.

Caudal: Volumen de agua que pasa por un punto dado por unidad de tiempo. Se expresa normalmente en l/seg o m³/seg.

Coliformes: Bacterias gram positivas no esporuladas de forma alargada capaces de fermentar lactosa con producción de gas a 35±0.5°C (coliformes totales).

(D.B.O.): Cantidad de oxígeno utilizado en la oxidación bioquímica de la sustancia orgánica, en un tiempo y a una temperatura especificada. Depende enteramente de la disponibilidad de materia utilizable como alimento biológico y de la cantidad de oxígeno utilizado por los microorganismos durante la oxidación.

Eficiencia: Relación entre la capacidad real y la teórica total de la unidad o equipo. Usualmente se expresa en %.

Efluente: Líquido que sale de una unidad o lugar determinado, por ejemplo, agua que sale de una laguna de estabilización.

Infiltración: Efecto de penetración o infiltración del agua en el suelo.

Lodos: Sólidos que se encuentran en el fondo de la laguna de estabilización.

Nata: Sustancia espesa que se forma sobre el agua almacenada en la laguna de estabilización, y compuesto por residuos grasos y otro tipo de desechos orgánicos e inorgánicos flotantes.

Periodo de retención: Tiempo teórico que tarda una partícula que entra a una unidad en salir de ella. Equivale al volumen de la unidad dividido por el caudal, y se expresa en unidades de tiempo.

pH

Consideraciones tener en cuenta:

El ingeniero responsable del proyecto, deberá tener en claro las ventajas y desventajas que tiene el emplear las lagunas de estabilización para el tratamiento de las aguas residuales domésticas de una población, antes de decidir emplear estas unidades de tratamiento.

Ventajas:

- Pueden recibir y retener grandes cantidades de agua residual, soportando sobrecargas hidráulicas y orgánicas con mayor flexibilidad, comparativamente con otros tratamientos.
- Formación de biomasa más efectiva y variada que en los procesos de tratamiento con tanque séptico y tanque imhoff.
- No requieren de instalaciones complementarias para la producción de oxígeno. El mismo se produce en forma natural dentro del sistema.
- Debido a los tiempos de retención prolongados y a los mecanismos del proceso, son sistemas altamente eficaces para la remoción de bacterias, virus y parásitos, comparativamente con otros tratamientos.

-En las lagunas no hay necesidad de desinfección con cloro. Aquí la desinfección es natural.

-Mínimo mantenimiento.

-No requiere de personal calificado.

Desventajas:

-Requieren de grandes áreas de terreno para su implantación.

-Es un sistema sensible a las condiciones climáticas.

-Puede producir vectores.

-No permite modificaciones en las condiciones de proceso.

Conocido las ventajas y desventajas de las lagunas de estabilización, quedará a criterio del ingeniero encargado del proyecto si es conveniente emplear esta unidad en la localidad donde se desea tratar las aguas residuales de uso doméstico.

A continuación, se presenta la metodología a seguir para el diseño de lagunas de estabilización facultativas:

Diseño de la laguna facultativa:

- Todo se deja en función de una variable, ya sea el L o el W.

- Una vez que se tiene d, a y el periodo de retención en función de una variable, se empezará a darle valores a la variable, se el tamaño de la laguna, lo cual encarecerá más el costo de la obra, por los costos de movimientos de tierra.

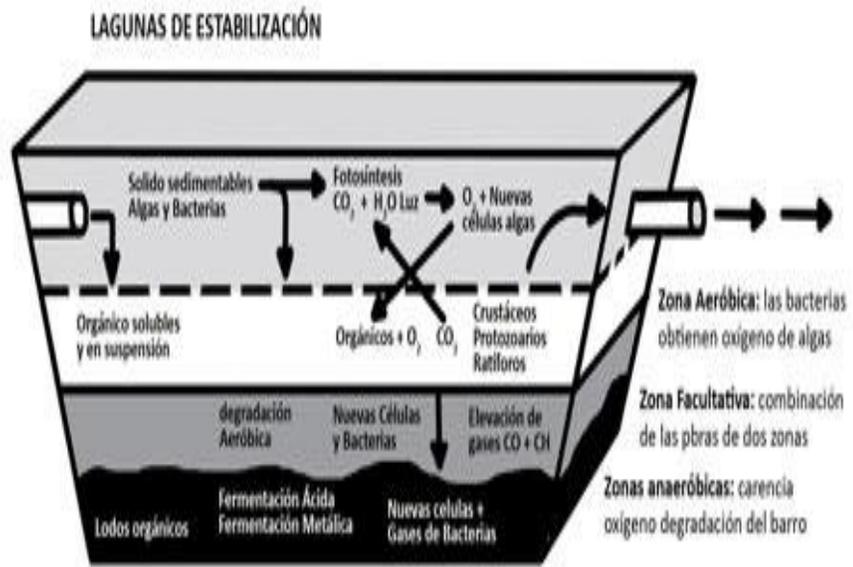


Figura N°21 Laguna de Estabilización



Figura N°22 Laguna de Estabilización

Tratamiento del Agua Residual en Lagunas de Estabilización

Biomasa de las lagunas de estabilización:

Como todo sistema de tratamiento biológico de aguas residuales, el funcionamiento de las lagunas está basado en una acción biológica similar a la que se presenta en forma natural en los cuerpos de agua.

Los organismos necesarios para la estabilización de la materia orgánica, normalmente no se encuentran presentes en grandes cantidades en las aguas residuales crudas como para consumir o degradar la materia orgánica presente en ellas, por lo que en la planta de tratamiento de aguas residuales deberán existir las condiciones ambientales necesarias como para que los microorganismos puedan crecer en suficiente cantidad y estén en condiciones de degradar rápidamente la materia orgánica presente en el agua residual cruda.

Las lagunas de estabilización son colonizadas naturalmente por una gran variedad de organismos, la mayor parte de ellos invisibles al ojo humano. Los principales grupos encontrados son:

Bacterias:

Compuesto por microorganismos que pueden asimilar la mayor parte de la materia orgánica. Ellos eliminan al medio ambiente productos de descomposición bajo la forma de dióxido de carbono, metano y material soluble. Existen dos tipos de bacterias:

- Anaeróbicas que pueden desarrollarse en ausencia de oxígeno.

- Aeróbicas que necesitan oxígeno para vivir.

En las lagunas de estabilización del tipo facultativo, las primeras son encontradas en las capas más profundas y en el lodo, mientras que las bacterias aeróbicas predominan en las capas superficiales de la laguna. En el caso de las lagunas facultativas, el oxígeno necesario para la respiración de las bacterias es suministrado principalmente por la actividad fotosintética de las algas y en menor grado por la acción del viento. En cambio, en el caso de las lagunas anaeróbicas, las bacterias encargadas del desdoblamiento de la materia orgánica, obtienen el oxígeno a partir de los compuestos orgánicos, lo que normalmente conduce a la generación de sustancias como hidrógeno sulfurado, amoníaco, mercaptanos, índoles entre otros compuestos mal olientes.

Algas:

Las algas son plantas microscópicas y como toda planta contiene clorofila y a ellas se debe el color verde de las lagunas aeróbicas y facultativas. La clorofila hace posible el uso de la luz solar como fuente de energía y a este proceso se le conoce como fotosíntesis. Las algas durante la luz del día asimilan el bióxido de carbono y las sales minerales del agua para producir oxígeno y liberarlo dentro de la masa de agua de la laguna aeróbica y facultativa.

De esta manera, las algas son las principales productoras de oxígeno en las lagunas de estabilización del tipo aeróbica y facultativa, y esta producción tiene lugar en la capa superficial del agua comprendida entre los 20 a 50 cm.

En el caso de las lagunas anaeróbicas, por la alta carga orgánica y la presencia de sustancias inhibidoras, no es posible la supervivencia ni la reproducción de las algas, por lo que al no existir acción fotosintética no es posible la presencia oxígeno y por ende de las bacterias aeróbicas, predominando en el reactor condiciones de anaerobicidad.

Zooplaktón:

Este término designa a todos los animales pequeños o microscópicos que viven en las lagunas estabilización y compuestos por microcrustáceos tales como la daphnia que se alimenta por filtración de los sólidos suspendidos como es la materia orgánica, bacterias y algas. Cuando ellos se desarrollan en estaciones cálidas y en lagunas de baja carga, su actividad puede ser muy intensa contribuyendo particularmente a la remoción de la carga orgánica y a clarificar el agua. Bajo condiciones extremas puede conducir al desbalance en el suministro de oxígeno afectando el funcionamiento de las lagunas facultativas o de maduración como consecuencia de la falta de algas.

Macrophyta:

Este término se aplica a todas las plantas acuáticas presentes en las lagunas de estabilización y se definen dos tipos:

-Plantas radicales, con raíces enterradas y que sirve de soporte a bacterias, algas y zooplakton.

-Plantas flotantes, tales como la lemna y el jacinto acuático que colonizan la superficie de las lagunas.

Ambos tipos de plantas juegan un papel muy importante en el proceso de purificación, asimilando el nitrógeno y el fósforo en particular, pero su excesiva proliferación puede alterar el correcto funcionamiento de las lagunas de estabilización.

Mecanismos de purificación:

La carga orgánica es descompuesta de diversas maneras y está íntimamente interrelacionado y tienen efectos complementarios. Se presenta en forma gráfica los mecanismos de purificación de las aguas residuales crudas por medio de lagunas de estabilización. Los compuestos de utilidad en el tratamiento de las aguas residuales son:

Sales minerales:

Pequeñas cantidades de sales minerales son asimiladas por los diversos microorganismos tales como algas, bacterias, protozoos, helmintos, así como por el fitoplankton que pudiera desarrollarse en las aguas de las lagunas de estabilización.

Materia orgánica:

La materia orgánica disuelta en el agua es descompuesta por las bacterias, propiciando el desarrollo de las mismas, los que a su vez sirven de alimento al zooplankton. En el caso de las lagunas de estabilización del tipo facultativa, los compuestos orgánicos e inorgánicos producidos por la descomposición de las bacterias contribuyen al crecimiento de las algas.

Sólidos suspendidos:

Del total de sólidos suspendidos que contiene el agua residual cruda, una parte tiende a sedimentar en el fondo de las lagunas en donde queda retenido y otra parte queda en suspensión y es asimilada por las bacterias y el zooplakton. El sedimento es biológicamente activo, por lo que el proceso de estabilización de la materia orgánica continúa a este nivel y en forma independiente de lo que sucede en la fracción líquida. Una parte importante de la fracción soluble que se produce en el sedimento se difunde hacia la columna de agua en donde se integra a la existente.

La naturaleza de los sólidos suspendidos presentes en los efluentes de las lagunas de estabilización, son diferentes a los encontrados en las aguas residuales crudas y están representados principalmente por pequeñas cantidades de materia orgánica suspendida, bacterias, algas y zooplakton.

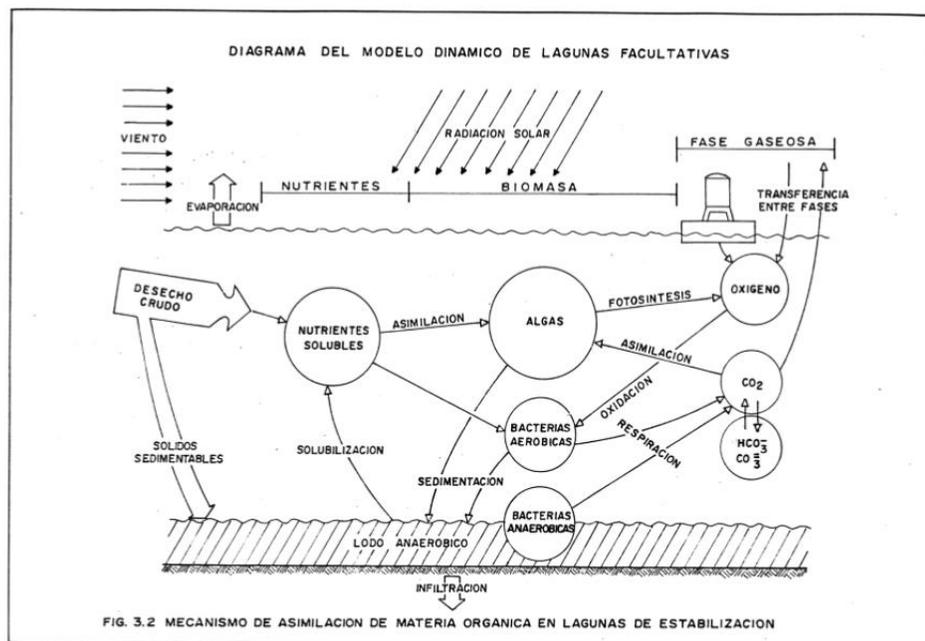


Figura N°23 Mecanismo de Laguna de Estabilización

Personal, responsabilidades y equipamiento administrativo

Personal necesario:

En la determinación del personal para la operación y mantenimiento de las plantas de tratamiento de aguas residuales se debe tener en cuenta el tamaño de la instalación, los procesos de tratamiento y el tipo de desecho a ser tratado. Todo esto con la única finalidad que la planta de tratamiento de aguas residuales opere con el personal idóneo y de manera adecuada y que además presenten las mejores condiciones técnicas, estéticas y operacionales.

Al efecto, en el cuadro, se presenta los requerimientos de personal para las actividades de operación y mantenimiento y para diferentes

capacidades de plantas de tratamiento de aguas residuales. Sin embargo, no se descarta la posibilidad de la necesidad de contratar con personal adicional para labores complementarias y/o especiales, principalmente durante las épocas de retiro del lodo.

Personal	Población servida				
	10.000	25.000	50.000	100.000	250.000
• Jefe de planta	--	--	1	1	1
• Operador	--	1	2	2	2
• Electromecánico	--	--	--	1	1
• Laboratorista	--	1	1	1	2
• Obrero	1	2	4	6	10
• Chofer	--	1	1	1	2
• Vigilante	1	1	1	3	5
Total	2	6	10	15	23

Figura N°24 Personal de mantenimiento

Descripción de responsabilidades

Jefe de planta:

Las labores del Jefe de Planta se orientarán a la verificación que los procesos biológicos de tratamiento de las aguas residuales que se realicen a plenitud, así como a la coordinación de las actividades que deberán llevar adelante el grupo de operadores y obreros. Las funciones que deberán desempeñar son las siguientes:

-Administrar y dirigir las acciones de operación y mantenimiento de la planta de tratamiento de aguas residuales, y como tal, ejercita autoridad directa sobre todo al personal bajo su responsabilidad.

- Elaborar el programa de operación, mantenimiento y seguridad de la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Coordinar con el profesional encargado del laboratorio en los aspectos relativos al control de la calidad de las aguas residuales crudas y tratadas.
- Coordinar con el departamento de alcantarillado de la empresa en los aspectos relativos a la descarga de efluentes industriales y comerciales que puedan afectar la tratabilidad de las aguas residuales y por lo tanto el buen funcionamiento de la planta de tratamiento.
- Informar periódicamente al nivel directivo de la empresa, a través de la Gerencia de Operaciones, sobre la administración, operación, mantenimiento y calidad de los efluentes de la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Planificar los programas de monitoreo, evaluación e investigación en la planta de tratamiento de aguas residuales.
- Procesar los registros operacionales para el control de los procesos de tratamiento de la planta.
- Elaborar periódicamente los informes relativos a la administración, operación y mantenimiento de la planta de tratamiento.
- Mantener la buena imagen de la institución y colaborar con el Departamento de Relaciones Públicas de la empresa, así como

atender y guiar a las personas que visitan las instalaciones de la planta de tratamiento.

-Otros que la Gerencia de Operaciones determine.

Operador:

Dentro de las actividades a ser desarrolladas por los operadores se encontrarán:

-Coordinar las actividades de su responsabilidad con el Jefe de Planta.

-Cumplir y supervisar el cumplimiento de todas las labores de operación y mantenimiento especificadas para la planta de tratamiento, y como tal, ejercitar autoridad directa sobre todos los obreros.

-Registrar adecuadamente en los respectivos formularios, los datos operacionales de la planta de tratamiento en lo referente a caudal, temperatura, pH, oxígeno disuelto, etc. en los puntos determinados en el programa de monitoreo, así como las observaciones visuales.

-Registrar los volúmenes de sólidos retenidos en las rejillas y en las lagunas de estabilización con la finalidad de optimizar los tiempos de almacenamiento y evacuación de los mismos.

-Colaborar en la toma de muestras de aguas residuales en los lugares de muestreo determinados en el programa de monitoreo.

-Supervisar el funcionamiento del sistema de desinfección de las aguas residuales tratadas

-Supervisar la limpieza de las cribas en las horas de mayor o menor volumen de sólidos retenidos.

-Colaborar con el personal responsable en las labores de evaluación e investigación emprendidas en la planta de tratamiento de aguas residuales.

-Garantizar la seguridad de equipos y herramientas para lo cual será el encargado de abrir y cerrar el almacén.

-Supervisar las labores realizadas por los obreros y asesorar a los mismos.

-Otros que el Jefe de Planta determine.

Electromecánico:

Dentro de las actividades a ser desarrolladas por el electromecánico se encontrarán:

-Realizar el mantenimiento preventivo de los equipos eléctricos, electromecánicos y mecánicos de la planta de tratamiento manteniendo un registro de incidencias.

-En lo posible, realizar el mantenimiento correctivo de todos los equipos electromecánicos de la planta de tratamiento, siempre que sea viable realizarlo con los recursos existentes, o en caso contrario, colaborar con el equipo encargado de su ejecución.

-Realizar el mantenimiento preventivo y correctivo de las redes de alimentación y distribución de energía eléctrica al interior de la planta de tratamiento de aguas residuales.

-Mantener en buenas condiciones operativas las redes de iluminación al interior de la planta de tratamiento de aguas residuales, así como de las instalaciones auxiliares y las oficinas.

-Mantener informado al Jefe de Planta sobre la disponibilidad y requerimientos de piezas de recambio y materiales básicos requeridos para el adecuado mantenimiento de los equipos eléctricos, electromecánicos y mecánicos de la planta de tratamiento, a fin de garantizar la continuidad de su funcionamiento.

-Realizar el inventario inicial de todos los equipos eléctricos, electromecánicos y mecánicos de la planta de tratamiento, así como actualizarlo periódicamente.

-Otros que el Jefe de Planta determine.

Laboratorista

Dentro de las actividades a ser desarrolladas por el laboratorista se encontrarán:

-Realizar las determinaciones analíticas relacionadas con el control operacional de las lagunas de estabilización.

-Cumplir con el programa de monitoreo, evaluación o investigación definido por el Jefe de Planta.

-Registrar y archivar adecuadamente los resultados de los análisis realizados a las muestras de aguas residuales tomadas en el marco del programa de monitoreo, evaluación o investigación.

-Solicitar oportunamente los equipos, insumos, etc. para la realización de las determinaciones analíticas programadas.

-Informar al Jefe de Planta sobre los resultados de las pruebas analíticas en general y en especial, cuando se determine o sospeche la existencia de algún problema que pudiera afectar el buen funcionamiento de la planta de tratamiento de aguas residuales.

-Coordinar con el Jefe de la Planta y el Jefe del Laboratorio lo relacionado al control de la calidad de las aguas residuales crudas y tratadas.

-Otros que el Jefe de Planta determine.

Obreros:

Dentro de las actividades a ser desarrolladas por los obreros se encuentra:

-Comunicar al Operador de turno cualquier problema que pudiera presentarse en las estructuras de pre-tratamiento y en cualquier otro lugar de la planta de tratamiento, de modo que se tomen oportunamente las medidas correctivas necesaria.

-Comunicar al Operador de turno sobre cualquier cambio en el aspecto de las lagunas, así como del color de las mismas, para que se tomen las medidas correctivas necesarias.

-Mantener en estado de pulcritud toda la instalación que conforman la planta de tratamiento de aguas residuales.

-Otros que el Operador determine.

Requerimientos administrativos

Para el desarrollo de las funciones administrativas, la planta de tratamiento deberá contar con el siguiente equipamiento:

Oficina del Jefe de Planta:

-Escritorio con su respectivo sillón.

-Computadora e impresora con su respectivo mueble.

-Teléfono.

-Radio transmisor (walkie talkie).

-Muebles diversos (archivadores, estantes, etc.).

Laboratorio de la planta de tratamiento:

-Mesa con cajones y divisiones para guardar los equipos, cristalería y reactivos.

-Taburetes

-Archivador.

-Destilador de agua.

-Equipo de laboratorio

Documentación requerida por el jefe de planta

La documentación con que debe contar la jefatura de la planta estará conformada por:

- Un juego completo de planos de construcción.
- Especificaciones técnicas de los equipos en general.
- Material bibliográfico relacionado con los procesos de tratamiento con que cuenta la planta de tratamiento de aguas residuales.

Requerimientos complementarios

Adicionalmente, se requiere disponer de facilidades complementarias para la buena operación y mantenimiento de las lagunas de estabilización como son:

Abastecimiento de agua potable:

Es importante considerar el suministro de agua potable para la atención de los servicios higiénicos de los diferentes ambientes de la planta de tratamiento. En caso de no poder ser abastecido por la red de suministro público puede efectuarse mediante camión cisterna.

Residuos sólidos:

Todo el material retenido en las rejillas y desarenador deberá ser retirado y depositado en un contenedor. El material retenido en las estructuras de distribución y el material flotante de las lagunas de estabilización (natas, espumas y otros) deberán ser depositados inicialmente en cilindros y finalmente en los contenedores del servicio

municipal de limpieza pública. En función de la capacidad de los contenedores de residuos sólidos, tasa de descomposición de la materia orgánica y nivel de producción de olores, se definirá el ciclo de recolección y disposición final de estos residuos sólidos.

La planta debería contar con un micro relleno sanitario donde serían depositados el material retenido en las rejillas, desarenador y material flotante, donde se les cubriría con cal, generalmente esto se hace para evitar la presencia de malos olores y moscas en el lugar o en todo caso establecer una estrecha coordinación con el servicio municipal de recolección de residuos sólidos para determinar la frecuencia de recolección.

Productos químicos:

Probablemente, los productos que más se vayan a emplear en el tratamiento de las aguas residuales es la cal viva. Este producto servirá para controlar los malos olores que pudieran generarse como consecuencia del almacenamiento de los residuos sólidos procedentes de la cámara de rejillas, estructuras de reparto y lagunas de estabilización.

Puesta en marcha de las lagunas de estabilización:

El llenado de las lagunas de estabilización deberá realizarse preferentemente en época de verano en donde las temperaturas y las tasas de reacción bioquímica son más altas, todo lo cual facilitará el

rápido desarrollo de la biomasa y la estabilización de la materia orgánica en el reactor biológico. El llenado de la planta de tratamiento deberá efectuarse empleando agua residual cruda.

Aspectos previos:

Antes de iniciar el llenado de las lagunas de estabilización, será necesario verificar que no existan fisuras al interior de las lagunas por donde podría infiltrarse el agua residual, así como ningún tipo de vegetación; y que todas las compuertas y distribuidores de caudal se encuentren en las posiciones correctas y que los vertederos de salida y los canales de conducción estén libres de obstáculos.

Después de cumplido el proceso de llenado de la planta de tratamiento, una serie de operaciones complementarias deberán ser ejecutada a fin de garantizar el buen funcionamiento de la misma. La principal y más importante operación es la verificación de la carga de agua sobre los vertederos situados en las estructuras de salida de las lagunas, las que deben mantenerse uniforme en todo su ancho. En caso contrario, será necesario nivelarlos empleando los dispositivos con que están dotados los vertederos. Fallas en la nivelación del vertedero conducen a la presencia de cortos circuitos y a una pobre eficiencia en el funcionamiento de las lagunas de estabilización.

Cuando se pone en marcha una planta de tratamiento y que ésta alcance su máxima eficiencia, habrán pasado semanas y en algunos

casos hasta meses. Al efecto, el arranque deberá efectuarse con un caudal menor al de diseño para favorecer la formación de la biomasa activa en suficiente concentración y de esta manera minimizar el impacto negativo de una súbdita puesta en marcha.

Llenado de las lagunas anaeróbicas:

Con la finalidad de evitar la generación de fuertes olores durante el arranque de las lagunas anaeróbicas, no se las debe llenar con el caudal de diseño previsto en el proyecto. El llenado de las lagunas deberá dar tiempo al desarrollo gradual de los diferentes tipos de organismos necesarios para la estabilización de la materia orgánica. Sin embargo, dependiendo de la concentración de sulfatos y de la temperatura medio ambiental, es muy posible que una vez alcanzada la capacidad de tratamiento prevista en el diseño, la laguna anaeróbica produzca malos olores.

El llenado de las lagunas se deberá efectuar lentamente bajo una rigurosa supervisión a fin de evitar la proliferación excesiva de malos olores. Al inicio y durante dos o más días se aplica una lámina de agua entre 25 a 35 centímetros. El tiempo de llenado para alcanzar la altura de agua indicada debe efectuarse de modo que no se produzcan malos olores. Luego de alcanzada la altura se aguarda el tiempo necesario para el desarrollo de los microorganismos responsables de la estabilización de la materia orgánica y el cual se presenta

justamente antes que aparezcan o se desarrollen las algas en forma masiva y que bajo condiciones climáticas normales puede demandar una semana.

A continuación, diariamente se aplicará una lámina de agua equivalente a la mitad de la tasa de diseño (g DBO/m³) de la laguna anaeróbica hasta alcanzar el nivel de rebose de los vertederos de salida. Una vez alcanzado este nivel se procederá a verificar o ajustar la horizontalidad de cada uno de ellos, de modo que la altura de la lámina de agua efluente sea uniforme a todo lo ancho del o de los vertederos. Concluido el ajuste, se procederá a alimentar la laguna anaeróbica con el caudal de agua residual disponible.

Llenado de las lagunas facultativas:

El llenado de las lagunas facultativas deberá efectuarse lentamente. Al inicio y durante dos o más días se aplicará una lámina de agua de unos 30 centímetros. Luego de alcanzada la altura se aguarda un tiempo prudencial para el desarrollo natural de las algas, el cual bajo condiciones normales puede demandar de dos o más semanas. Es necesario que mientras se desarrollen las algas se mantenga la lámina de agua dentro de la laguna.

Una vez que el agua se ha tornado verde por el crecimiento de las algas, se procede a cargarlo con una tasa de aplicación similar al de diseño hasta llegar al nivel de rebose de los vertederos de salida.

Finalmente, al igual que en caso anterior se procede a verificar el nivel de cada uno de los vertederos de modo que la lámina de agua efluente sean iguales y homogéneas en todas ellas.

Definición de Riego:

El riego es un procedimiento que consiste en el aporte artificial de agua a un determinado terreno, generalmente con la intención de intentar con el mismo facilitar el crecimiento de vegetales. Es implementado desde la antigüedad por su relevancia en el desarrollo de la agricultura.

En cada momento histórico fueron empleándose distintas técnicas para garantizarlo, dejando testimonios de distintas formas de encarar este intento. El riego es enormemente importante en zonas en las que pueden existir variabilidades de lluvias que hagan perder cosechas o las hagan mermar considerablemente. Es por esta circunstancia que el desarrollo de nuevas formas de proporcionar agua siempre estará presente para garantizar una mejora en la producción de materias primas.

El riego del suelo debe ser estudiado en profundidad antes de ser implementado, teniéndose en cuenta las posibles formas de llevarlo a cabo y las posibles consecuencias. Ciertamente, puesto en práctica

con conciencia puede significar una mejora profunda de la productividad del suelo, mejora que tendrá su impacto positivo también desde el punto de vista financiero.

TIPOS DE RIEGO SUPERFICIAL POR APLICACIÓN.

Riego por tendido e inundación:

El riego es la forma más antigua de aplicar el agua a los cultivos; no se efectúan mayores trabajos para emparejamiento o nivelar el suelo, perdiéndose gran cantidad del agua. Generalmente no se aprovechan más de 20 a 30 litros de agua por cada 100 litros que se aplican al potrero.

El trabajo y la inversión que se deben realizar para usar este método se reduce al trazado de los canales. Se pueden regar prácticamente todos los suelos y cultivos; si se ve en la obligación de usarlo, utilícelo sólo en praderas o cereales y evite regar cultivos sembrados en hilera o frutales.

Riego por platabandas o bordes:

El método de riego por bordes no se encuentra muy difundido en el país; se adapta principalmente a praderas y cereales. Se requiere de un suelo nivelado, con un desnivel máximo de 7 m en 100 metros en el sentido del riego y sin desnivel en el sentido perpendicular al riego. Para que se logren las eficiencias que se han mencionado es necesario disponer de un gran caudal y desnivel de 2 a 3%.

El agua se deja correr por franjas de terreno niveladas, limitadas por bordes; se debe disponer de estructuras como cajas de distribución o sifones para lograr un buen manejo del agua, de manera que la altura del agua no sobrepase la altura de los bordes.

Riego por surcos:

El riego por surcos se adapta a cultivos sembrados en hileras como papas, remolacha, cebollas, ajos, hortalizas y frutales en general.

La eficiencia promedio del método de riego por surcos alcanza al 50%, es decir de 100 litros que se aplican, sólo 50 lt quedan disponibles para las plantas. Para usar este método con alta eficiencia se requiere tener el suelo parejo sin desniveles, de lo contrario se reventarán los surcos o bien se apozará el agua.

TIPOS DE RIEGO TECNIFICADO O PRESUPUESTADO DE APLICACIÓN:

Riego por aspersión:

El riego por aspersión es un método de riego mecanizado o presurizado, ya que necesita de mecanismos que generan presión para mover el agua. Con este método de riego no es necesario nivelar el suelo, y se puede regar un potrero recién sembrado sin causar problemas de erosión o de corrimiento de las semillas, si se usa la presión y el aspersor adecuado.

Riego por goteo:

Se le denomina así, porque permite la aplicación del agua y los fertilizantes al cultivo en forma de "gotas" y localizada con alta frecuencia, en cantidades estrictamente necesarias y en el momento oportuno u óptimo. Esta aplicación, se hace mediante una red de tuberías (de conducción y distribución de PVC o Polietileno), y de laterales de riego (mangueras o cintas), con emisores o goteros, que entregan pequeños volúmenes de agua periódicamente, en función de los requerimientos hídricos del cultivo y de la capacidad de retención del suelo.

CAUDAL:

En dinámica de fluidos, caudal es la cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto (tubería, cañería, oleoducto, río, canal, etc) por unidad de tiempo. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo. Menos frecuentemente, se identifica con el flujo másico o masa que pasa por un área dada en la unidad de tiempo.

Caudal en Ingeniería:

El caudal de un río es fundamental en el dimensionamiento de presas, embalses y obras de control de avenidas. Dependiendo del tipo de obra, se emplean los caudales medios diarios, con un determinado tiempo de recurrencia o tiempo de retorno, o los caudales máximos instantáneos. La forma de obtención de uno y otro

es diferente y, mientras para los primeros se puede tomar como base los valores registrados en una estación de medición, durante un número considerable de años, para los segundos, es decir para los máximos instantáneos, muy frecuentemente se deben calcular a través de modelos matemáticos.

La medición práctica del caudal líquido en las diversas obras hidráulicas, tiene una importancia muy grande, ya que de estas mediciones depende muchas veces el buen funcionamiento del sistema hidráulico como un todo, y en muchos casos es fundamental para garantizar la seguridad de la estructura. Existen diversos procedimientos para la determinación del caudal instantáneo. En el artículo medición del caudal se presentan algunas.

MÉTODOS DE MEDICION DE CAUDAL:

Existen diferentes métodos para medir el caudal de agua que atraviesa una sección, a continuación, se describirá algunos de los métodos de aforo más utilizados:

Velocidad y sección:

Este método es el más usado y se requiere medir el área de la sección transversal del flujo de agua y la velocidad media del flujo y para el cálculo del caudal se aplica la relación siguiente:

Donde:

$$Q=A*V$$

Q: Caudal del agua en litros por segundo (l/s) o en metros cúbicos por segundo (m³/s)

A: Área de la sección transversal del flujo de agua.

V: Velocidad media del agua.

El problema principal es medir la velocidad media en los canales o cauces ya que la velocidad varía en los diferentes puntos de la sección.

Método Volumétrico:

Se emplea por lo general para caudales muy pequeños y se requiere de un recipiente para coleccionar el agua. Consiste en determinar el tiempo que tarda una corriente de agua en llenar un recipiente de volumen conocido. El caudal resulta de dividir el volumen de agua que se recoge en el recipiente entre el tiempo que transcurre en coleccionar dicho volumen. Responde a la fórmula.

$$Q=V/T$$

Donde:

Q: Caudal m³ /s

V: Volumen en m³

T: Tiempo en segundos

Es un método sencillo, exige poco equipo y es muy preciso si se aplica con un cuidado razonable. Mientras más grande sea el depósito, mayor será el tiempo necesario para llenarlo y más precisa la medición.

Si se mide el tiempo con un cronómetro con error de 0,2 segundos, el error se minimiza tomando tiempos mayores a 60 segundos (1 minuto).

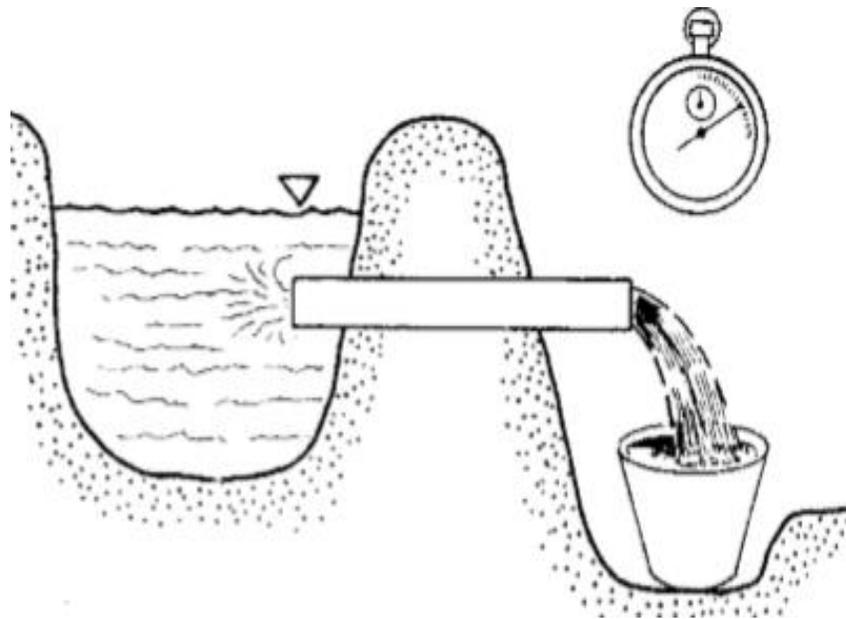


Figura N°25 Calculo del Caudal

2.3. Definición de Términos

Aguas Residuales: Son cualquier tipo de agua cuya calidad se vio afectado negativamente por influencia antropogénica. Las aguas residuales incluyen las aguas usadas, domesticas, urbanas y los residuos líquidos industriales o mineros.

Riego: Consiste en aportar agua a los cultivos por medio del suelo para satisfacer sus necesidades hídricas que no fueron cubiertos mediante la precipitación. Se utiliza en la agricultura y en la jardinería.

2.4. Hipótesis

2.4.1. Hipótesis General

El Tanque Imhoff presenta mejores atributos en comparación a la Laguna de Estabilización.

2.4.2. Hipótesis Específicos

La calidad de agua medida en el afluente del Tanque Imhoff y Laguna de Laguna de Estabilización cumple con los Estándares de Calidad Ambiental para reusó del agua en riego.

Los caudales influyen significativamente en la variación horaria y mensual de los sistemas Tanque Imhoff y Laguna de Estabilización que favorecerá al reusó del agua para la ampliación de la frontera bajo riego.

2.5. Variables

2.5.1. Definición conceptual de la variable (Diagrama de variables):

La definición conceptual o nominal básicamente constituye una abstracción articulada en palabras para facilitar su comprensión y su adecuación a los requerimientos prácticos de la investigación. Estas se originan en los objetivos de la investigación, donde se identificarán las acciones que proponen los objetivos, es el concepto de la variable misma.

Para tal efecto, consideramos que la definición conceptual es un elemento del proceso de investigación científico, en que un concepto específico se define como ocurrencia mensurable –que se puede medir-. Básicamente le da el significado del concepto. Desde nuestra perspectiva esta definición permite al investigador tener una idea clara de lo que es conceptualmente la variable que representa al hecho que se investiga.

En consecuencia, como señala Latorre y otros (2005) la definición conceptual de la variable es la que se propone explicar y desarrollar el contenido del concepto; es la definición de “libro”. Es una entidad abstracta supuesta, bien definida y articulada, que consideramos que existe, aunque no sea estrictamente observable y que sirve para explicar determinado fenómeno.

2.5.2. Definición operacional de la variable (indicadores de las variables)

Conjunto de procedimientos que describen las actividades que un observador debe realizar para recibir las impresiones sensoriales, las cuales indican la existencia de un concepto teórico en mayor o menor grado. En tal sentido, trata de señalar claramente cómo se van a manipular o medir las variables y además señala que, para medir una variable, es necesario hacer una serie de actividades o procedimientos.

La Operacionalización de las variables está estrechamente vinculada al tipo de técnica o metodología empleadas para la recolección de datos. Estas deben ser compatibles con los objetivos de la investigación, a la vez que responden al enfoque empleado, al tipo de investigación que se realiza. Estas técnicas, en líneas generales, pueden ser cualitativas o cuantitativas.

Vandervert (1980/1988) describió, con detalle científico, un ejemplo simple y diario de una definición operacional en términos de fabricación de una tarta (su receta es una definición operacional, usada en un laboratorio especializado conocido como la cocina del hogar).

2.5.3. Operacionalización de la variable

VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES
	- Tanque Imhoff		
V1:		- Lecho de secado.	
Sistema Tratamiento de Aguas Residuales		- Cámara de rejas.	M3
		- Filtro biológico.	
	- Laguna de Estabilización.	Laguna de Estabilización.	M3
	- Calidad de agua.	- Físicos.	
V2:		- Químicos.	L
Agua residual para reusó en riego.		- Biológicos.	
	- Riego de terrenos agrícolas.	Q	L/S

CAPITULO III

METODOLOGIA

3.1. Método de Investigación

El método general de investigación que se empleara en el siguiente proyecto es el método científico. El estudio del método científico es objeto de estudio de la epistemología. Así mismo, el significado de la palabra “método” ha variado, ahora se le conoce como conjunto de técnicas y procedimientos que permiten al estudiante averiguador realizar los objetivos del proyecto de investigación. (Ezequiel, 1984)

3.2. Tipo de Investigación

El tipo de investigación que se empleara en el siguiente proyecto de investigación es de tipo Aplicada, estudio de una disciplina científica en específico, alcanzando el objetivo planteado del proyecto de investigación. Y según Murillo (2008, pag. 159) en obra investigación científica, define al tipo de investigación aplicada como “que se caracteriza por que busca la aplicación o utilización de los conocimientos adquiridos, a la vez que se

adquieren otros, después de implementar y sistematizar la practica basada en investigación”, coincidiendo con la propuesta planteada.

3.3. Nivel de Investigación

El nivel de Investigación es descriptivo – explicativo, primero se describe las características y particularidades que manifiesta cada fenómeno o evento en cada espacio, también identificar y describir la influencia de otras variables sobre el desarrollo del desastre. Y según Sanchez Carlessi (2006, pag. 45) en su obra investigación científica, define al nivel descriptivo como “el que mide y evalúa con precisión el grado de relación que existe entre dos conceptos o variables, en la cual su utilidad radica en saber cómo se puede comportar una variable, conociendo el comportamiento de otra variable” colaborando con la propuesta planteada.

3.4. Diseño de Investigación

El diseño del proyecto de investigación es no experimental, de tendencia transversal con muestreo intencionado. En este caso solo se observa los fenómenos en su estado natural para luego analizarlos, no se manipulan deliberadamente la variable independiente. Y según Hernández (2005, pag. 58) en su obra científica de investigación, metodología de la investigación, define a la investigación no experimental como “que es la que realiza sin manipular deliberadamente variables; se basa fundamentalmente en la observación de fenómenos tal y como se dan en su contexto natural para después analizarlos”, coincidiendo con la propuesta planteada.

3.5. Población y Muestra

Población: Tanque Imhoff y Lagunas de Estabilización en el Valle del Mantaro

Muestra:

M1: Tanque Imhoff Planta de Tratamiento de Sapallanga.

M2: Lagunas de Estabilización de la Planta de Tratamiento de Ataura.

3.6. Técnicas e instrumentos de Recolección de Datos

La técnica de recolección de datos es de observación indirecta, mediante la observación del proyecto de investigación se analizará sus características y ventajas de cada (PTAR).

Levantamiento de datos en el campo: Recolectar datos implica tres actividades estrechamente vinculadas entre sí: seleccionar un instrumento de recolección de datos, aplicación ese instrumento y preparar observaciones, registros y mediciones obtenidos. (Según Fernández).

Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos que se utilizó para la recolección de datos del presente proyecto de investigación es:

- Ficha de observación.
- Hoja de cálculo de Excel.

3.7. Procesamiento de la Información

- Computadoras.
- Internet.
- Laboratorios.

- GPS
- Cámara fotográfica.

3.8. Técnicas y Análisis de Datos

En esta etapa se determina como analizar los datos obtenidos de la recolección, los cuales fueron mediante software.

- Microsoft Excel.
- Microsoft Word.
- AutoCad.

Resultados de laboratorio: En este punto se seleccionará el tipo de análisis que permitirá realizar esta investigación. El análisis de datos consiste en estudiar la información recabada, la cual debe ir ligada con los requerimientos de la información identificados con los objetivos de la investigación.

4.2. Estándares de Calidad Ambiental en la calidad de agua medida en el afluente del tanque Imhoff y la Laguna de Estabilización.

4.2.1 Tanque Imhoff

Nombres	LMP	Resultados
Aceites y Grasas	20.0	11.0
PH	6.5 – 8.5	8.3
DBO	100.0	254.0
DQO	200.0	550.0
Solidos Totales Suspendidos	150.0	210.0
Temperatura	< 35.0	14.0
Coliformes Fecales	10000.0	240 000.0

TABLA N°3: Resultados en comparación con los LMP

Comentario: Se observa los resultados del efluente del Tanque Imhoff con respecto a los Límites máximos Permisibles, estos parámetros se monitorean en el agua residual cruda (afluente) y en el agua residual tratada (efluente), tomando en todos los casos muestras simples viéndose los resultados en los siguientes gráficos.

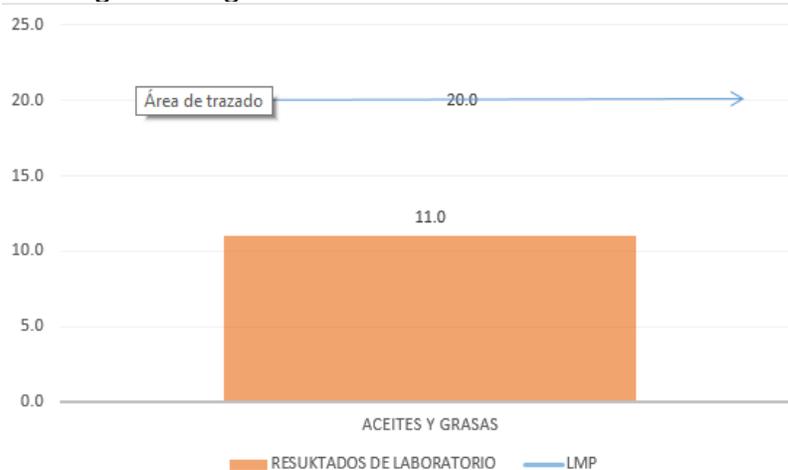


Gráfico N°1: Resultado de A y G en comparación con los LMP.

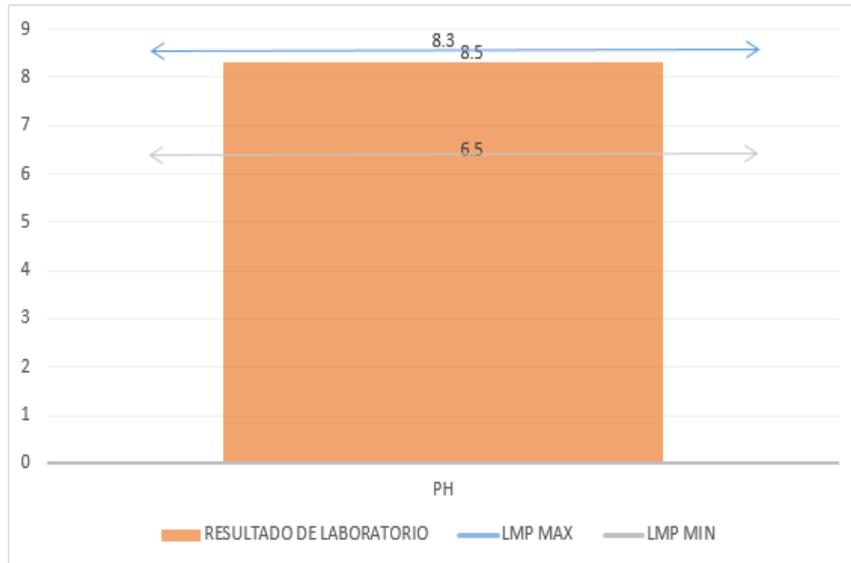


Grafico N°2: Resultado de PH en comparación con los LMP (6.5 – 8.5).

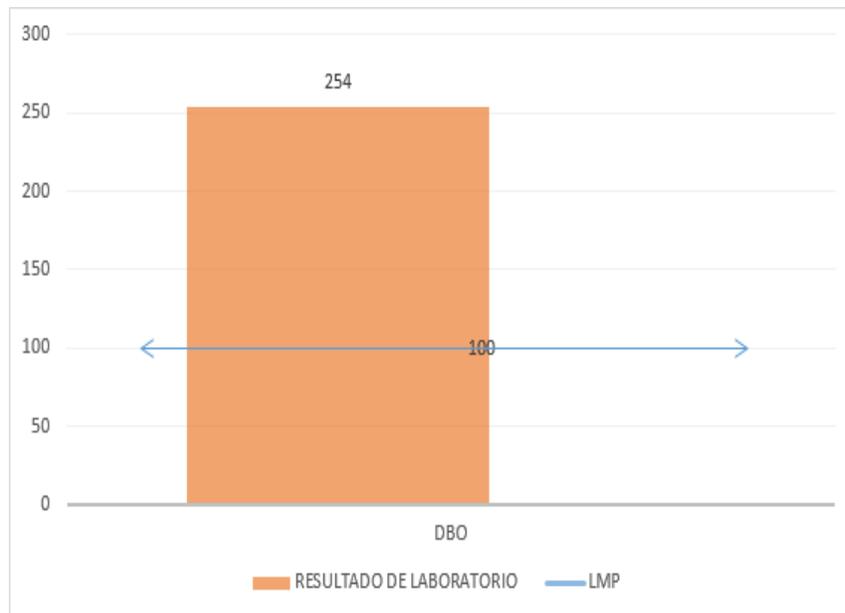


Grafico N°3: Resultado de DBO en comparación con los LMP.

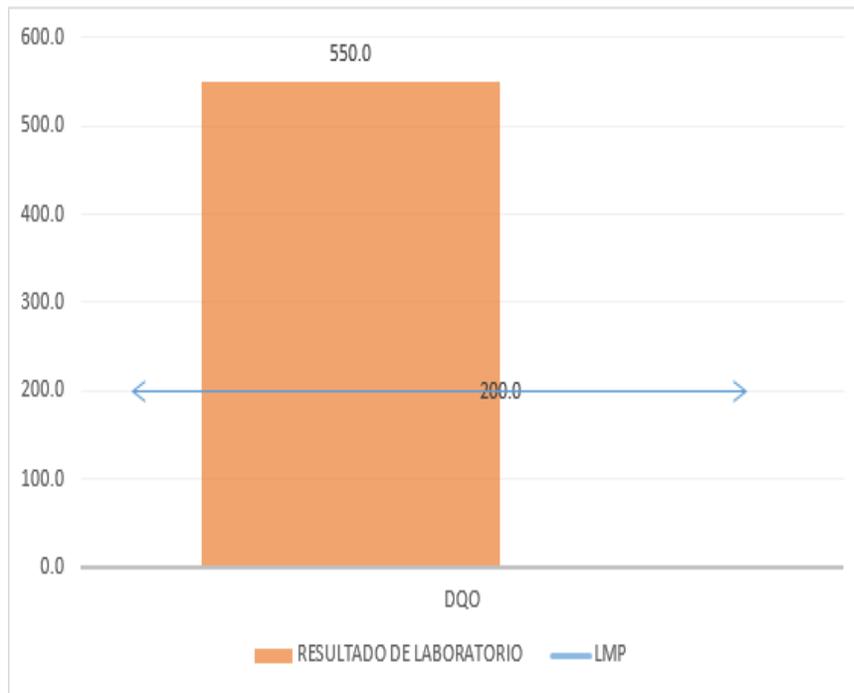


Grafico N°4: Resultado de DQO en comparación con los LMP.

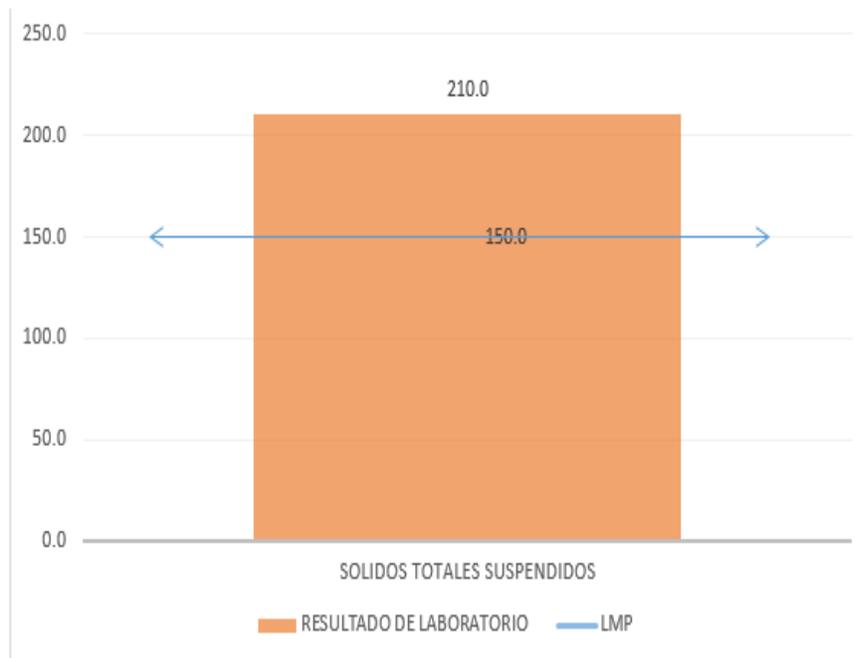


Grafico N°5: Resultado de Solidos Totales en comparación con los LMP.

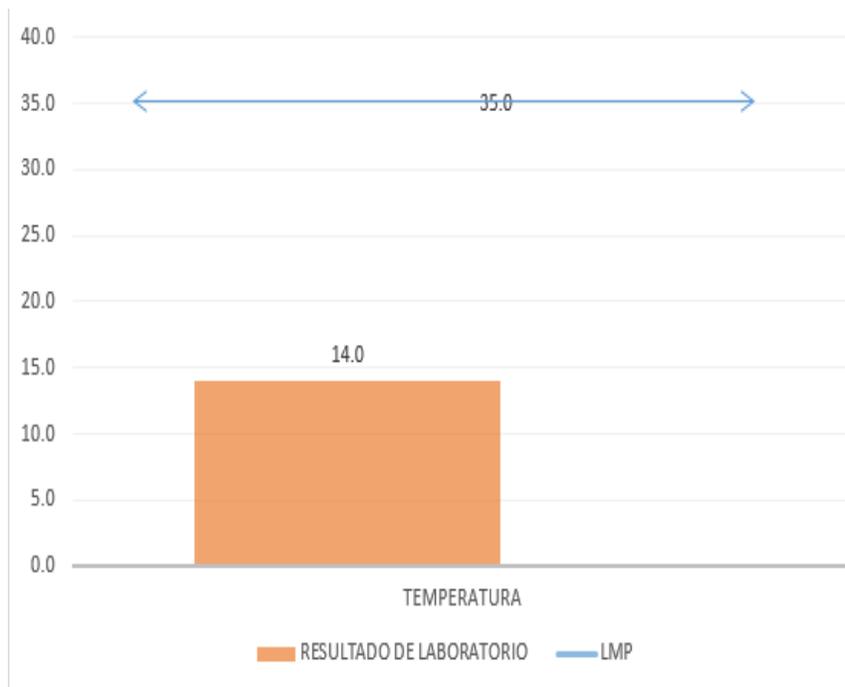


Grafico N°6: Resultado de Temperatura en comparación con los LMP.

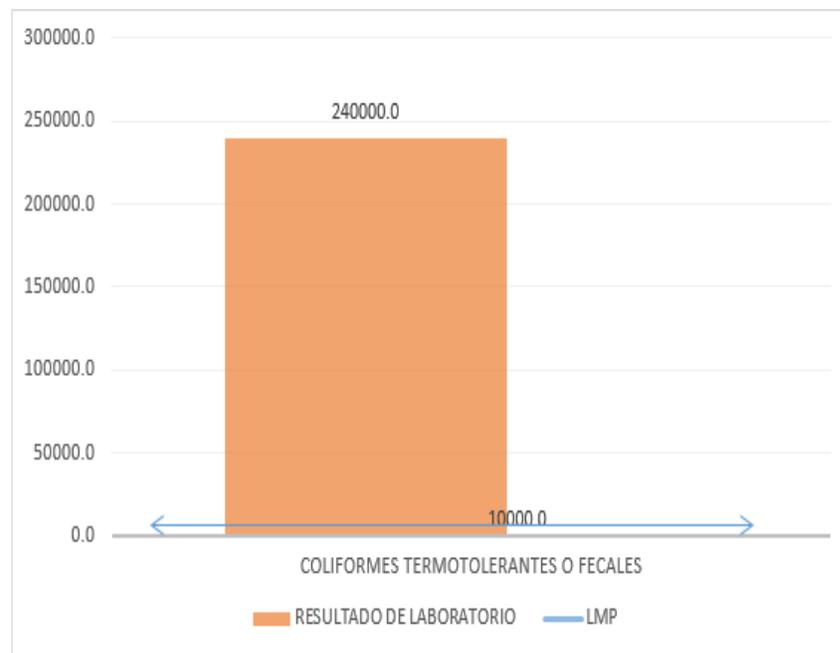


Grafico N°7: Resultados de Coliformes Fecales en comparación con los LMP.

Nombres	ECA	Resultados
Aceites y Grasas	5.0	11.0
PH	6.5 – 8.5	8.3
DBO	15.0	254.0
DQO	40.0	550.0
Solidos Totales Suspendidos	≤ 100.0	210.0
Temperatura	Δ3	14.0
Coliformes Fecales	1000.0	240 000.0

TABLA N°4: Resultados en comparación con los ECA

Comentario: Se observa los resultados del efluente del Tanque Imhoff con respecto a los Estándares de Calidad de Agua, estos parámetros se monitorean en el agua residual cruda (afuente) y en el agua residual tratada (efluente), tomando en todos los casos muestras simples viéndose los resultados en los siguientes gráficos.

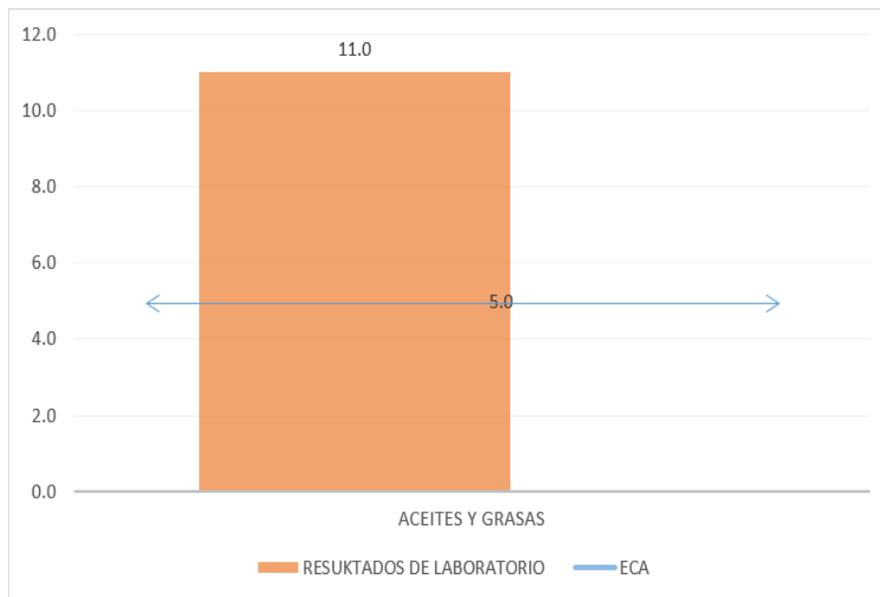


Grafico N°1: Resultado de A y G en comparación con los ECA.

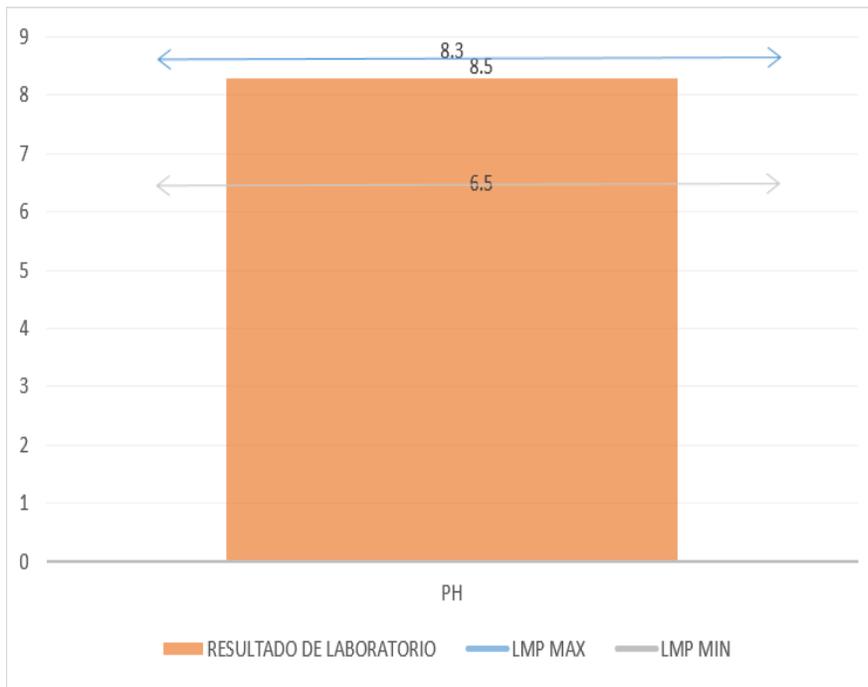


Grafico N°2: Resultado de PH en comparación con los ECA (6.5 – 8.5).

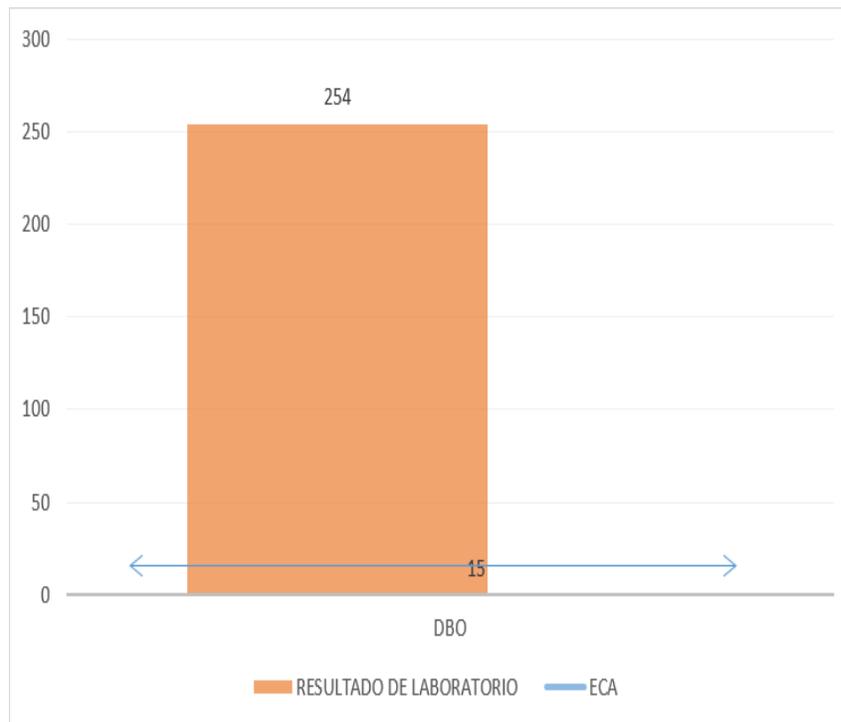


Grafico N°3: Resultado de DBO en comparación con los ECA.

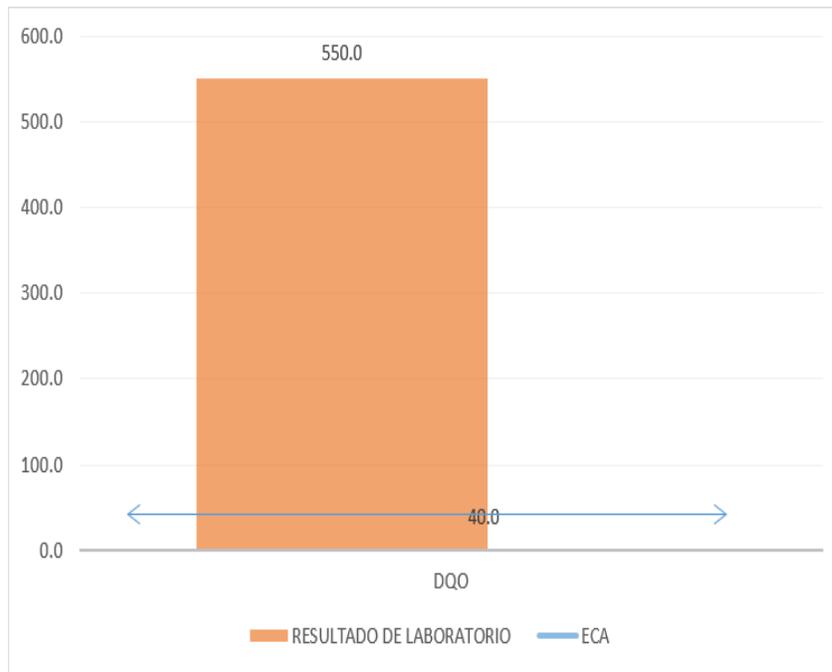


Grafico N°4: Resultado de DQO en comparación con los ECA

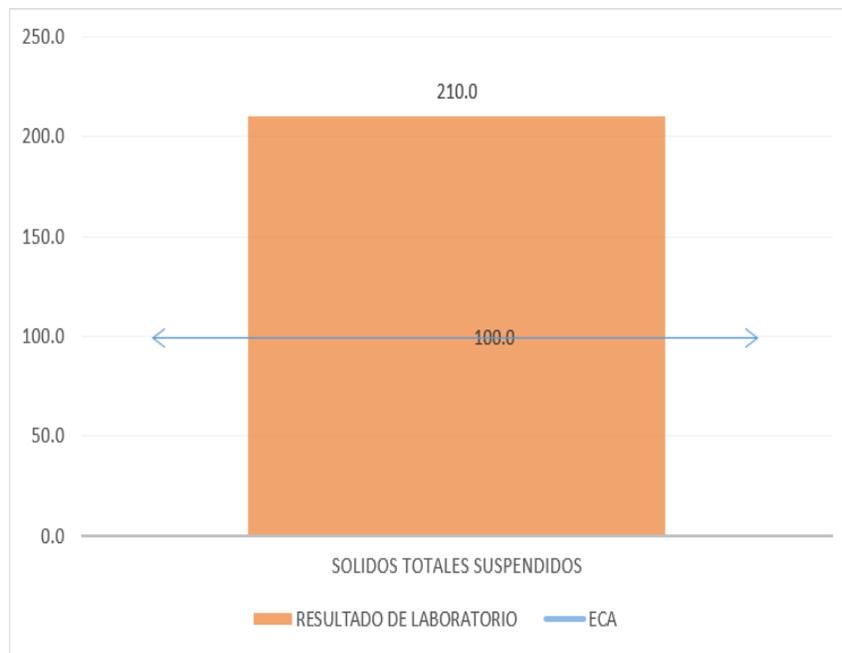


Grafico N°5: Resultado de Solidos Totales en comparación con los ECA.

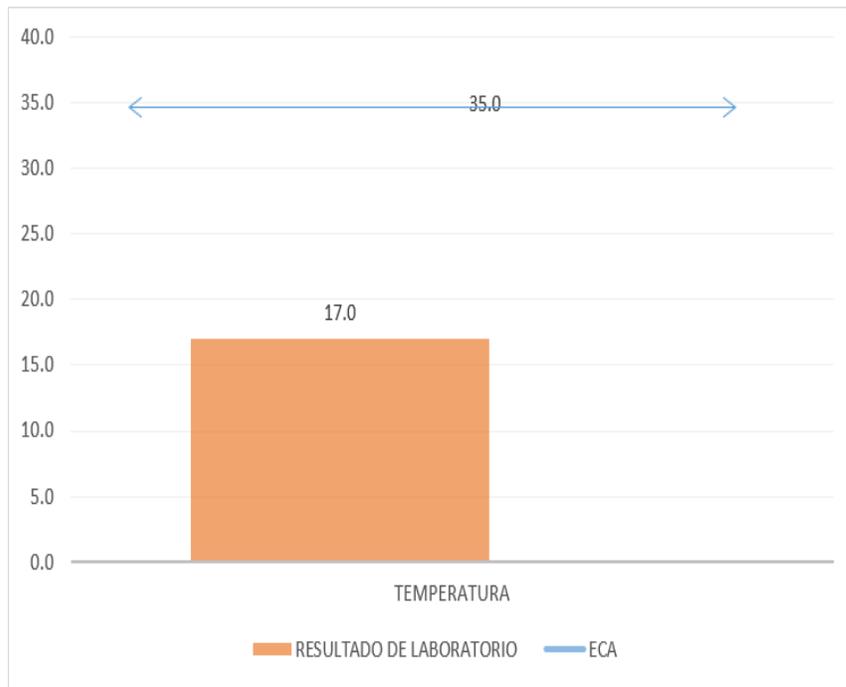


Grafico N°6: Resultado de Temperatura en comparación con los ECA.

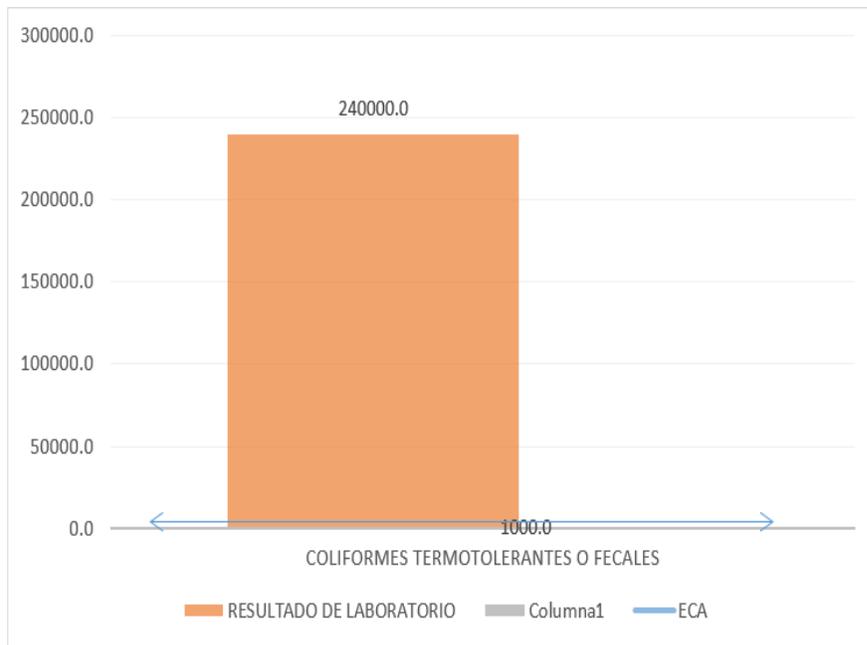


Grafico N°7: Resultados de Coliformes Fecales en comparación con los ECA.

4.2.2. Estándares de Calidad Ambiental Laguna de Estabilización: (ATAURA)

Nombres	LMP	Resultados
Aceites y Grasas	20.0	4.5
PH	6.5 – 8.5	7.5
DBO	100.0	14.0
DQO	200.0	38.0
Solidos Totales Suspendidos	150.0	100.0
Temperatura	< 35.0	17.0
Coliformes Fecales	10000.0	990.0

TABLA N°5: Resultados en comparación con los LMP

Comentario: Se observa en la siguiente tabla Los resultados de las Aguas Residuales en Atura no pasan los Límites Máximos Permisibles, estos parámetros se monitorean en el agua residual cruda (afluente) y en el agua residual tratada (efluente), tomando en todos los casos muestras simples viéndose los resultados en los siguientes gráficos.

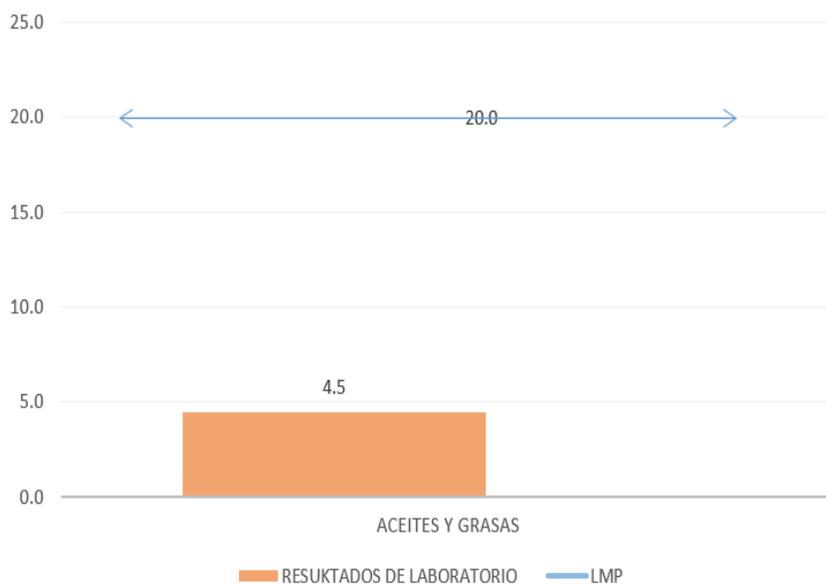


Gráfico N°1: Resultado de A y G en comparación con los LMP

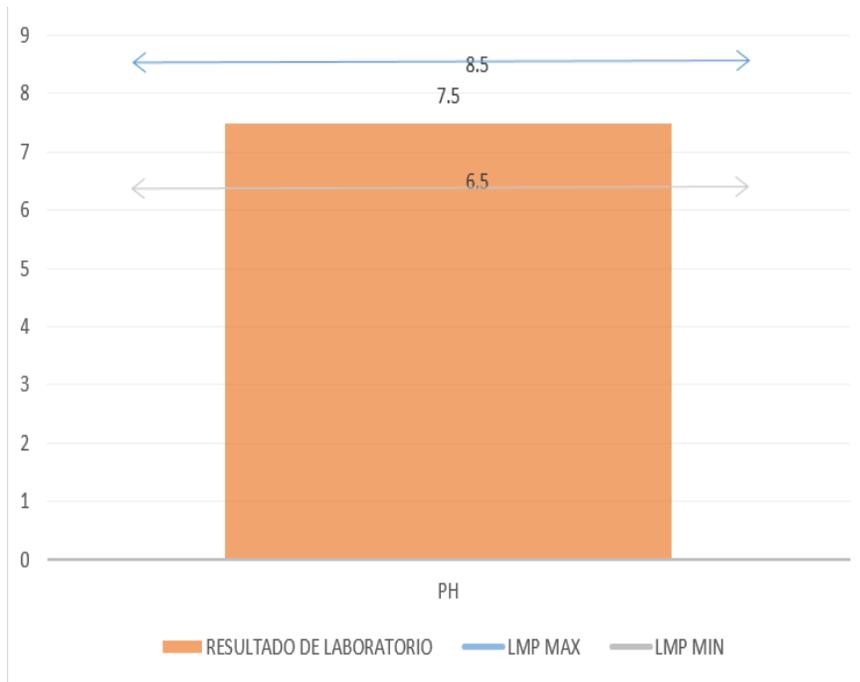


Grafico N°2: Resultado de PH en comparación con los LMP (6.5 – 8.5).

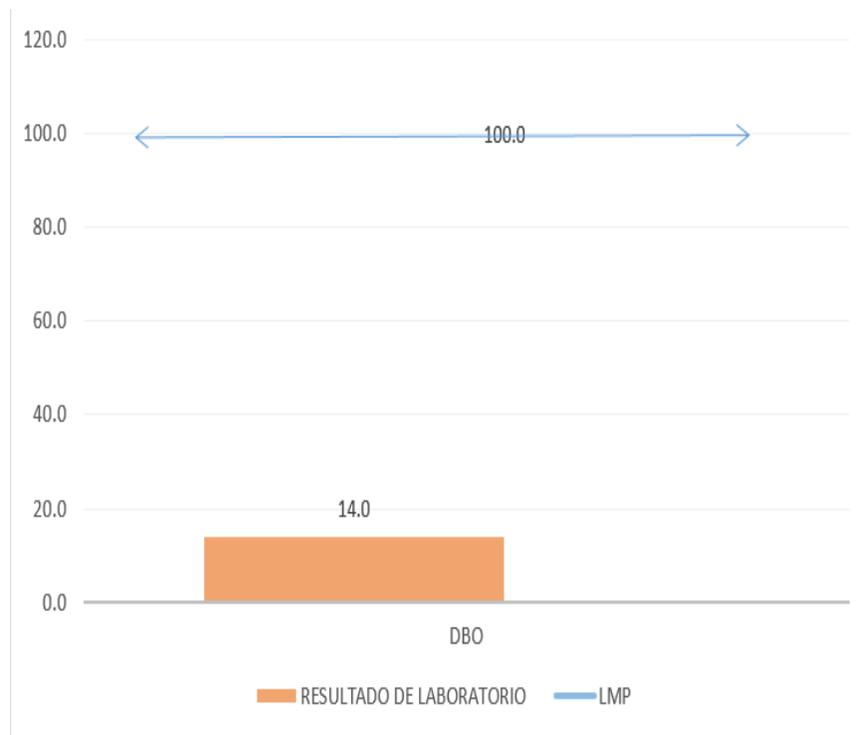


Grafico N°3: Resultado de DBO en comparación con los LMP.

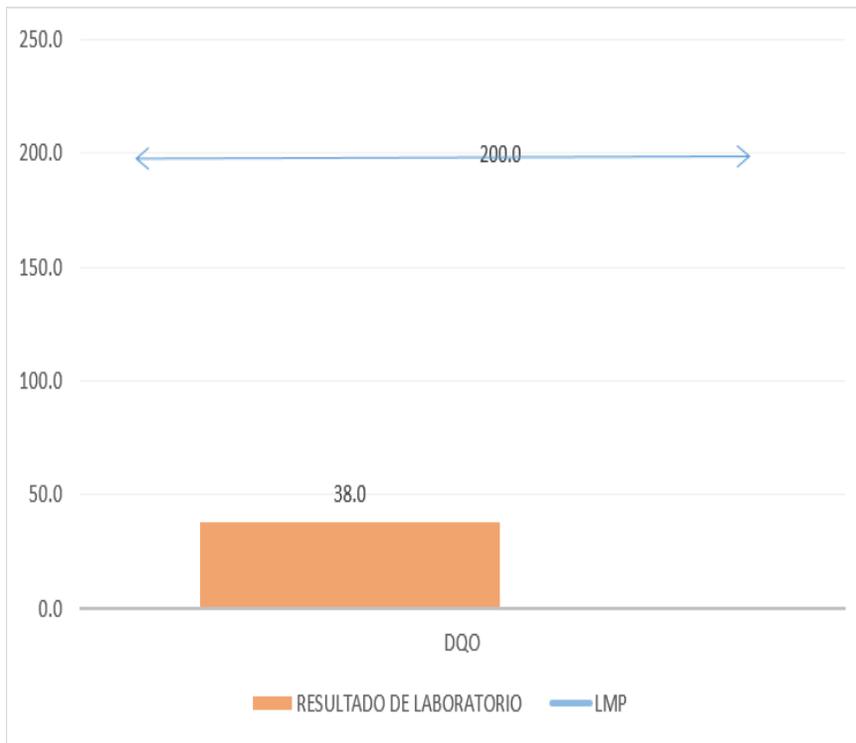


Grafico N°4: Resultado de DQO en comparación con los LMP.

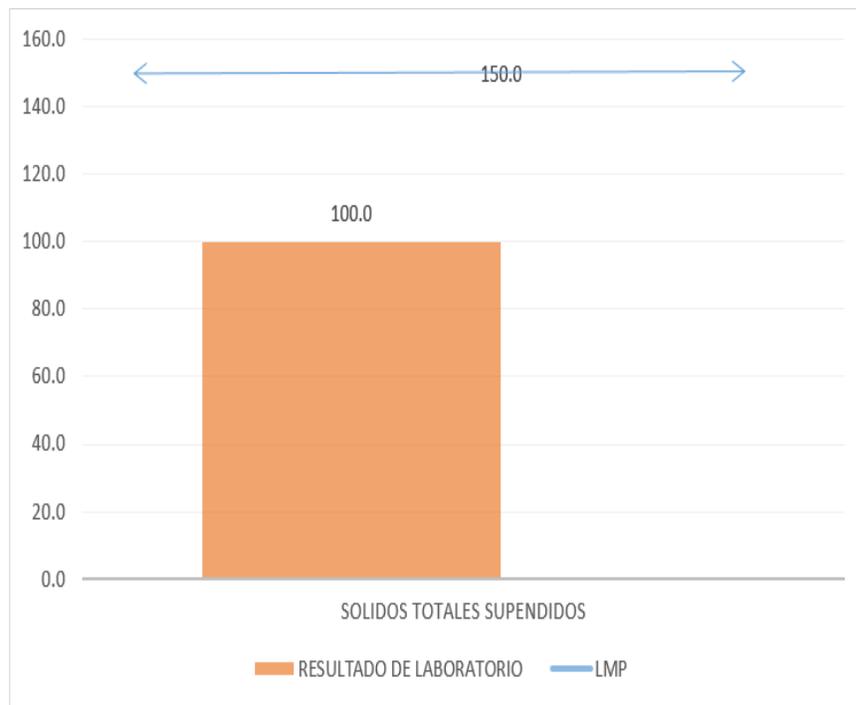


Grafico N°5: Resultado de Solidos Totales en comparación con los LMP.



Grafico N°6: Resultado de Temperatura en comparación con los LMP.

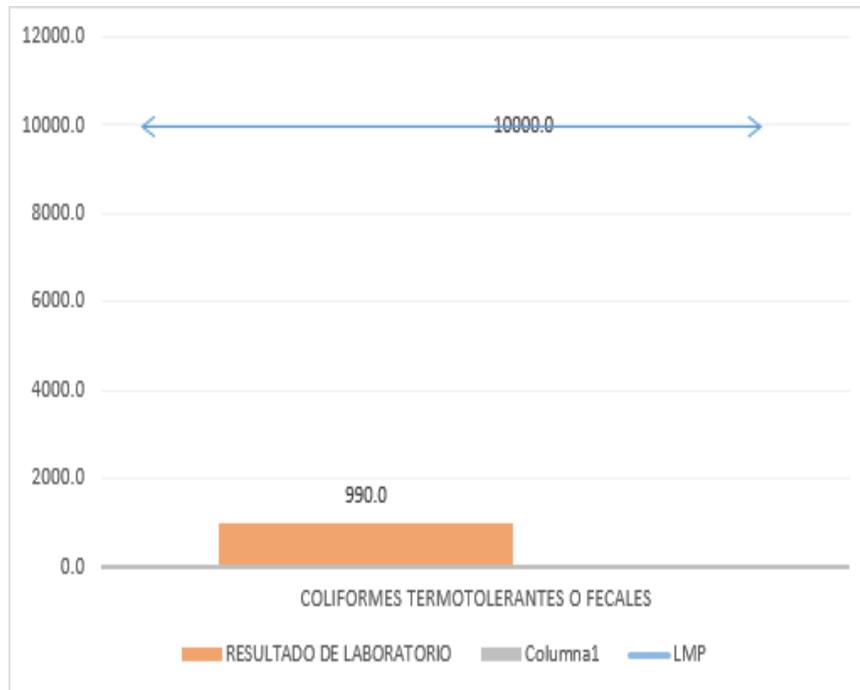


Grafico N°7: Resultados de Coliformes Fecales en comparación con los LMP.

Nombres	ECA	Resultados
Aceites y Grasas	5.0	4.5
PH	6.5 – 8.5	7.5
DBO	15.0	14.0
DQO	40.0	38.0
Solidos Totales Suspendidos	≤ 100.0	100.0
Temperatura	Δ3	17.0
Coliformes Fecales	1000.0	990.0

TABLA N°6: Resultados en comparación con los ECA

Comentario: Se observa en la siguiente tabla Los resultados de las Aguas Residuales en Ataura no pasan los Estándares de Calidad Ambiental, estos parámetros se monitorean en el agua residual cruda (afluente) y en el agua residual tratada (efluente), tomando en todos los casos muestras simples viéndose los resultados en los siguientes gráficos.

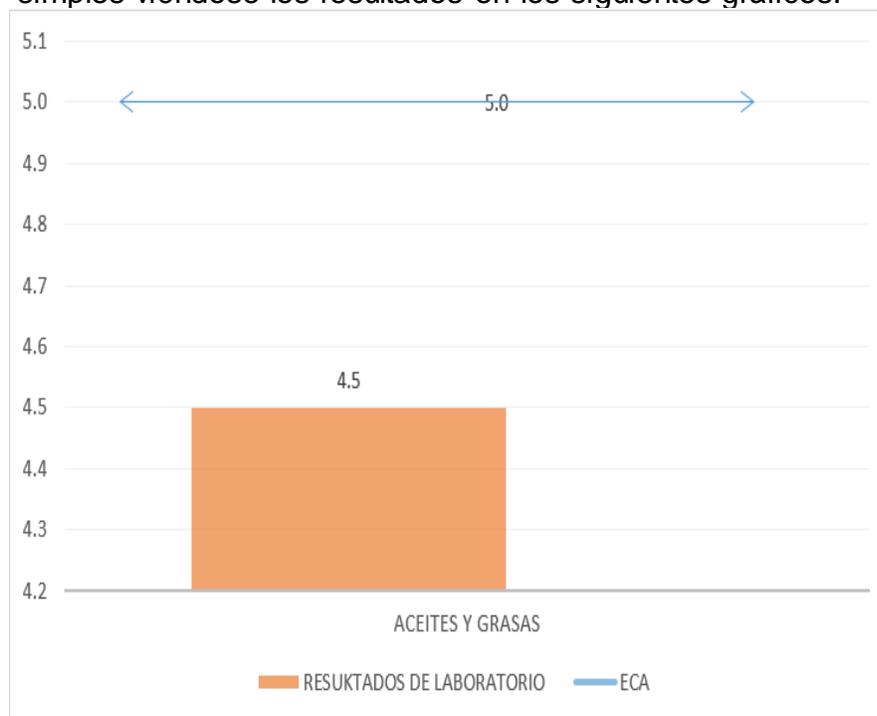


Gráfico N°1: Resultado de A y G en comparación con los ECA.

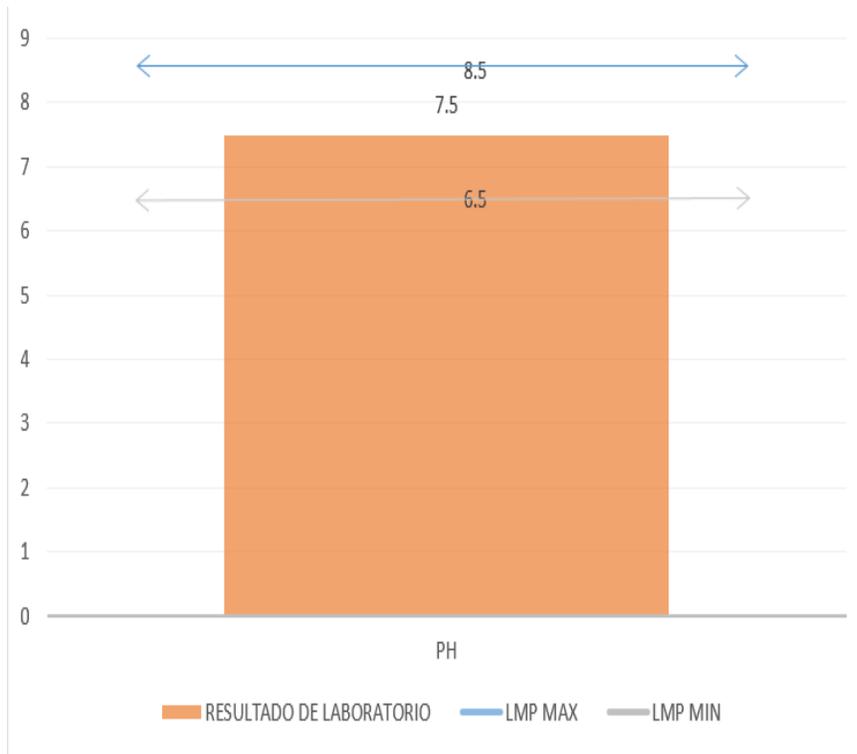


Grafico N°2: Resultado de PH en comparación con los ECA (6.5 – 8.5).

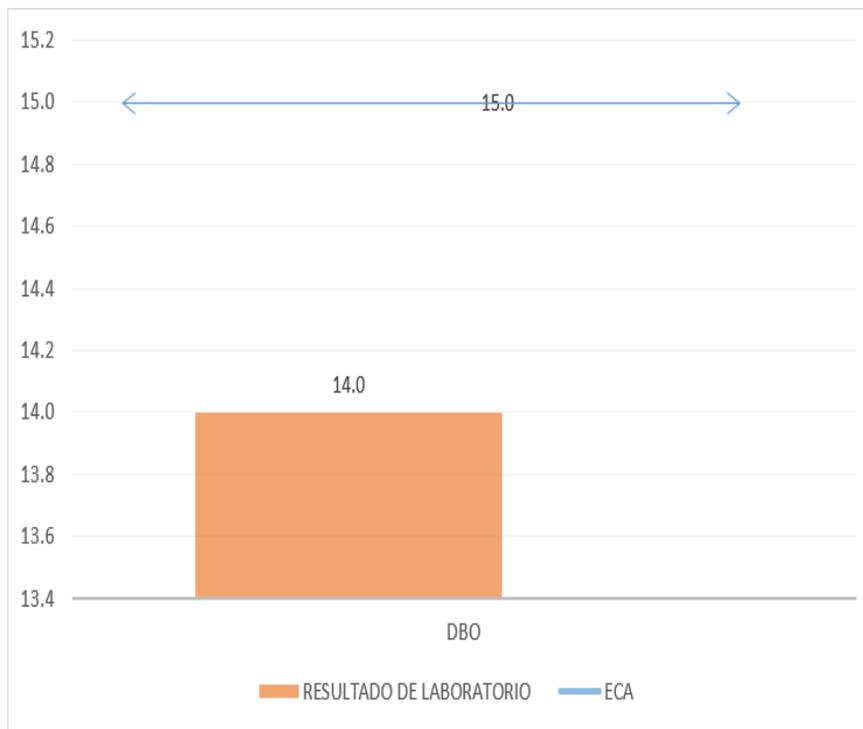


Grafico N°3: Resultado de DBO en comparación con los ECA.

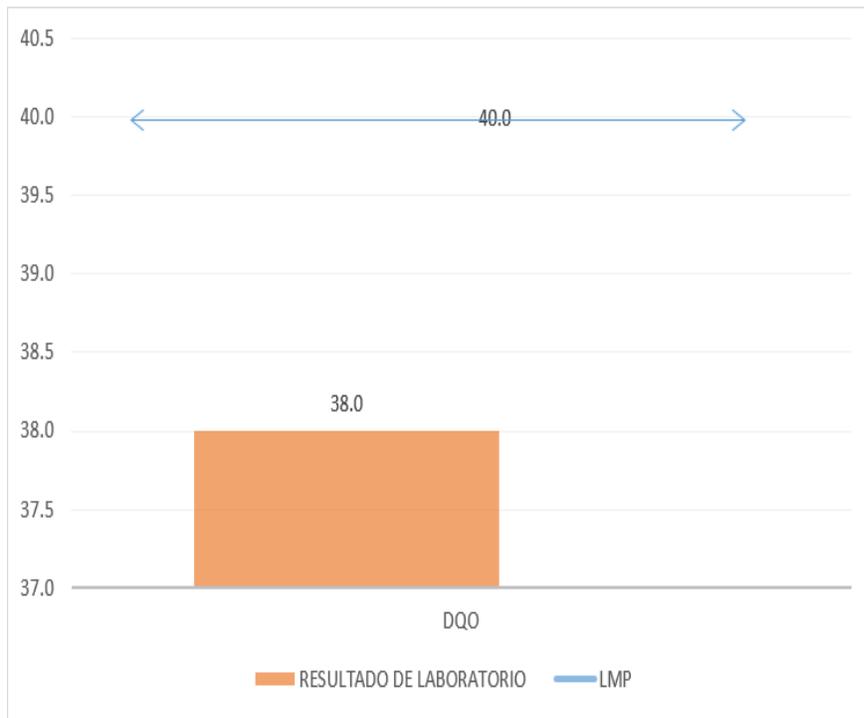


Grafico N°4: Resultado de DQO en comparación con los ECA.

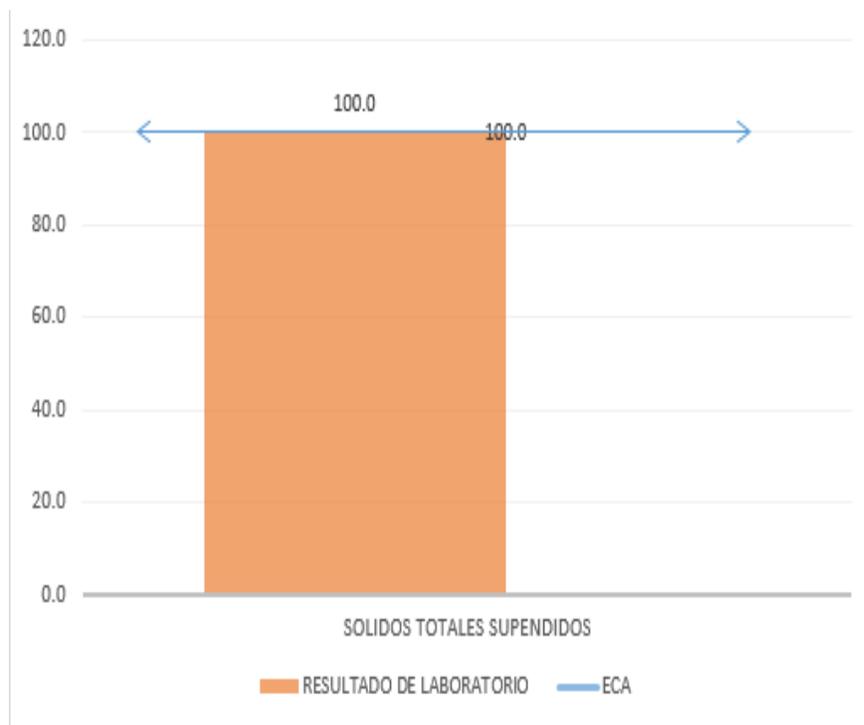


Grafico N°5: Resultado de Solidos Totales en comparación con los ECA.

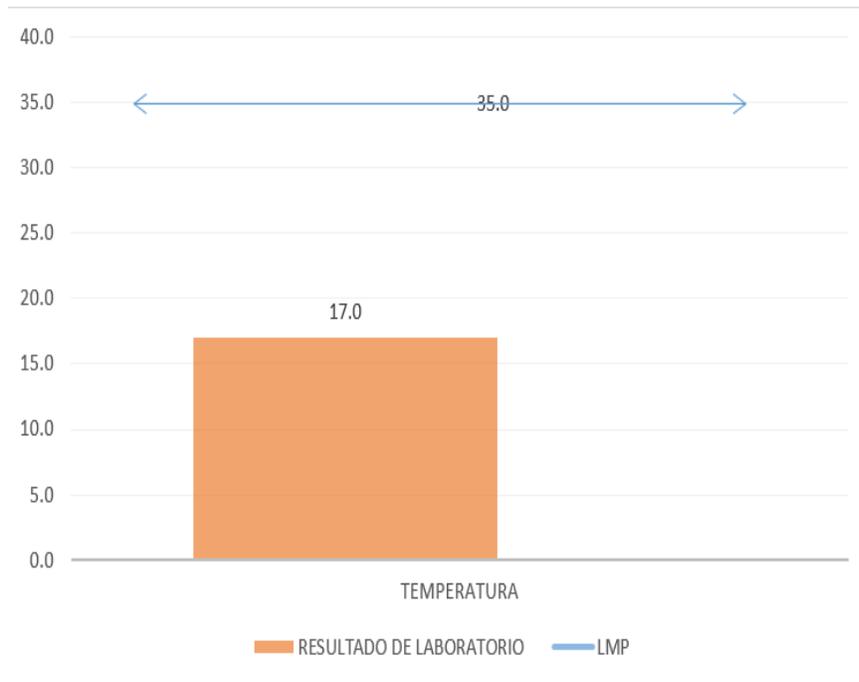


Grafico N°6: Resultado de Temperatura en comparación con los ECA.

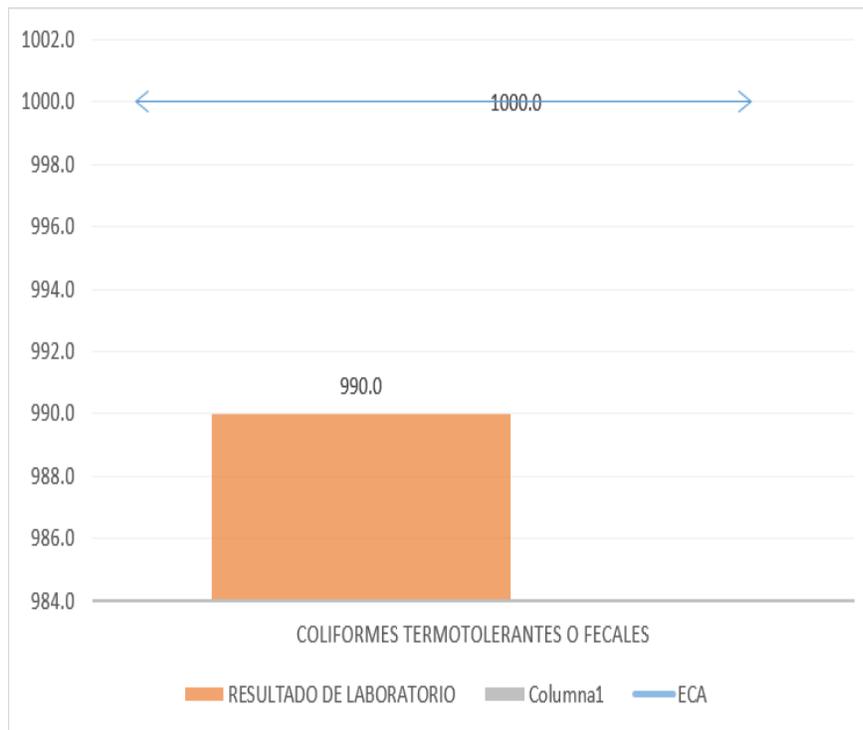


Grafico N°7: Resultados de Coliformes Fecales en comparación con los ECA.

4.3. Variación horaria y mensual de los sistemas Tanque Imhoff y Laguna de Estabilización.

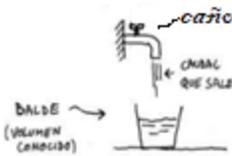
4.3.1 Sistema de Planta de Tratamiento Tanque Imhoff:

Calculo del caudal del Tanque Imhoff:

Un caño llena un balde de agua de 10 litros en 2 minutos.

a.- Calcular el caudal que sale por el caño.

b.- Sabiendo que la sección del caño es de 1cm^2 , calcular con que velocidad está saliendo el agua.



a)

$$Q = \frac{\text{Volumen}}{\text{tiempo}}$$

$$Q = \frac{10\text{l}}{2\text{min}}$$

$$Q = 5 \frac{\text{l}}{\text{min}} \rightarrow \text{Caudal que sale.}$$

b)

$$Q = V * S$$

$$5 \frac{\text{l}}{\text{min}} = v * 1\text{cm}^2$$

$$\frac{5000\text{ml}}{60\text{seg}} = v * 1\text{cm}^2$$

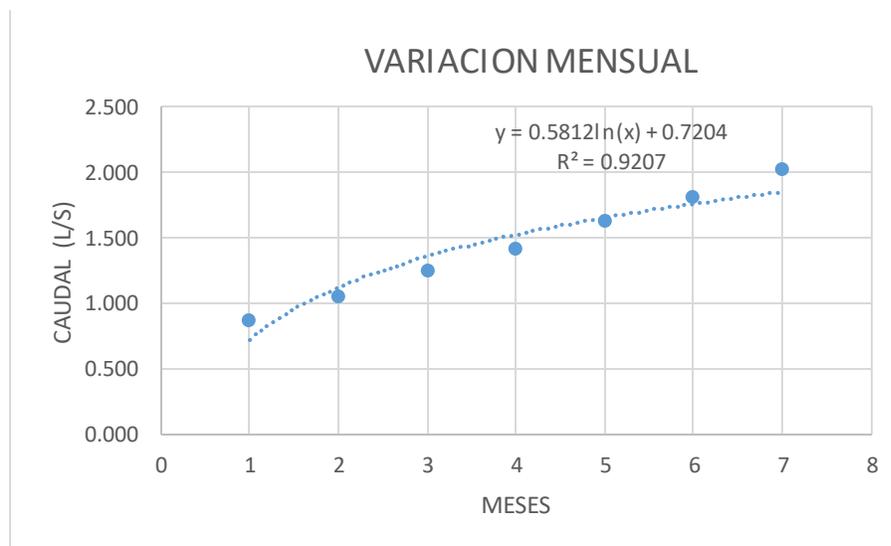
$$v = 83,3 \frac{\text{cm}}{\text{seg}} \rightarrow \text{Velocidad del agua a la salida.}$$

		CAUDALES (L/S)							
HORAS	N°	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	PROMEDIO
08:00 a.m.	1	0.867	0.842	0.818	0.831	0.865	0.759	0.778	0.823
09:00 a.m.	2	0.810	0.824	0.846	0.810	0.836	0.763	0.745	0.805
10:00 a.m.	3	0.831	0.817	0.828	0.807	0.778	0.741	0.776	0.797
11:00 a.m.	4	0.769	0.776	0.797	0.768	0.759	0.776	0.770	0.774
12:00 p.m.	5	0.776	0.797	0.759	0.759	0.763	0.786	0.774	0.773
01:00 p.m.	6	0.712	0.763	0.746	0.759	0.780	0.774	0.759	0.756
02:00 p.m.	7	0.776	0.759	0.772	0.767	0.763	0.780	0.774	0.770
03:00 p.m.	8	0.797	0.776	0.763	0.746	0.778	0.754	0.767	0.769
04:00 p.m.	9	0.776	0.763	0.763	0.776	0.780	0.763	0.758	0.768
05:00 p.m.	10	0.717	0.770	0.797	0.780	0.782	0.759	0.754	0.765
06:00 p.m.	11	0.750	0.767	0.787	0.770	0.759	0.741	0.759	0.762
07:00 p.m.	12	0.738	0.750	0.738	0.774	0.746	0.754	0.767	0.752
		0.776	0.784	0.784	0.779	0.782	0.762	0.765	0.776

Los caudales que se tomaron 4 veces por semana durante 7 meses por 12 horas al día para sacar un promedio para ver cuantas hectáreas se puede regar con el caudal resultante en el Tanque Imhoff.

MESES	N°	CAUDALES
ABRIL	1	0.858
MAYO	2	1.044
JUNIO	3	1.237
JULIO	4	1.419
AGOSTO	5	1.619
SETIEMBRE	6	1.805
OCTUBRE	7	2.016

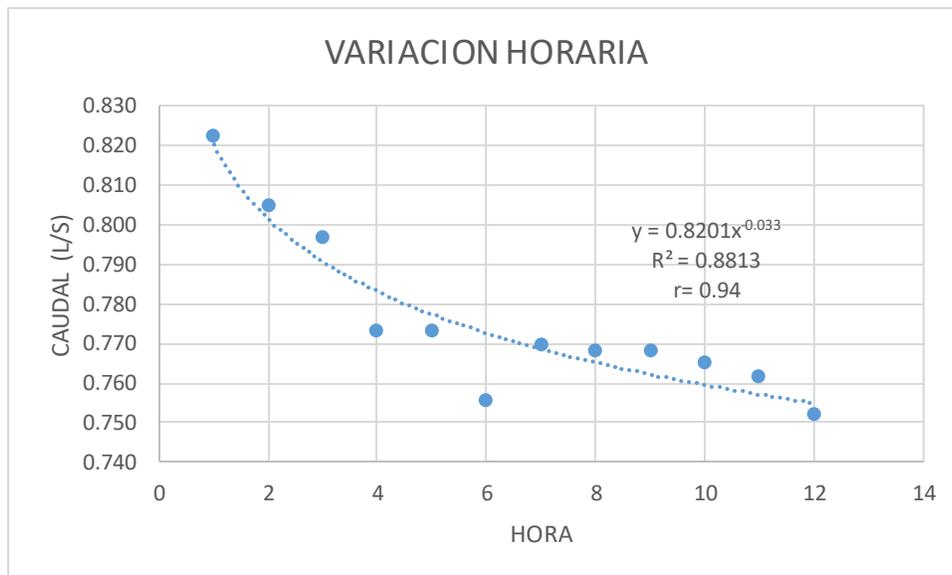
Resultado del promedio de los caudales x mes



Podemos observar el grafico de caudal vs meses con un $r = 0.92$

HORAS	N°	Q
08:00 a.m.	1	0.823
09:00 a.m.	2	0.805
10:00 a.m.	3	0.797
11:00 a.m.	4	0.774
12:00 p.m.	5	0.773
01:00 p.m.	6	0.756
02:00 p.m.	7	0.770
03:00 p.m.	8	0.769
04:00 p.m.	9	0.768
05:00 p.m.	10	0.765
06:00 p.m.	11	0.762
07:00 p.m.	12	0.752

Resultado del promedio de los caudales x hora



Podemos observar el grafico de caudal vs horas con un $r = 0.94$

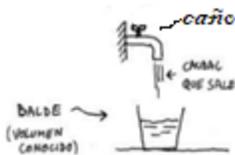
- Como el resultado de los análisis de aguas residuales no pasa los LMP y ECA el agua residual no es apto para el riego en Sapallanga.

4.3.2 Sistema de Planta de Tratamiento Laguna de Estabilización

Un caño llena un balde de agua de 10 litros en 2 minutos.

a.- Calcular el caudal que sale por el caño.

b.- Sabiendo que la sección del caño es de 1cm^2 , calcular con que velocidad está saliendo el agua.



a)

$$Q = \frac{\text{Volumen}}{\text{tiempo}}$$

$$Q = \frac{10\text{l}}{2\text{ min}}$$

$$Q = 5 \frac{\text{l}}{\text{min}} \longrightarrow \text{Caudal que sale.}$$

b)

$$Q = V * S$$

$$5 \frac{\text{l}}{\text{min}} = v * 1\text{cm}^2$$

$$\frac{5000\text{ ml}}{60\text{ seg}} = v * 1\text{cm}^2$$

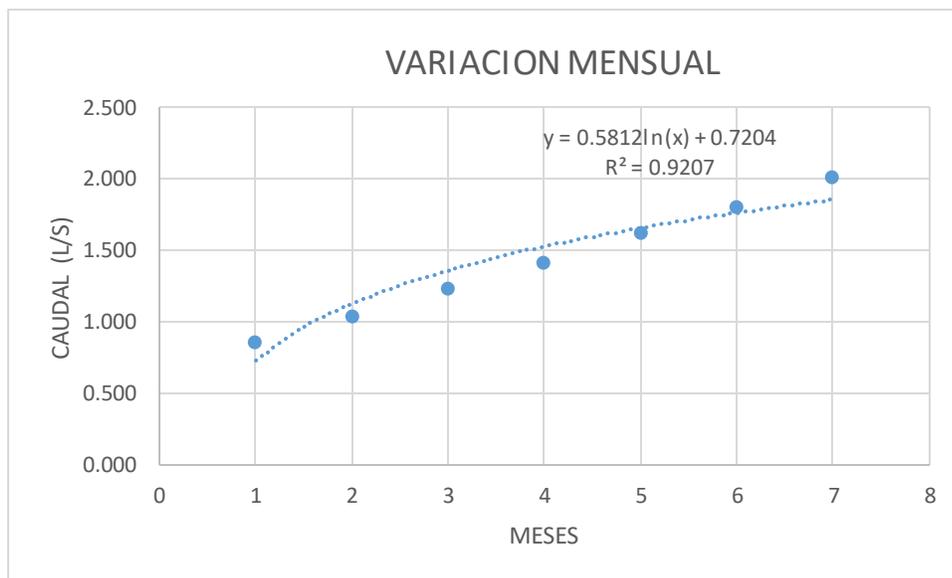
$$v = 83,3 \frac{\text{cm}}{\text{seg}} \longrightarrow \text{Velocidad del agua a la salida.}$$

		CAUDALES (L/s) DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACIÓN							
HORAS	N°	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	PROMEDIO
08:00 a.m.	1	0.90	0.92	1.02	0.88	0.95	0.88	0.89	0.92
09:00 a.m.	2	0.87	0.89	0.96	0.88	0.90	0.87	0.87	0.89
10:00 a.m.	3	0.87	0.88	0.89	0.88	0.89	0.86	0.86	0.87
11:00 a.m.	4	0.86	0.88	0.88	0.87	0.88	0.86	0.86	0.87
12:00 p.m.	5	0.86	0.88	0.87	0.87	0.87	0.86	0.86	0.87
01:00 p.m.	6	0.86	0.87	0.83	0.86	0.85	0.85	0.85	0.85
02:00 p.m.	7	0.86	0.87	0.82	0.86	0.84	0.84	0.85	0.85
03:00 p.m.	8	0.83	0.86	0.82	0.85	0.83	0.83	0.83	0.83
04:00 p.m.	9	0.83	0.83	0.82	0.85	0.82	0.83	0.83	0.83
05:00 p.m.	10	0.81	0.82	0.82	0.84	0.80	0.82	0.83	0.82
06:00 p.m.	11	0.79	0.79	0.79	0.82	0.80	0.81	0.79	0.80
07:00 p.m.	12	0.79	0.74	0.77	0.81	0.76	0.81	0.75	0.77
		0.84	0.85	0.86	0.86	0.85	0.84	0.84	0.85

Los caudales que se tomaron 4 veces por semana durante 7 meses por 12 horas al día para sacar un promedio para ver cuantas hectáreas se puede regar con el caudal resultante en el Laguna de Estabilización.

MESES	N°	CAUDALES
ABRIL	1	0.94
MAYO	2	1.11
JUNIO	3	1.30
JULIO	4	1.50
AGOSTO	5	1.69
SETIEMBRE	6	1.88
OCTUBRE	7	2.08

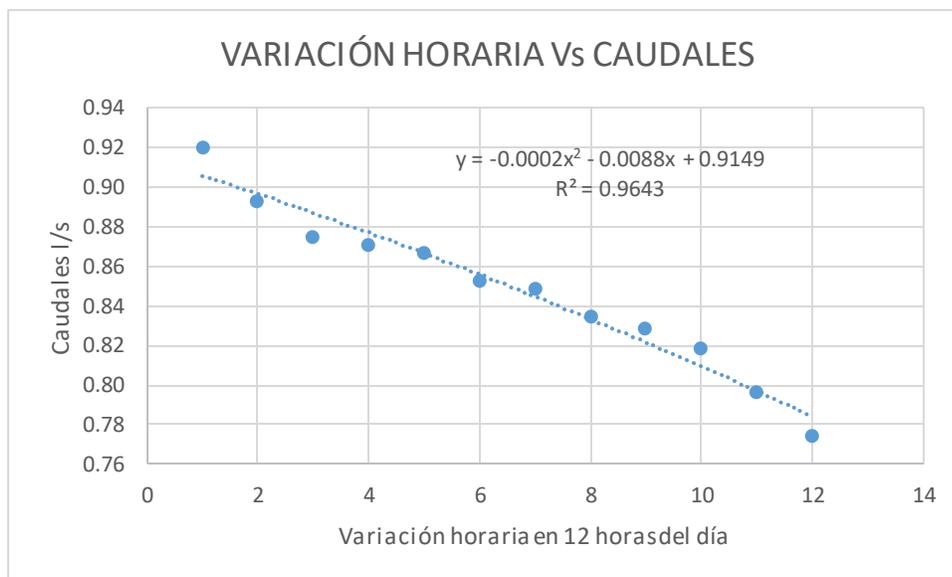
Resultado del promedio de los caudales x mes



Podemos observar el grafico de caudal vs meses con un $r = 0.92$

HORAS	N°	PROMEDIO
08:00 a.m.	1	0.92
09:00 a.m.	2	0.89
10:00 a.m.	3	0.87
11:00 a.m.	4	0.87
12:00 p.m.	5	0.87
01:00 p.m.	6	0.85
02:00 p.m.	7	0.85
03:00 p.m.	8	0.83
04:00 p.m.	9	0.83
05:00 p.m.	10	0.82
06:00 p.m.	11	0.80
07:00 p.m.	12	0.77

Resultado del promedio de los caudales x hora



Podemos observar el grafico de caudal vs meses con un $r = 0.96$

- Como el resultado de los análisis de aguas residuales cumple con los LMP y ECA el agua residual es apto para el riego de Ataura.

CUADRO DE PRECIPITACION

Día/mes/año	Temperatura Max (°c)	Temperatura Min (°c)	%	PRECIPITACION
			HUMEDAD RELATIVA	(mm)
ENERO	18.00	6.23	72.38	126.20
FEBRERO	18.95	7.18	73.38	127.70
MARZO	18.95	6.82	78.41	126.20
ABRIL	18.90	4.26	85.86	43.50
MAYO	20.30	2.06	78.71	55.00
JUNIO	18.30	1.33	70.01	2.30
JULIO	18.43	1.25	73.73	6.20
AGOSTO	19.03	1.95	79.27	9.10
SETIEMBRE	19.87	2.83	74.81	15.50
OCTUBRE	18.46	5.53	78.95	85.30
NOVIEMBRE	21.54	5.70	79.84	31.10
DICIEMBRE	19.83	4.15	78.61	81.50

* Fuente : SENAMHI - Oficina de Estadística

- Factor de Latitud(MF) mm Latitud: 11° 47'45"

CALCULO DE FACTO DE LATITUD (MF)

$$MF = ((^{\circ}12-^{\circ}11)*47.75)/60 + ^{\circ}11$$

LATITUD SUR	M E S E S											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1°	2.788	2.117	2.197	2.197	2.137	1.990	2.091	2.216	2.256	2.358	2.234	2.285
2°	2.371	2.136	2.182	2.182	2.108	1.956	20.500	2.194	2.251	2.372	2.263	2.301
3°	2.353	2.154	2.167	2.167	2.079	1.922	2.026	2.172	2.246	2.386	2.290	2.337
4°	2.385	2.172	2.151	2.151	2.050	1.888	1.995	2.150	2.240	2.398	2.318	2.372
5°	2.416	2.189	2.134	2.134	2.020	1.854	1.960	2.126	2.234	2.411	2.345	2.407
6°	2.447	2.050	2.363	2.117	1.980	1.820	1.976	2.103	2.226	2.422	2.371	2.442
7°	2.478	2.221	2.363	2.099	1.959	1.785	1.893	2.078	2.218	2.233	2.397	2.476
8°	2.508	2.237	2.362	2.071	1.927	1.750	1.858	2.054	2.210	2.443	2.448	2.510
9°	2.538	2.251	2.360	2.062	1.986	1.715	1.824	2.028	2.201	2.453	2.448	2.544
10°	2.567	2.266	2.357	2.043	1.864	1.679	1.789	2.003	2.191	2.462	2.473	2.577
11°	2.596	2.279	2.354	2.023	1.832	1.644	1.754	1.976	2.180	2.470	2.497	2.610
12°	2.625	2.292	2.350	2.002	1.799	1.608	1.719	1.950	2.169	2.477	2.520	2.643
13°	2.652	2.305	2.345	1.981	1.767	1.572	1.684	1.922	2.157	2.464	2.543	2.675
14°	2.680	2.317	2.340	1.959	1.733	1.536	1.684	1.895	2.144	2.490	2.566	2.706
15°	2.707	2.326	2.334	1.937	1.700	1.500	1.612	1.867	2.131	2.496	2.588	2.738
16°	2.734	2.339	2.317	1.914	1.666	1.464	1.576	1.838	2.117	2.500	2.610	2.769
17°	2.760	2.349	2.319	1.891	1.632	1.427	1.540	1.809	2.103	2.504	2.631	2.799
18°	2.850	2.359	2.311	1.867	1.598	1.391	1.504	1.780	2.068	2.508	2.651	2.830
19°	2.811	2.368	2.302	1.843	1.564	1.354	1.467	1.750	2.072	2.510	2.671	2.859
11° 47'45"	2.619	2.289	2.351	2.006	1.806	1.615	1.726	1.955	2.171	2.476	2.515	2.636

CALCULO DE ETP (METODO DE HARGREAVES)

- Evapotranspiración Potencial – ETP (mm) Altitud: 3550 m.s.n.m

$$ETP = MF \times TMF \times CH \times CE$$

Etp = Evapotranspiración Potencial (mm/mes).

Mf = Factor de latitud (mm/mes).

Tmf = Temperatura media mensual (°F). $Tmf = (180/100) \times ^\circ c + 32$

Ch = Factor de humedad.

MESES	TEMPERATURA		HUMEDAD RELATIVA (HR)	MF	CH	CE	ETP (mm/mes)
	°C	TMF (°F)					
Enero	12.12	53.82	72.38	2.619	1.000	1.071	151.00
Febrero	13.07	55.53	73.38	2.289	1.000	1.071	136.18
Marzo	12.89	55.20	78.41	2.351	1.000	1.071	139.02
Abril	11.58	52.84	85.86	2.006	1.000	1.071	113.58
Mayo	11.18	52.12	78.71	1.806	1.000	1.071	100.83
Junio	9.82	49.68	70.01	1.615	1.000	1.071	85.97
Julio	9.84	49.71	73.73	1.726	1.000	1.071	91.93
Agosto	10.49	50.88	79.27	1.955	1.000	1.071	106.58
Setiembre	11.35	52.43	74.81	2.171	1.000	1.071	121.95
Octubre	12.00	53.60	78.95	2.476	1.000	1.071	142.15
Noviembre	13.62	56.52	79.84	2.515	1.000	1.071	152.29
Diciembre	11.99	53.58	78.61	2.636	1.000	1.071	151.33

Registro de Datos de la Estacion Jauja

CALCULO DE CEDULA DE CULTIVO

- Cedula de Cultivo Proyectado

CULTIVO BASE	AREA (Has)	M E S E S												AREA (Has)	CULTIVO ROTACION
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Papa	3	3	3	3		2	2	2	2	2		3	3	2	Haba verde
Haba	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2	2	2	Arveja verde
Arveja	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2		2	2	2	Papa
Olluco	2	2	2	2	2		1	1	1	1	1	2	2	1	Hortalizas
Hortalizas	2	2	2	2	2		1	1	1	1	1		2	1	Avena jorrajera
Pastos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
TOTAL	12	12	12	12	9	7	9	9	9	9	3	10	12	8	

CULTIVO BASE 12
 CULTIVO ROTACION 8

CALCULO DEL COEFICIENTE DE CULTIVO

- Valores de Kc Proyectada

CULTIVO BASE	AREA (Has)	M E S E S												AREA (Has)	CULTIVO ROTACION
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D		
Papa	3	0.91	1.04	0.50		0.36	0.67	0.88	1.00	0.76		0.30	0.70	2	Haba verde
Haba	2	0.88	1.00	0.76	0.37	0.40	0.71	0.86	0.97	0.77		0.36	0.67	2	Arveja verde
Arveja	2	0.86	0.97	0.77	0.37	0.30	0.70	0.91	1.04	0.50		0.40	0.71	2	Papa
Olluco	2	0.88	1.02	0.50	0.30		0.42	0.71	0.93	0.97	0.77	0.28	0.62	1	Hortalizas
Hortalizas	2	0.71	0.93	0.97	0.77		0.35	0.62	0.86	0.96	0.80		0.42	1	Avena jorrajera
Pastos	1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
Kc Promedio		0.87	1.00	0.71	0.51	0.45	0.66	0.85	0.98	0.78	0.86	0.40	0.66		
Area a Regar	12	12	12	12	9	7	9	9	9	9	3	10	12	8	

CALCULO DE AGUA

- Demanda de Agua Proyectada

Nº	DESCRIPCION	M E S E S											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	Kc Promedio	0.87	1.00	0.71	0.51	0.45	0.66	0.85	0.98	0.78	0.86	0.40	0.66
2	ETP (mm)	151.00	136.18	139.02	113.58	100.83	85.97	91.93	106.58	121.95	142.15	152.29	151.33
3	ETA (mm)	130.74	135.73	98.47	58.30	44.94	56.64	77.93	104.33	94.72	121.78	60.61	100.13
4	PEa 75% Pers. (mm)	59.37	65.64	64.52	22.54	2.66	0.00	0.00	0.00	6.84	38.90	36.06	63.76
5	DHn (mm)	71.37	70.08	33.96	35.76	42.28	56.64	77.93	104.33	87.88	82.88	24.55	36.37
6	DHb a 75% Er (mm)	95.16	93.45	45.27	47.68	56.38	75.52	103.91	139.11	117.17	110.51	32.73	48.50
7	Area a Regar (Has)	12	12	12	9	7	9	9	9	9	3	10	12
8	Demanda Agua (m3)	11419	11214	5433	4291	3946	6797	9352	12520	10545	3315	3273	5819
9	Q a 12 hr Riego (lt/s)	8.53	9.27	4.06	3.31	2.95	5.24	6.98	9.35	8.14	2.48	2.53	4.35
10	Nº Parcelas	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
11	Q por parcela (lt/s)	1.42	1.55	0.68	0.55	0.49	0.87	1.16	1.56	1.36	0.41	0.42	0.72

Caudal de diseño: 1.56 lt/s

CAPITULO V

DISCUSIÓN DE RESULTADOS:

5.1. Características de los sistemas Tanque Imhoff y Laguna de estabilización para reusó del agua en riego:

5.1.1 Sistema de Planta de Tratamiento Tanque Imhoff y Laguna de

Estabilización:

Se puede Observar que la Planta de Tratamiento de Aguas residuales que está en el Distrito de Sapallanga, tiene un área total de 180 m² el Tanque Imhoff se diseña para poblaciones menores de 5000 habitantes en cambio la Laguna de Estabilización se diseña para una población igual o mayor a las 25 000 habitantes. El Tanque Imhoff tiene una gran ventaja en los costos ya que su construcción es menor a la Laguna de Estabilización, con 895 756 soles a 1 321 853.50 soles son costos aproximados, en la operación y mantenimiento del sistema de PTAR en cuestión del Tanque Imhoff tiene bajo costo en operación mientras la Laguna de Estabilización su mantenimiento es mínimo.

La retención del DBO en el Tanque Imhoff es de 25 a 35% mientras que en la laguna de estabilización los reduce a un 80% según el reglamento Nacional de Edificaciones. La profundidad recomendada para la Laguna de Estabilización es de 3 a 5m de profundidad en comparación al Tanque Imhoff son estructuras profundas mayores a los 6m, para su construcción del Tanque Imhoff se necesita poco terreno en cambio la Laguna de Estabilización necesitan grandes áreas de terreno para su construcción. Cuando no se hace el mantenimiento respectivo a los PTAR el Tanque Imhoff malos olores y en ocasiones cuando su funcionamiento sea correcto en comparación con la Laguna de Estabilización no genera malos olores.

5.2. Estándares de Calidad Ambiental en la calidad de agua medida en el afluente del tanque Imhoff y la Laguna de Estabilización.

5.2.1 Sistema de Planta de Tratamiento Tanque Imhoff:

Se puede observar en los resultados del agua residual obtenida de los 7 Parámetros establecidas en las Normas Legales en el afluente de la PTAR de Sapallanga nos dice:

En el primer recuadro no indica que el primer parámetro Aceites y Grasas obtuvo un resultado de 11 mg/l que nos indica que esta debajo de los LMP, pero está sobre los ECA, el segundo parámetro Potencia de Hidrogeno tuvimos un resultado de 8.3 unidad de ph que nos dice que está debajo de los LMP y también está debajo de los ECA, el tercer parámetro Demanda Bioquímica de Oxígeno tuvimos un resultado de 254 mg/l que nos indica que

está por encima de los LMP y sobre todo de los ECA, el cuarto parámetro Demanda Química de Oxígeno tenemos un resultado de 550 mg/l que nos indica que está por encima de los LMP y sobre todo de los ECA, en el quinto parámetro Sólidos Totales Suspendidos obtuvimos un resultado de 210 mg/l que nos quiere decir que está por encima de los LMP y sobre todo de los ECA, en el sexto parámetro temperatura podemos observar un resultado de 14 °C que está debajo de los LMP y también está debajo de los ECA y por último en el séptimo parámetro los Coliformes Termototales tenemos un resultado de 24 000 NMP/100ml que nos quiere decir que está por encima de los LMP y sobre todo sobrepasa los ECA.

5.2.2 Sistema de Planta de Tratamiento Laguna de Estabilización:

Se puede observar en los resultados del agua residual obtenida de los 7 Parámetros establecidas en las Normas Legales en el afluente de la PTAR de Ataura nos dice:

En el primer recuadro no indica que el primer parámetro Aceites y Grasas obtuvo un resultado de 4.5 mg/l que nos indica que está debajo de los ECA y por lo tanto está debajo de los LMP, el segundo parámetro Potencia de Hidrógeno tuvimos un resultado de 7.5 unidades de pH que nos indica que está dentro del rango establecido por los ECA y también está dentro de los LMP, el tercer parámetro Demanda Bioquímica de Oxígeno tuvimos un resultado de 14 mg/l que nos quiere decir que está por debajo de los ECA y sobre todo que está por debajo de los LMP, el cuarto parámetro Demanda Química de

Oxígeno tenemos un resultado de 38 mg/l que nos indica que está por encima debajo de los ECA y también debajo de los LMP, en el quinto parámetro Solidos Totales Suspendidos obtuvimos un resultado de 100 mg/l en los requerido nos indica que tiene que estar menor o igual a 100 mg/l como es igual está dentro del rango y también está menos que los LMP, en el sexto parámetro temperatura podemos observar un resultado de 17 °C que nos indica que está por debajo de los ECA y también está por debajo de los LMP y por último en el séptimo parámetro los Coliformes Termototales tenemos un resultado de 990 NMP/100ml que nos quiere decir que está por debajo de 1000 NMP/100ml indicando que este parámetro paso los ECA y a la vez paso los LMP.

5.3. Variación horaria y mensual de los sistemas Tanque Imhoff y Laguna de Estabilización.

5.2.1 Sistema de Planta de Tratamiento Tanque Imhoff:

Podemos observar que las variaciones del caudal tomadas en el afluente de la planta de tratamiento durante 12 horas y por 7 meses donde podemos apreciar que los caudales tomados varían durante el día y la tarde donde sacamos un promedio por hora y por mes teniendo como resultado: mes de abril 0.776, mes de mayo 0.784, mes de junio 0.784, mes de julio 0.779, mes de agosto 0.782, mes de setiembre 0.762, mes de octubre 0.765 y por hora empezando en la mañana desde las 8:00 am 0.823, a las 9:00 am 0.805, a las 10:00 am 0.797, a las 11:00 am 0.774, a las 12:00 pm 0.773, a la 1:00

pm, a las 2:00 pm 0.770, a las 3:00 pm 769, a las 4:00 pm 0.768, a las 5:00 pm 0.765, a las 6:00 pm 0.762, a las 7:00 pm 0.752, viendo el resultado de ambos en los gráficos: en el primer grafico podemos observar el caudal vs los meses donde la variación del caudal está ascendiendo donde nos indica que $R^2 = 0.9207$ que nos quiere decir que cuando los multiplicas por 100 te va a dar un resultado de 92.07% que dice que de cada cien datos 92 datos son acertados, en el segundo grafico tenemos caudal vs la hora donde la variación horaria está en pleno descenso donde nos indica con un $R^2 = 0.8813$ que nos quiere decir que cuando los multiplicas por 100 te va a dar un resultado de 88.13% que dice que de cada cien datos 88 datos son acertados.

5.2.1 Sistema de Planta de Tratamiento Laguna de Estabilización:

Podemos observar que las variaciones del caudal tomadas en el afluente de la planta de tratamiento durante 12 horas y por 7 meses donde podemos apreciar que los caudales tomados varían durante el día y la tarde donde sacamos un promedio por hora y por mes teniendo como resultado: mes de abril 0.84, mes de mayo 0.85, mes de junio 0.86, mes de julio 0.86, mes de agosto 0.85, mes de setiembre 0.84, mes de octubre 0.84 y por hora empezando en la mañana desde las 8:00 am 0.92, a las 9:00 am 0.89, a las 10:00 am 0.87, a las 11:00 am 0.87, a las 12:00 pm 0.87, a la 1:00 pm 0.85, a las 2:00 pm 0.85, a las 3:00 pm 0.83, a las 4:00 pm 0.83, a las 5:00 pm 0.82, a las 6:00 pm 0.80, a las 7:00 pm 0.77, viendo el resultado de ambos

en los gráficos: en el primer grafico podemos observar el caudal vs los meses donde la variación del caudal está ascendiendo donde nos indica que $R^2 = 0.9207$ que nos quiere decir que cuando los multiplicas por 100 te va a dar un resultado de 92.07% que dice que de cada cien datos 92 datos son acertados, en el segundo grafico tenemos caudal vs la hora donde la variación horaria está en pleno descenso donde nos indica con un $R^2 = 0.9643$ que nos quiere decir que cuando los multiplicas por 100 te va a dar un resultado de 96.43% que dice que de cada cien datos 96 datos son acertados.

También observamos el cuadro de precipitación donde podemos ver la temperatura máxima y mínima la humedad relativa y las precipitaciones para cada mes del año, el cálculo de ETP (Evapotranspiración Potencial) tenemos el cálculo de la temperatura pasarlo de grados Celsius a grados Fahrenheit después se multiplica los siguientes datos: Factor de latitud, Temperatura media mensual, Factor de humedad. Factor de corrección por elevación o altitud y nos da la Evapotranspiración Potencial después viene el cálculo de cultivo donde podemos ver los cultivos: Cultivo Base y Cultivo de Rotación el cultivo base quiere decir que son cultivos que siempre se puede sembrar en cambio el cultivo de rotación es un método que implica en alternar cultivos que se cultiva en un mismo lugar, el cálculo del coeficiente de cultivo que nos sirve para calcular la cantidad de agua que

se necesita para regar las hectáreas con el agua tratada de La Planta de Tratamiento de Ataura.

CONCLUSIONES

Del presente trabajo se llegó a las siguientes conclusiones:

1. Las características en área y en sistema de tratamientos el Tanque Imhoff requiere de pequeñas áreas y con un buen manejo se puede minimizar los malos olores, pudiéndose obtener de la cámara de lecho de secados compost para la utilización de abono orgánico. En comparación con el sistema de Laguna de Estabilización que requiere mayores áreas para su manejo.
2. La Laguna de estabilización cumple con los Estándares de Calidad Ambiental a comparación del Tanque Imhoff. Para la reutilización del agua residual con fines de uso en riego para favorecer áreas agrícolas, se concluye que la Laguna de Estabilización tiene mejores bondades que el Tanque Imhoff.
3. Los caudales tomados en el efluente de las Plantas de Tratamiento varían en promedio 0.776 l/s 0.85 l/s. que la reutilización en riego por gravedad ambos sistemas cubrirían alrededor de 1 hectárea y en riegos por goteo aguas abajo se podría incrementar hasta 3 hectáreas debido a la eficiencia.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda que el Tanque Imhoff pueda ir como un tratamiento primario y la Laguna de Estabilización pueda ir como un tratamiento secundario y así obtener aguas residuales que estén dentro de los parámetros establecidos por los (LMP) y (ECA).
2. Se recomienda a los operadores de los sistemas de agua y desagüe (JASS), realizar la operación y mantenimiento con una guía planificada, contando con un personal permanente, con los equipos, herramientas y un almacén necesario para esta actividad.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICAS

ISLA, R. (2012). *PROYECTO DE PLANTAS TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES*. ESPAÑA: BELLISCO EDICIONES.

ZAMBRANO, N. (2011). *RECOLLECCION DE AGUAS RESIDUALES*. COLOMBIA: EDITORIAL UC.

ROZANO, E. (2006). *TRATAMIENTO BIOLÓGICO DE LAS AGUAS RESIDUALES*. MADRID, ESPAÑA: EDITORIAL DIAZ DE SANTOS.

ROJAS, HUGO. (2010). *MANUAL DEL CURSO DE IRRIGACIONES Y DRENAJE*. CHIMBOTE, PERU: AUTOR: CIVILGEEK.

CAÑAMERO, M (2007). *FUNDAMENTOS DE LA INGENIERIA DE RIEGO*. LIMA, PERU:

UNIVERSIDAD NACIONAL LA AGRARIA.

GARCIA, E. (2008). *MANUAL DDE PEQUEÑAS IRRIGACIONES*. LIMA, PERU: FONDO PERUANA-ALEMANA.

DIAZ, JUAN. (2009). *TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES*. TRUJILLO, PERU: UNIVERSIDAD NACIONAL DE TRUJILLO.

DECRETO SUPREMO N°003-2016 – VIVIENDA. *REGLAMENTO NACIONAL DE EDIFICACIONES*. LIMA, PERU: EDITORIAL MACRO.

HEINZ, INGO. (2013). *REUTILIZACION DEL AGUA RESIDUAL EN LA AGRICULTURA: ¿BENEFICIOS PARA TODOS?* BARCELONA, ESPAÑA: ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACION Y LA AGRICULTURA.

HETTIARACHCHI H. (2017). *USO SEGURO DE AGUAS RESIDUALES EN LA AGICULTURA: EJEMPLOS DE BUENAS PARTICAS*. CANADA: EDITOR: REZA ARDAKANIAN.

ANEXOS

ANEXO N°1. MATRIZ DE CONCISTENCIA

ANEXO N°2. ALANLISIS DE LABORATORIO

ANEXO N°3. LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES

ANEXO N°4. ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL

ANEXO N°5. DATOS DE PRECIPITACION

ANEXO N°6. PANEL FOTOGRAFICO

ANEXO N°7. CALCULO DE CAPTACION

ANEXO N°8. PLANOS

ANEXO N°1. MATRIZ DE CONCISTENCIA

ANEXO N°2. ANALISIS DE LABORATORIO

INFORME DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA RESIDUAL

Proyecto

**"ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE TANQUE IMHOFF Y LAGUNA
DE ESTABILIZACIÓN PARA REUSO DEL AGUA RESIDUAL EN
RIEGO EN EL CENTRO POBLADO DE COCHARCAS Y DEL
DISTRITO DE SAPALLANGA - HUANCAYO"**

Tesista

RICARDO DELGADO DÁVILA



Setiembre, 2018

INFORME DE MONITOREO AMBIENTAL DE CALIDAD DE EFLUENTE

Proyecto de Tesis: *"Estudio Comparativo entre Tanque Imhoff y Laguna de Estabilización para Reuso del Agua Residual en Riego"*

I. INTRODUCCIÓN

Los monitoreos para determinar de los efluentes de aguas residuales municipales, se realizan en el marco de la Ley de los Recursos Hídricos, Ley N° 29338, que regula el uso y gestión de los recursos hídricos. Comprende el agua superficial, subterránea, continental y los bienes asociados a esta. Esto es a fin de que se puedan tomar las acciones necesarias para la conservación y recuperación de los ecosistemas naturales con el Proyecto de Tesis *"Estudio Comparativo entre Tanque Imhoff y Laguna de Estabilización para Reuso del Agua Residual en Riego"*.

II. OBJETIVOS

- ✓ Determinar la calidad del efluente de la PTAR (tanques Imhoff) del Centro Poblado de Cocharcas – Sepallanga - Huancayo.
- ✓ Realizar la comparación del resultado de ensayo con los Límites Máximos Permisibles (LMP).
- ✓ Interpretar los resultados de ensayo de la calidad de los efluentes.

III. MARCO NORMATIVO

- ✓ D.S. N° 003-2010-MINAM, Aprueban Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales.
- ✓ Resolución Ministerial N° 273-2013-VIVIENDA, Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales – PTAR.
- ✓ Ley N° 29338 del 31/03/2009, Ley de Recursos Hídricos
Tiene por objeto establecer el marco jurídico institucional para la administración, conservación, uso, aprovechamiento sostenible y preservación en cantidad y calidad de todos los recursos hídricos existente en el país, sean estos superficiales, subterráneos, residuales y de cualquier otra naturaleza, garantizando a su vez la protección de los demás recursos naturales, los ecosistemas y el ambiente.



- ✓ Ley General del Ambiente, Ley N° 28611 del 13/09/2005
Tiene por objeto la gestión ambiental en el Perú, establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida.

IV. METODOLOGÍA DEL TRABAJO

4.1. MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA RESIDUALES

Se toma en referencia la *Resolución Ministerial N° 273-2013-VIVIENDA*, Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas o Municipales – PTAR.

4.2. METODOLOGIA DEL MONITOREO

Punto de monitoreo

El punto de monitoreo debe guardar concordancia, respecto a la evaluación del efluente residual, según lo especificado en el instrumento de gestión ambiental. Los puntos de monitoreo será en la entrada de la PTAR,

Agua residual cruda (efluente), entrada a la PTAR

Se ubicará un punto de monitoreo en el ingreso del agua residual cruda a la PTAR, después de la combinación de los distintos colectores de agua residual que descargan a la obra de llegada a la PTAR o, en su defecto, al ingreso a cada módulo de tratamiento, según sea el diseño del ingreso a la PTAR.

En todos los casos el punto de monitoreo debe ubicarse en un lugar que evite la interferencia de sólidos de gran tamaño en la toma de muestras, por lo que debe ubicarse preferentemente después del proceso de cribado de las aguas residuales.

Características del punto de monitoreo

Los puntos de monitoreo deben tener las siguientes características:

- ✓ permitir que la muestra sea representativa del flujo;
- ✓ estar localizados en un punto donde exista una mejor mezcla y estar preferentemente cerca al punto del aforo;
- ✓ para la medición del afluente, el punto de monitoreo debe estar antes del ingreso de agua de recirculación, si existiera;
- ✓ ser de acceso fácil y seguro, evitando caminos empinados, rocosos, vegetación densa y fangos;
- ✓ contar con una placa de identificación incluyendo la denominación del punto de monitoreo.





Si no existe un lugar apto para la toma de muestras, el titular de la PTAR instalará la infraestructura necesaria para que el punto de control cumpla con estas características.

Parámetros de calidad

Los parámetros sujetos al monitoreo de los efluentes de las PTAR son los indicados en el D.S. N° 003-2010-MINAM para los cuales se fija los Límites Máximos Permisibles. Estos son los siguientes:

- ✓ Aceites y Grasas
- ✓ Coliformes Termotolerantes
- ✓ Demanda Bioquímica de Oxígeno
- ✓ Demanda Química de Oxígeno
- ✓ pH
- ✓ Sólidos Totales Suspendidos
- ✓ Temperatura

Estos parámetros se monitorearán en el agua residual cruda (afluente) y en el agua residual tratada (efluente), tomando en todos los casos muestras simples.

Frecuencia de monitoreo

La frecuencia de monitoreo se establece para medir los cambios sustanciales que ocurren en determinados periodos de tiempo, a fin de realizar el seguimiento periódico respecto a las variaciones de los parámetros fisicoquímicos, orgánicos, microbiológicos ligados al agua residual cruda y tratada de la PTAR.

Frecuencia de monitoreo se establece la frecuencia de monitoreo para cada parámetro en función al caudal de operación actual de la PTAR (promedio diario). Esta frecuencia de monitoreo es aplicable siempre y cuando el instrumento de gestión ambiental aprobado de la PTAR no requiera una frecuencia mayor. De otro lado, el MVCS podrá modificar esta frecuencia cuando existan indicios razonables de daño a la salud o al medio ambiente.

Desarrollo del monitoreo

El Monitoreo se desarrollará conforme al presente documento y será realizado por Laboratorios de la empresa Ambiental Laboratorios S.A.C.

El trabajo de campo se inicia con la preparación de materiales (incluido material de laboratorio), equipos e indumentaria de protección. Asimismo, se deberá contar con las facilidades de transporte y logística para el desarrollo del trabajo de campo.

Preparación de materiales y equipos

Tiene como objetivo cubrir todos los elementos indispensables para llevar a cabo un monitoreo de forma efectiva, por lo que es importante preparar con anticipación los materiales de trabajo, solución amortiguadora de pH, formatos (registro de datos de campo, etiquetas para las muestras de agua residual

cadena de custodia). Asimismo, se debe contar, sin carácter limitante, con los materiales y equipos de muestreo operativo y debidamente calibrado, que se señalan a continuación.

- a. Materiales
 - ✓ Cadena de custodia
 - ✓ Plumón indeleble
 - ✓ Frascos debidamente etiquetados
 - ✓ Cajas térmicas (pequeña y grande)
 - ✓ Preservantes químicos a emplearse en el campo para la preservación de las muestras para la determinación de DQO, aceites y grasas, etc.
 - ✓ Cronómetro
 - ✓ Reloj
 - ✓ Cinta métrica
 - ✓ Cuerda de nylon de 0,5 al cm de diámetro de longitud suficiente para manipular los baldes de muestreo en los puntos de monitoreo

- b. Equipos
 - ✓ GPS para la identificación inicial del punto de monitoreo
 - ✓ Cámara fotográfica

- c. Indumentaria de protección
 - ✓ Botines de seguridad
 - ✓ Gafas de seguridad
 - ✓ Guantes de jebe antideslizantes con cubierta de antebrazo
 - ✓ Guantes de látex descartables
 - ✓ Casco
 - ✓ Respirador con cartucho para gases y polvo

4.3. ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA

Cuadro N° 01: Metodología de análisis

N°	PARÁMETRO	MÉTODO DE ANÁLISIS
01	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 - H+ B.22nd Ed.2012
02	Aceites y grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 22nd Ed.2012
03	Coliformes termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22nd Ed.2012
04	Demanda bioquímica de oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed.2012
05	Demanda química de oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed.2012
06	Sólidos totales en suspensión	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed.2012
07	temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 22nd Ed.2012

V. DESCRIPCIÓN DEL MONITOREO

5.1. UBICACIÓN

Las plantas de tratamiento de aguas residuales, se ubican en el Centro Poblado de Cocharcas – Sapallanga.

5.1.1. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Se detalla las coordenadas para el punto de monitoreo.

Cuadro N° 02: Coordenadas ubicación de monitoreo

LUGAR	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS EN UTM		COTA (msnm)
		ESTE	NORTE	
C.P. Cocharcas	Ingreso	480714.24	8657671.61	3267

Fuente: Elaboración propia

Vista N° 01: Ubicación de la PTAR de C.P. Cocharcas



VI. RESULTADOS

6.1. ANALISIS DE LABORATORIO

Cuadro N° 03: Resultados de ensayo de laboratorio.

N°	Parámetro	Unidad	Ingreso
1	Aceites y grasas	mg/L	11.0
2	Potencial de hidrógeno	unidad pH	8.3
3	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	254
4	Demanda Química de Oxígeno	mg/L	552
5	Sólidos totales en suspensión	mg/L	210
6	Temperatura	°C	14.0
7	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	240000

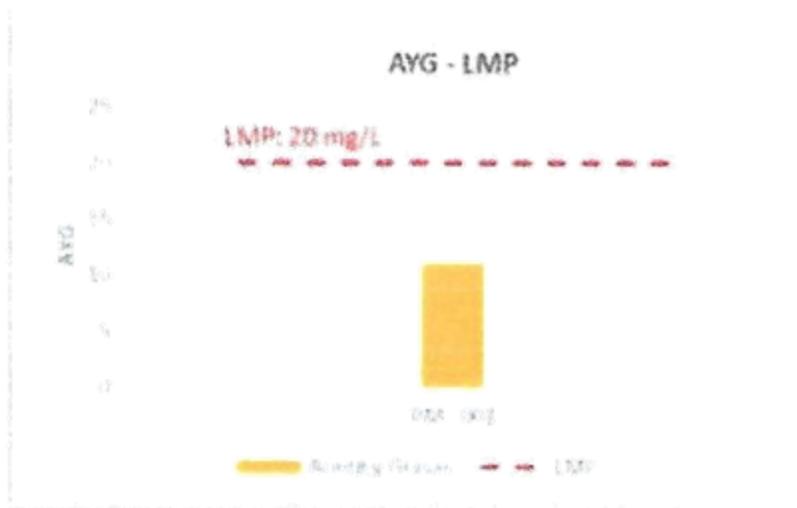


6.2. COMPARACION DE RESULTADOS

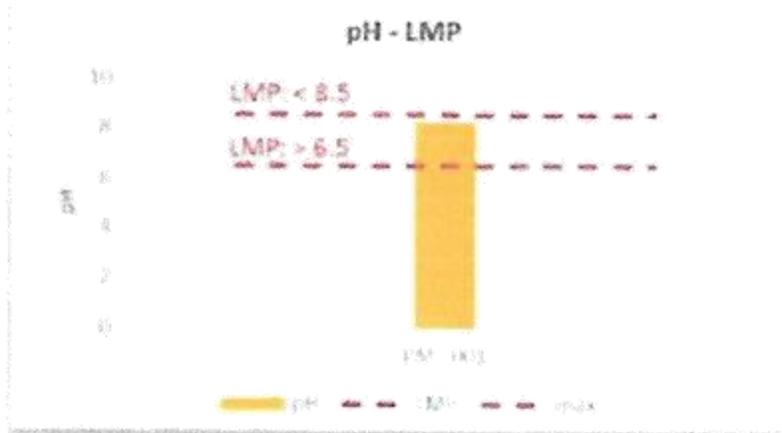
Producto declarado		Agua		
Matriz analizada		Agua residual		
Fecha de muestreo		06/09/2018		
Hora de inicio de muestreo (h)		18:00 p.m.		
Coordenadas UTM		480714.24E 8657671.61N		
Altura (msnm)		3267		
Caudal		1.5 L/s		
Condición de la muestra		Conservada /preservada		
Descripción del punto de muestreo		Entrada a PTAR		
Código del cliente		PM-01		
N°	PARÁMETRO	Unidad	Resultado	LMP
1	Aceites y grasas	mg/L	11.0	20
2	Potencial de hidrogeno	unidad pH	8.3	8.5
3	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	254	100
4	Demanda Química de Oxígeno	mg/L	550	200
5	Sólidos totales suspendidos	mg/L	210	150
6	Temperatura	°C	14.0	35
7	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	24000	10000

VII. COMPARACION DE RESULTADOS CON LMP

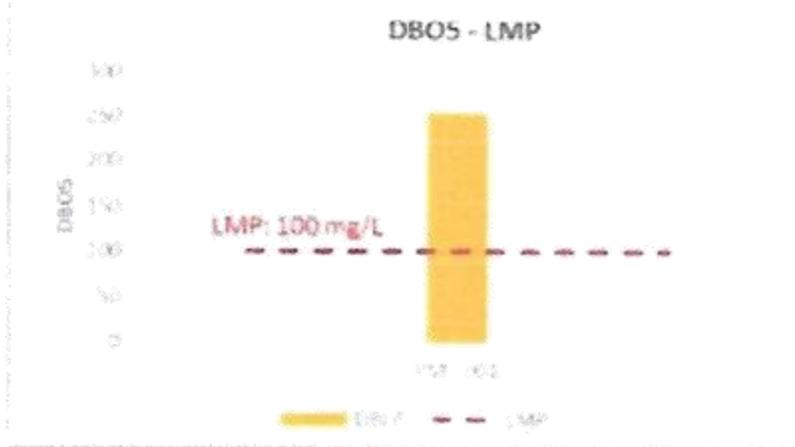
➤ Aceites y grasas



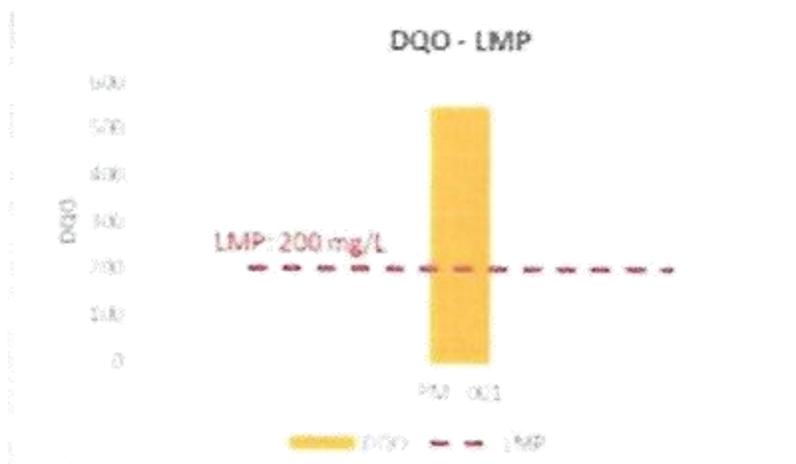
➤ **Potencial de Hidrogeno**



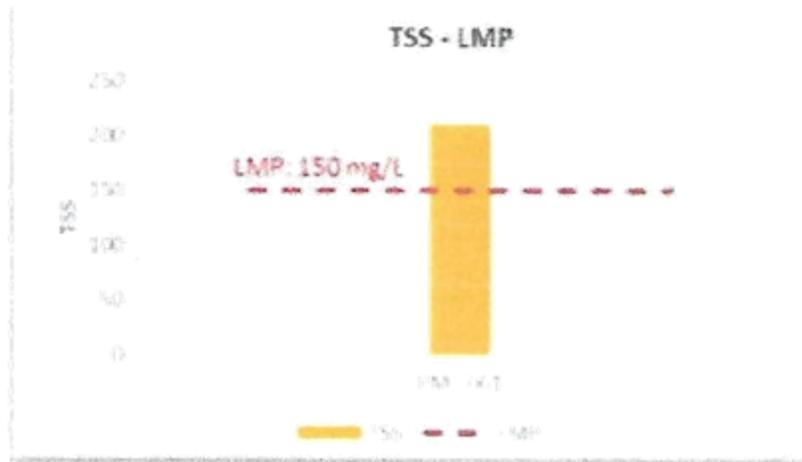
➤ **Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)**



➤ **Demanda Química de Oxígeno (DQO)**



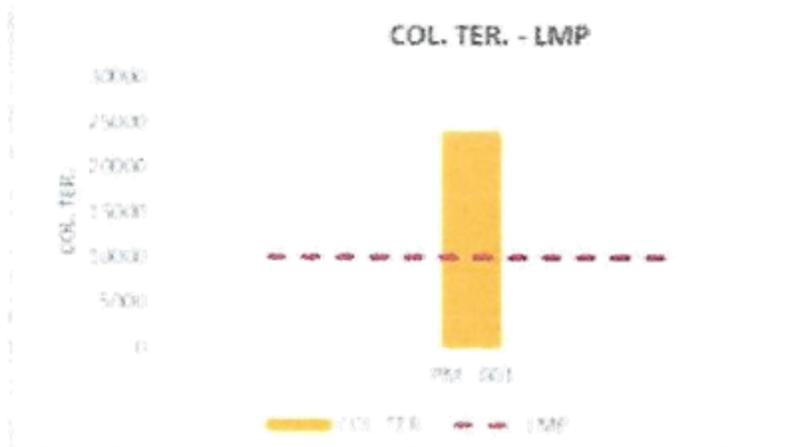
➤ **Sólidos Totales Suspensos (TSS)**



➤ **Temperatura (T°)**



➤ **Coliformes Termotolerantes (COL. TER.)**



	INFORME DE MONITOREO DE CALIDAD DE EFLUENTE "Estudio Comparativo entre Tanque Imhoff y Laguna de Estabilización para Reúso del Agua Residual en Riegos"	Fecha: 14/09/2018
		Informe N°: 07-18-AM/LAB
		Tipo de Estudio: Monitoreo de calidad de efluentes

VIII. CONCLUSIONES

- La Demanda Bioquímica de Oxígeno, Demanda Química de Oxígeno, Sólidos Totales Suspendidos y Coliformes Termotolerantes, según el análisis de laboratorio presentan resultados que sobrepasan los niveles de los Límites Máximos Permisibles.
- Para el caso de Aceites y Grasas, Potencial de Hidrógeno y Temperatura, presentan resultados que no sobrepasan los niveles de los Límites Máximos Permisibles.
- Es necesario analizar el agua residual a la salida de la PTAR, para determinar la óptima operación de dicha planta.
- Su evaluación se hizo de acuerdo al *Resolución Ministerial N° 003-2010-VIVIENDA*, que corresponde a efluentes de aguas residuales municipales.

IX. ANEXOS

- Cadena de custodia
- Resultados de laboratorio

LABORATORIO DE ENSAYO "AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C"

INFORME DE ENSAYO: AL/IE-005-18

I. DATOS DEL SERVICIO:

- | | |
|-------------------------------|--|
| 1. Cliente: | Ricardo Delgado Davila |
| 2. Orden de servicio N°: | AL/OS-005-18 |
| 3. Tipo de muestra: | Muestra declarada por el cliente: Agua residual |
| 4. Toma de muestra: | Por el cliente |
| 5. Referencia cliente: | PM-001 |
| 6. Procedencia de la muestra: | Ingreso Planta De Tratamiento De Agua Residual
Centro Poblado Cocharcas Sapallanga - Huancayo |
| 7. Nombre del proyecto: | "Estudio Comparativo Entre Tanque Imhoff Y
Laguna De Estabilización Para Reúso Del Agua
Residual En Riego" |

II. DATOS DE ITEM DE ENSAYO:

- | | |
|-----------------------------------|--|
| 1. Cantidad de muestra: | 02 muestras en frasco de plástico
01 frasco de vidrio |
| 2. Fecha de recepción de muestra: | 06 De Setiembre 2018 |
| 3. Periodo de ensayo: | Del 07 - 12 De Setiembre 2018 |
| 4. Código de laboratorio: | M-005 |

III. RESULTADOS:

Descripción de la muestra	Parámetro	Unidad	Método de ensayo	Resultado
PM-001	pH(*)	Unidad pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 - H+ B, 22nd Ed. 2012	8.3
PM-001	Aceites y grasas(*)	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 22nd Ed. 2012	11.0
PM-001	Coliformes termotolerantes(*)	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22nd Ed. 2012	240 000
PM-001	Demanda bioquímica de oxígeno (*)	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012	254

(*) Los parámetros indicados no han sido acreditados por INACAL-DA, por lo que los resultados son referenciales.



El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia, no podrá ser reproducido parcial o totalmente salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C; solo es válido únicamente a las muestras ensayadas. 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.

LABORATORIO DE ENSAYO "AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C"

INFORME DE ENSAYO: AL/IE-005-18

RESULTADOS:

Descripción de la muestra	Parámetro	Unidad	Método de ensayo	Resultado
PM-001	Demanda química de oxígeno (*)	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed.2012	550
PM-001	Sólidos totales en suspensión(*)	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed.2012	210
PM-001	temperatura(*)	°C	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 22nd Ed.2012	14.0

(*) Los parámetros indicados no han sido acreditados por INACAL-DA, por lo que los resultados son referenciales.



Ing. Irvin H. Laurente Galarza
Jefe de laboratorio
CIP N° 175912




Ing. J. Lili Ancelmo De La Cruz
jefe de Calidad
CIP N° 175894

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia, no podrá ser reproducido parcial o totalmente salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C; solo es válido únicamente a las muestras ensayadas. 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.

155

Página 2 de 2

INFORME DE MONITOREO Y ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE EFLUENTE DE LA LAGUNA DE OXIDACIÓN DEL DISTRITO DE ATAURA – JAUJA – JUNÍN

Proyecto de Tesis: *“Estudio Comparativo entre Tanque Imhoff y Laguna de
Estabilización para Reúso del Agua Residual en Riego”*

Jauja-Huancayo-2019

INTRODUCCIÓN

Actualmente estamos ante una crisis de gobernabilidad en la gestión del agua en el país, pues la demanda de este recurso ha aumentado, pero la oferta sigue siendo la misma o ha disminuido por la contaminación o el impacto del cambio climático.

La escasez de recursos hídricos y la contaminación ambiental, viene alterando las condiciones del planeta que nos obliga al desarrollo y adecuación tecnológica en los diferentes ámbitos de las actividades humanas como en el tratamiento de aguas residuales para darle un uso alternativo.

El uso de aguas residuales para el riego de cultivo ha sido una eficaz forma de reciclado de nutrientes y de reutilización del agua doméstica. Sin embargo, la concentración de la población en las ciudades ha traído consigo la acumulación de los vertidos en algunos puntos singulares y la dificultad de deshacerse de ellos de forma eficaz resulta cada vez más tedioso debido a la capacidad de cargas de agua residual.

Por ello se propone estudio comparativo entre tanque Imhoff y laguna de estabilización para reúso del agua residual en riego y así se pueda tomar acciones necesarias para la sostenibilidad de este recurso.

I. OBJETIVOS

- ✓ Determinar la calidad del efluente de la laguna de oxidación del distrito de Ataura -Jauja.
- ✓ Realizar la comparación del resultado de los ensayos con los Límites Máximos Permisibles (LMP) y los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para riego de vegetales.
- ✓ Interpretar los resultados de ensayo de la calidad de los efluentes.

II. MARCO NORMATIVO

- ✓ Ley General del Ambiente, Ley N° 28611 del 13/09/2005
Tiene por objeto la gestión ambiental en el Perú, establece los principios y normas básicas para asegurar el efectivo ejercicio del derecho a un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida.
- ✓ Ley N° 29338 del 31/03/2009, Ley de Recursos Hídricos
Tiene por objeto establecer el marco jurídico institucional para la administración, conservación, uso, aprovechamiento sostenible y preservación en cantidad y calidad de todos los recursos hídricos existente en el país, sean estos superficiales, subterráneos, residuales y de cualquier otra naturaleza, garantizando a su vez la protección de los demás recursos naturales, los ecosistemas y el ambiente.
- ✓ Resolución Ministerial N° 273-2013-VIVIENDA, Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas o Municipales – PTAR.
- ✓ Resolución Jefatural N° 224 – 2013 ANA, del 31/05/2013, Reglamento para el otorgamiento de autorizaciones de vertimiento y reuso de aguas residuales tratadas.
- ✓ D.S. N° 003-2010-MINAM, Aprueban Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas o Municipales.
- ✓ D.S. N° 004-2017-MINAM, Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias, para este caso se empleara la Categoría 3: D1, Riego de vegetales.

III. METODOLOGÍA DE TRABAJO

4.1. MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA RESIDUALES

Se toma en referencia la *Resolución Ministerial N° 273-2013-VIVIENDA*, Protocolo de Monitoreo de la Calidad de los Efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domesticas o Municipales – PTAR.

4.2. METODOLOGIA DEL MONITOREO

Punto de monitoreo

El punto de monitoreo debe guardar concordancia, respecto a la evaluación del efluente residual, según lo especificado en el instrumento de gestión ambiental.

El punto de monitoreo se ubicara a la salida de la PTAR,

Agua residual tratada (efluente), dispositivo de salida

Se ubicará un punto de monitoreo en el dispositivo de salida del agua residual tratada de la PTAR. En el caso de que la PTAR contara con más de un dispositivo de salida se ubicarán los puntos de monitoreo en cada uno de ellos, asegurando el monitoreo del total de los efluentes de la PTAR monitoreada. Este dispositivo de salida, puede ser el medidor de flujo, caja de registro, buzón de inspección u otra estructura apropiada que cumpla con las características detalladas.

Características del punto de monitoreo

Los puntos de monitoreo deben tener las siguientes características:

- ✓ Permitir que la muestra sea representativa del flujo;
- ✓ Estar localizados en un punto donde exista una mejor mezcla y estar preferentemente cerca al punto del aforo;
- ✓ Para la medición del afluente, el punto de monitoreo debe estar antes del ingreso de agua de recirculación, si existiera;
- ✓ Ser de acceso fácil y seguro, evitando caminos empinados, rocosos, vegetación densa y fangos;
- ✓ Contar con una placa de identificación incluyendo la denominación del punto de monitoreo.

Si no existe un lugar apto para la toma de muestras, el titular de la PTAR instalará la infraestructura necesaria para que el punto de control cumpla con estas características.

Parámetros de calidad

Los parámetros sujetos al monitoreo de los efluentes de las PTAR son los indicados en el D.S. N° 003-2010-MINAM para los cuales se fija los Límites Máximos Permisibles. Estos son los siguientes:

- ✓ Aceites y Grasas
- ✓ Coliformes Termotolerantes
- ✓ Demanda Bioquímica de Oxígeno
- ✓ Demanda Química de Oxígeno
- ✓ pH
- ✓ Sólidos Totales Suspendedos
- ✓ Temperatura

Estos parámetros se monitorearán en el agua residual cruda (afluente) y en el agua residual tratada (efluente), tomando en todos los casos muestras simples.

Frecuencia de monitoreo

La frecuencia de monitoreo se establece para medir los cambios sustanciales que ocurren en determinados periodos de tiempo, a fin de realizar el seguimiento periódico respecto a las variaciones de los parámetros

fisicoquímicos, orgánicos, microbiológicos ligados al agua residual cruda y tratada de la PTAR.

Frecuencia de monitoreo se establece la frecuencia de monitoreo para cada parámetro en función al caudal de operación actual de la PTAR (promedio diario). Esta frecuencia de monitoreo es aplicable siempre y cuando el instrumento de gestión ambiental aprobado de la PTAR no requiera una frecuencia mayor. De otro lado, el MVCS podrá modificar esta frecuencia cuando existan indicios razonables de daño a la salud o al medio ambiente.

Desarrollo del monitoreo

El Monitoreo se desarrollará conforme al presente documento y será realizado por la empresa Ambiental Laboratorios S.A.C.

El trabajo de campo se inicia con la preparación de materiales (incluido material de laboratorio), equipos e indumentaria de protección. Asimismo, se deberá contar con las facilidades de transporte y logística para el desarrollo del trabajo de campo.

Preparación de materiales y equipos

Tiene como objetivo cubrir todos los elementos indispensables para llevar a cabo un monitoreo de forma efectiva, por lo que es importante preparar con anticipación los materiales de trabajo, formatos (registro de datos de campo, etiquetas para las muestras de agua residual y cadena de custodia). Asimismo, se debe contar, sin carácter limitante, con los materiales y equipos de muestreo operativo y debidamente calibrado, que se señalan a continuación.

a. Materiales

- ✓ Cadena de custodia
- ✓ Plumón indeleble
- ✓ Frascos debidamente etiquetados
- ✓ Cajas térmicas (pequeña y grande)
- ✓ Reloj
- ✓ Cuerda de nylon de 0,5 al cm de diámetro de longitud suficiente para manipular los baldes de muestreo en los puntos de monitoreo.

b. Equipos

- ✓ GPS para la identificación inicial del punto de monitoreo
- ✓ Cámara fotográfica

c. Indumentaria de protección

- ✓ Botines de seguridad
- ✓ Gafas de seguridad
- ✓ Guantes de jebe antideslizantes con cubierta de antebrazo
- ✓ Guantes de látex descartables
- ✓ Casco
- ✓ Respirador con cartucho para gases y polvo

4.3 ANÁLISIS DE CALIDAD DE AGUA

Cuadro N° 1. Metodología de análisis

N°	PARÁMETRO	MÉTODO DE ANÁLISIS
01	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 - H+ B.22nd Ed.2012
02	Aceites y grasas	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 22nd Ed.2012
03	Coliformes Termotolerantes	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22nd Ed.2012
04	Demanda bioquímica de oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed.2012
05	Demanda química de oxígeno	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed.2012
06	Sólidos totales en suspensión	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed.2012
07	Temperatura	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 22nd Ed.2012

IV. DESCRIPCIÓN DE MONITOREO

5.1. UBICACIÓN

5.1.1. Ubicación Política

- País : Perú
- Departamento : Junín
- Provincia : Jauja

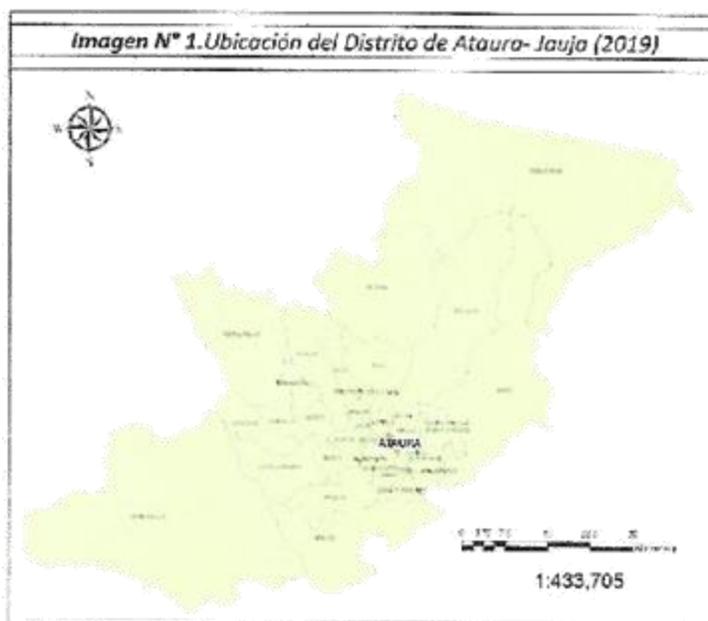


Imagen N° 2. Ubicación de la Laguna de Oxidación de Ataura- Jauja (2019)



Fuente: Google Earth

5.1.2. Ubicación geográfica

Cuadro N° 2. Coordenadas UTM de la ubicación del Punto de monitoreo.

PUNTO DE MONITOREO				
LUGAR	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS EN UTM		COTA (msnm)
		ESTE	NORTE	
Ataura	Salida de la PTAR	452107.55	8694886.28	3332

Imagen N° 3. Ubicación del punto de monitoreo de la Laguna de Oxidación.



Fuente: Google Earth

V. RESULTADOS

6.1. ANÁLISIS DE LABORATORIO

Cuadro N° 3. Resultados de ensayo de laboratorio.

Descripción de la Muestra	Parámetro	Unidad	Resultado
PM-002	pH(*)	mg/L	4.5
PM-002	Aceites y grasas(*)	Unidad pH	7.5
PM-002	Coliformes Termotolerantes (*)	mg/L	14
PM-002	Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg/L	38
PM-002	Demanda Química de Oxígeno (*)	mg/L	100
PM-002	Sólidos totales en suspensión (*)	°C	17
PM-002	Temperatura (*)	NMP/100 ml	990

(*) Los parámetros indicados no han sido acreditados por INACAL-DA, por lo que los resultados son referenciales.

Fuente: Ensayo de Laboratorio

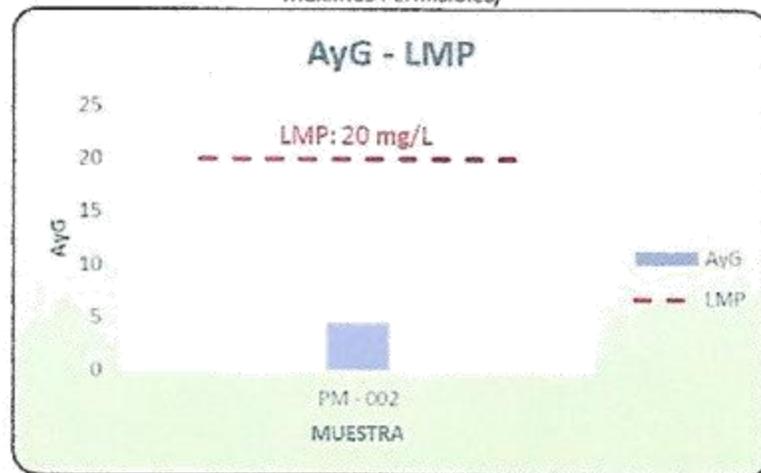
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

7.1. COMPARACIÓN DEL RESULTADO DE LOS PARÁMETROS CON LMP

Producto declarado		Agua residual		
Matriz analizada		Agua residual doméstica		
Fecha de muestreo		15/09/2018		
Hora de inicio de muestreo (h)		13:00		
Coordenadas UTM		452107.55E 8694886.28N		
Altura (msnm)		3332		
Condición de la muestra		Conservada /preservada		
Descripción del punto de muestreo		Salida de PTAR		
Código del cliente		PM-002		
N°	PARÁMETRO	Unidad	Resultado	LMP
1	Aceites y grasas	mg/L	4.5	20
2	Potencial de hidrogeno	unidad pH	7.5	6.5-8.5
3	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	14	100
4	Demanda Química de Oxígeno	mg/L	38	200
5	Sólidos totales suspendidos	mg/L	100	150
6	Temperatura	°C	17	< 35
7	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	990	10000

❖ ACEITES Y GRASAS (AyG)

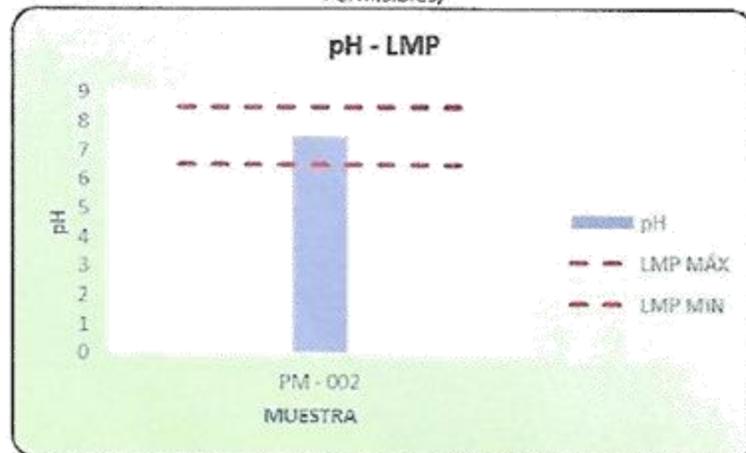
Gráfico N° 1. Resultado de Aceites y Grasas comparado con D.S N° 003-2010 MINAM (Límites Máximos Permisibles)



En el gráfico N° 1, de acuerdo al D.S N° 003-2010-MINAM (Límites Máximos Permisibles), se muestra el valor de Aceites y Grasas en el punto monitoreado del efluente en la Laguna de oxidación de Ataura, donde se aprecia que el valor analizado (4.5 mg/L) se encuentran dentro del rango establecido del LMP (20 mg/L).

❖ POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)

Gráfico N° 2. Resultado del pH comparado con D.S N° 003-2010 MINAM (Límites Máximos Permisibles)



En el gráfico N° 2, de acuerdo al D.S N° 003-2010-MINAM (Límites Máximos Permisibles), se muestra el valor de pH (7.5 unidad de pH) en el punto monitoreado del efluente en la Laguna de oxidación de Ataura, donde se aprecia que el valor se encuentran dentro del rango establecido del LMP (6.5 – 8.5).

❖ DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO₅)

Gráfico N° 3. Resultado de la Demanda Bioquímica de Oxígeno comparado con D.S N° 003-2010 MINAM (Límites Máximos Permisibles)



En el gráfico N° 3, de acuerdo al D.S N° 003-2010-MINAM (Límites Máximos Permisibles), se muestra el valor de Demanda Bioquímica de Oxígeno (14 mgO₂/L) en el punto monitoreado del efluente en la Laguna de oxidación de Ataura-Jauja, donde se aprecia que el valor se encuentran dentro del rango establecido del LMP (100 mgO₂/L).

❖ DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO (DQO)

Gráfico N° 4. Resultado de la Demanda Química de Oxígeno comparado con D.S N° 003-2010 MINAM (Límites Máximos Permisibles)



En el gráfico N° 4, de acuerdo al D.S N° 003-2010-MINAM (Límites Máximos Permisibles), se muestra el valor de Demanda Química de Oxígeno (38 mg/L) en el punto monitoreado del efluente en la Laguna de oxidación de Ataura-Jauja, donde se aprecia que el valor se encuentran dentro del rango establecido del LMP (200 mg/L).

❖ **SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN (TSS)**

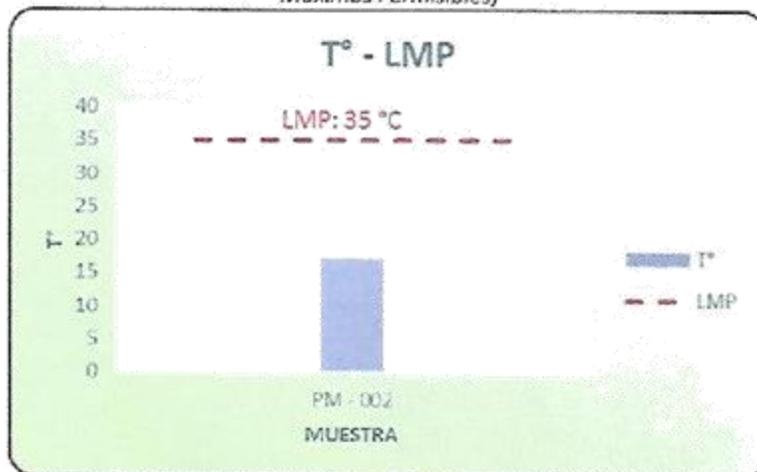
Gráfico N° 5. Resultado de los Sólidos Totales en Suspensión comparado con D.S N° 003-2010 MINAM (Límites Máximos Permisibles)



En el gráfico N°5, de acuerdo al D.S N° 003-2010-MINAM (Límites Máximos Permisibles), se muestra el valor de los sólidos Totales en suspensión en el punto monitoreado (100 mg/L) del efluente en la Laguna de oxidación de Ataura-Jauja, donde se aprecia que el valor se encuentran dentro del rango establecido del LMP (150 mg/L).

❖ **TEMPERATURA (T°)**

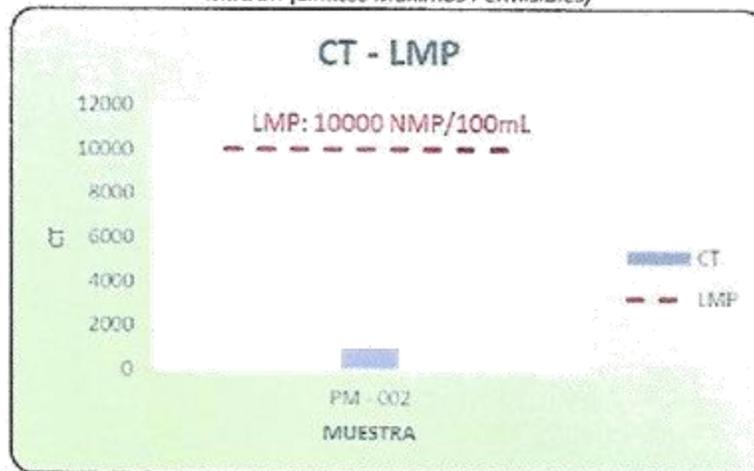
Gráfico N° 6. Resultado de la Temperatura comparado con D.S N° 003-2010 MINAM (Límites Máximos Permisibles)



En el gráfico N° 6, de acuerdo al D.S N° 003-2010-MINAM (Límites Máximos Permisibles), se muestra el valor de la temperatura (17°C) en el punto monitoreado del efluente en la Laguna de oxidación de Ataura-Jauja, donde se aprecia que el valor se encuentran dentro del rango establecido del LMP (< 35°C).

❖ COLIFORMES TERMOTOLERANTES O FECALES (CT)

Gráfico N° 7. Resultado de Coliformes Termotolerantes comparado con D.S N° 003-2010 MINAM (Límites Máximos Permisibles)



En el gráfico N° 7, se muestra el valor de Coliformes Termotolerantes (990 NMP/100mL) en el punto monitoreado del efluente en la Laguna de oxidación de Ataura-, donde se aprecia que el valor analizado se encuentran dentro del rango establecido del LMP (10000 NMP/100 mL).

7.2. COMPARACIÓN DE LOS RESULTADO CON LOS ESTÁNDARES DE CALIDAD AMBIENTAL (ECA) PARA AGUA EN USO DE RIEGO

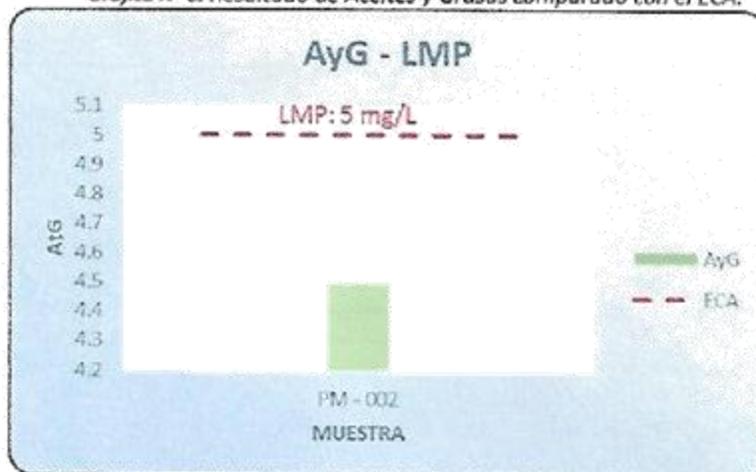
Producto declarado	Agua residual			
Matriz analizada	Agua residual doméstica			
Fecha de muestreo	15/09/2018			
Hora de inicio de muestreo (h)	13:00			
Condición de la muestra	Conservada /preservada			
Descripción del punto de muestreo	Salida de PTAR			
Código del cliente	PM-002			
N°	Parámetro	Unidad	Resultado	ECA
1	Aceites y grasas	mg/L	4.5	5
2	Potencial de hidrógeno	unidad pH	7.5	6.5 - 8.5
3	Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	14	15
4	Demanda Química de Oxígeno	mgO ₂ /L	38	40
5	Sólidos totales en suspensión	mg/L	100	≤ 100*
6	Temperatura	°C	17	Δ3
7	Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	990	1000

Δ3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual del área evaluada.

*Decreto Supremos N° 004-2017-MINAM del 07/06/17, Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

❖ ACEITES Y GRASAS (AyG)

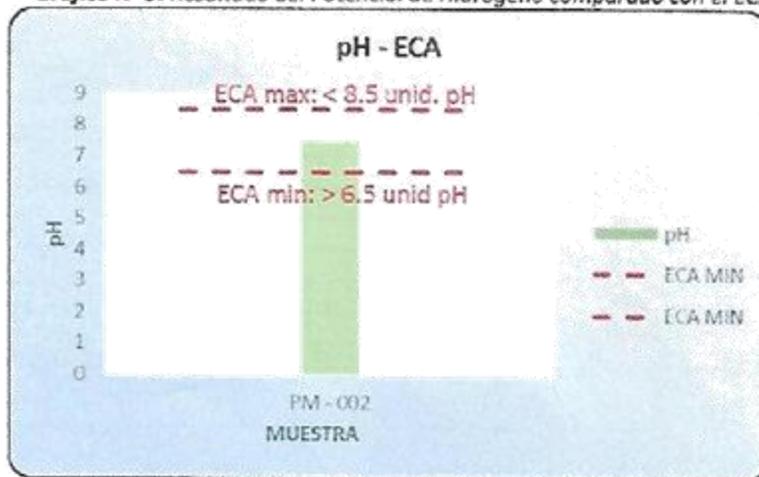
Gráfico N° 8. Resultado de Aceites y Grasas comparado con el ECA.



En el gráfico N° 8, se compara el valor obtenido del resultado del análisis acerca del punto monitoreado PM-002 con los valores del ECA para agua Categoría 3, D1: Riego de Vegetales, donde se observa que el valor del parámetro de Aceites y Grasas (4.5 mg/L) se encuentra dentro del rango que indica el Estándar de calidad Ambiental.

❖ POTENCIAL DE HIDROGENO (pH)

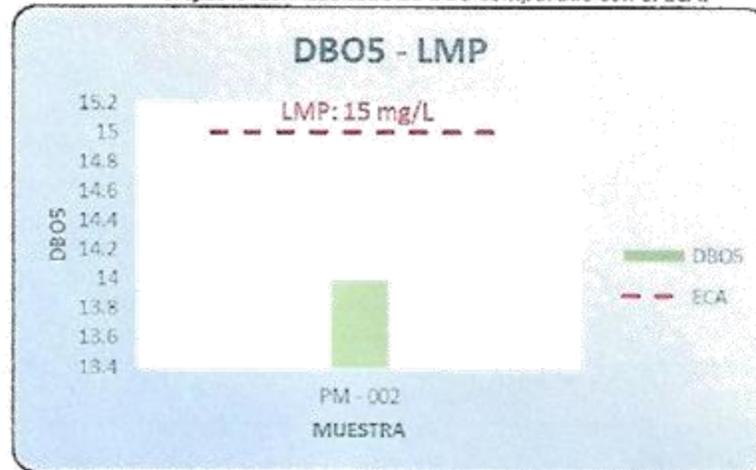
Gráfico N° 9. Resultado del Potencial de Hidrógeno comparado con el ECA.



En el gráfico N° 9, se compara el parámetro de Potencial de Hidrogeno (pH 7.5 Unidad de pH) con el ECA para agua Categoría 3, D1: Riego de Vegetales, se observa que el resultado del análisis está dentro del rango de valores que se indica el ECA (6.5 – 8.5 Unidad de pH).

❖ DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXIGENO (DBO₅)

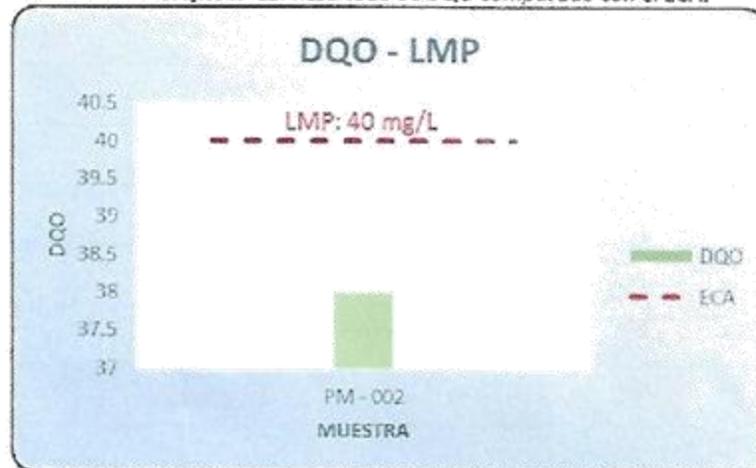
Gráfico N° 10. Resultado de DBO comparado con el ECA.



En el gráfico N° 10, se muestra la comparación del resultado de análisis del parámetro de Demanda Bioquímica de Oxígeno (14 mg/L) con el ECA para agua Categoría 3, D1: Riego de Vegetales, y se observa que el valor obtenido se encuentra dentro del valor que indica el ECA (15 mg/L).

❖ DEMANDA QUÍMICA DE OXIGENO (DQO)

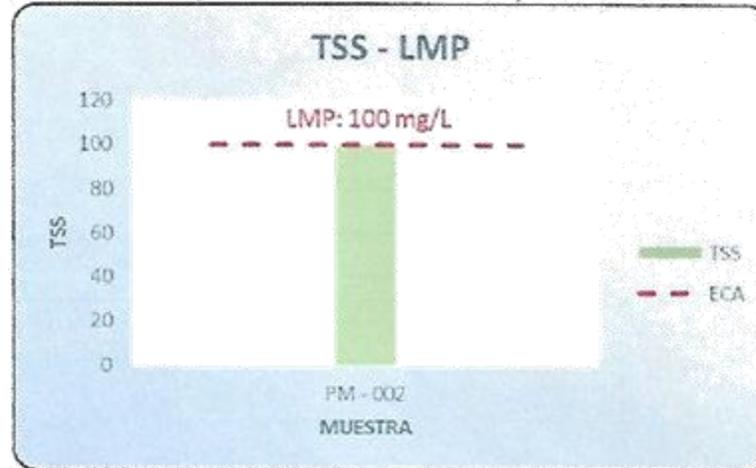
Gráfico N° 11. Resultado de DQO comparado con el ECA.



En el gráfico N° 11, se observa la comparación del resultado de análisis del parámetro de Demanda Química de Oxígeno (38 mg/L) con el estándar de calidad ambiental para agua Categoría 3, D1: Riego de Vegetales, el valor obtenido nos indica que está dentro del valor que el indica el ECA (40 mg/L).

❖ **SOLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN (STS)**

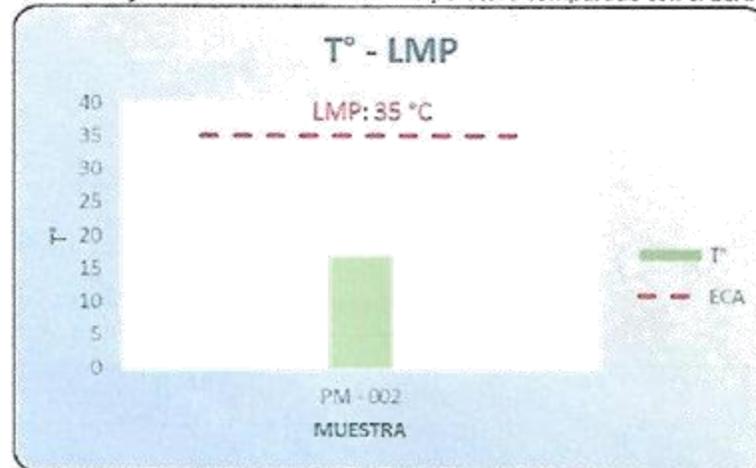
Gráfico N° 12. Resultado de TSS comparado con el ECA.



En el gráfico N° 12, se compara el valor del parámetro de los Sólidos Totales en Suspensión obtenidos del resultado de laboratorio (100 mg/L) con el ECA para agua Categoría 4, E2: Ríos; ya que en la Categoría 3, D1 no se encuentra el valor para el parámetro de Sólidos Totales en suspensión, según la comparación se observa que el valor se encuentra dentro del rango que indica el ECA.

❖ **TEMPERATURA (T°)**

Gráfico N° 13. Resultado de la Temperatura comparado con el ECA.

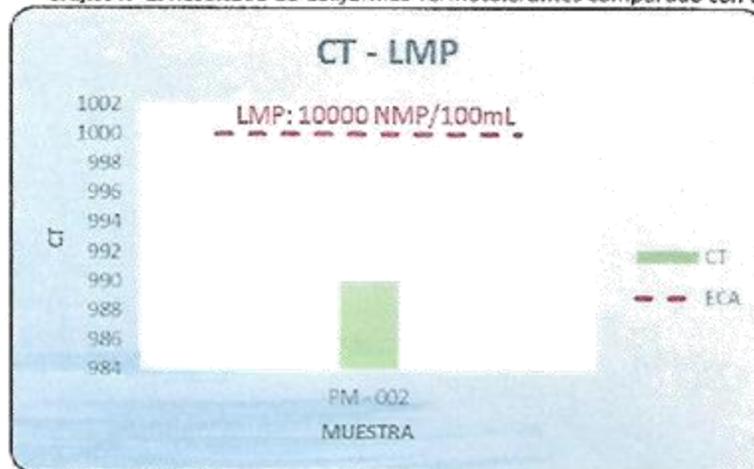


En el gráfico N° 13, se observa la comparación del parámetro Temperatura (17 °C) analizado en el laboratorio con el ECA para agua Categoría 3, D1: Riego de Vegetales, por lo que la categoría a comparar indica que debería existir como máximo un $\Delta 3$ entre las mediciones que se realizaran, sin embargo solo contamos con uno solo de dato por lo que es comparado con el valor que indica el LMP, el cual se encuentra dentro del rango.

	INFORME DE MONITOREO Y ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE EFLUENTE	Fecha: 28/09/2018
		Informe N°: 014

❖ **COLIFORMES TERMOTOLERANTES O FECALES (CT)**

Gráfico N° 1. Resultado de Coliformes Termotolerantes comparado con el ECA.



En el gráfico N° 14, se muestra la comparación del resultado de análisis del parámetro Coliformes Termotolerantes (990 NMP/100mL) con el ECA para agua Categoría 3: D1: Riego de Vegetales, observándose que el valor obtenido se encuentra dentro del valor que indica el ECA (1000 NMP/100mL).

VII. CONCLUSIONES

- Se realizó la evaluación de los parámetros (Aceites y Grasas, pH, DBO5, DQO, TSS, T° y Coliformes Termotolerantes) y se comparó los resultados con los Límites Máximos Permisibles (LMP) como con los Estándares de Calidad Ambiental (ECA).
- El resultado de todos los parámetros evaluados presentan resultados que no sobrepasan los niveles de los Límites Máximos Permisibles.
- Los resultados de todos los parámetros evaluados con los niveles del ECA para agua Categoría 3: D1: Riego de Vegetales no sobrepasan los valores que se indican en el ECA.

VIII. RECOMENDACIONES

- Realizar la toma de muestra de calidad del agua en diferentes horarios del día y en diferentes periodos de (máximas avenidas y épocas de estiaje), para conocer el funcionamiento del sistema y la variabilidad que presentan los parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua en función de las condiciones ambientales.

IX. ANEXOS

- Cadena de custodia
- Resultados de laboratorio



LABORATORIO DE ENSAYO "AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C"

INFORME DE ENSAYO: AL/IE-012-18

I. DATOS DEL SERVICIO:

- | | | |
|------------------------------|---|---|
| 1. Cliente | : | Ricardo Delgado Davila |
| 2. Orden de servicio N° | : | AL/OS-012-18 |
| 3. Tipo de muestra | : | Muestra declarada por el cliente: Agua Residual |
| 4. Toma de muestra | : | Por el cliente |
| 5. Referencia cliente | : | PM-002 |
| 6. Procedencia de la muestra | : | Efluente Planta De Tratamiento De Agua Residual Domestica Ataura - Jauja - Huancayo. |
| 7. Nombre del proyecto | : | "Estudio Comparativo Entre Tanque Imhoff Y Laguna De Estabilización Para Reúso Del Agua Residual En Riego". |

II. DATOS DE ITEM DE ENSAYO:

- | | | |
|----------------------------------|---|--|
| 1. Cantidad de Muestra | : | 02 muestras en frasco de plástico
01 frasco de vidrio |
| 2. Fecha de recepción de muestra | : | 15 De Setiembre 2018 |
| 3. Periodo de ensayo | : | Del 15 al 25 de Setiembre del 2018 |
| 4. Código de laboratorio | : | M-012-18 |

III. RESULTADOS:

Descripción de la muestra	Parámetro	Unidad	Método de ensayo	Resultado
PM-002	pH(*)	Unidad pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500 - H+ B.22nd Ed.2012	7.5
PM-002	Aceites y Grasas(*)	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5520 B, 22nd Ed.2012	4.5
PM-002	Coliformes Termotolerantes(*)	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 22nd Ed.2012	990
PM-002	Demanda Bioquímica de Oxígeno (*)	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed.2012	14

(*) Los parámetros indicados no han sido acreditados por INACAL DA, por lo que los resultados son referenciales.

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia, no podrá ser reproducido parcial o totalmente salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C; solo es válido únicamente a las muestras ensayadas. 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.

LABORATORIO DE ENSAYO "AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C"

INFORME DE ENSAYO: AL/IE-012-18

RESULTADOS:

Descripción de la muestra	Parámetro	Unidad	Método de ensayo	Resultado
PM-002	Demanda Química de Oxígeno (*)	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D, 22nd Ed.2012	38
PM-002	Sólidos Totales en Suspensión(*)	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 22nd Ed.2012	100
PM-002	Temperatura(*)	°C	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 22nd Ed.2012	17

(*) Los parámetros indicados no han sido acreditados por INACAL-DA, por lo que los resultados son referenciales.



Ing. Irvin H. Laurente Galarza
Jefe de laboratorio
CIP N° 175912

El presente informe es redactado íntegramente en AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C, su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales en la materia, no podrá ser reproducido parcial o totalmente salvo autorización escrita de AMBIENTAL LABORATORIOS S.A.C; solo es válido únicamente a las muestras ensayadas. 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.

172

Página 2 de 2

ANEXO N°3. LIMITES MAXIMOS PERMISIBLES



de impuestos o de derechos aduaneros de ninguna clase o denominación.

Artículo 5°.- La presente Resolución Suprema será refrendada por el Presidente del Consejo de Ministros.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

ALAN GARCÍA PÉREZ
Presidente Constitucional de la República

JAVIER VELASQUEZ QUESQUÉN
Presidente del Consejo de Ministros

469446-6

AMBIENTE

Aprueba Límites Máximos Permisibles para los efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales

**DECRETO SUPREMO
N° 003-2010-MINAM**

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el artículo 3° de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, dispone que el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, las políticas, normas, instrumentos, incentivos y sanciones que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en dicha ley;

Que, el numeral 32.1 del artículo 32° de la Ley General del Ambiente define al Límite Máximo Permissible - LMP, como la medida de concentración o grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a un efluente o una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento corresponde al Ministerio del Ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el Ministerio del Ambiente y los organismos que conforman el Sistema Nacional de Gestión Ambiental. Los criterios para la determinación de la supervisión y sanción serán establecidos por dicho Ministerio;

Que, el numeral 33.4 del artículo 33° de la Ley N° 28611 en mención dispone que, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplique el principio de la gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;

Que, el literal d) del artículo 7° del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente - MINAM, establece como función específica de dicho Ministerio, elaborar los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP), de acuerdo con los planes respectivos. Deben contar con la opinión del sector correspondiente, debiendo ser aprobados mediante Decreto Supremo;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 121-2009-MINAM, se aprobó el Plan de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) y Límites Máximos Permisibles (LMP) para el año fiscal 2009 que contiene dentro de su anexo la elaboración del Límite Máximo Permissible para los efluentes de Plantas de Tratamiento de fuentes domésticas;

Que el artículo 14° del Reglamento de la Ley del Sistema Nacional de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) aprobado mediante Decreto Supremo N° 019-2009-MINAM, establece que el proceso de evaluación de impacto ambiental comprende medidas que aseguren, entre otros, el cumplimiento de los Estándares de Calidad Ambiental, los Límites Máximos Permisibles y otros parámetros y requerimientos aprobados de acuerdo a la legislación ambiental vigente; del mismo modo, en su artículo 28° el citado reglamento señala que, la modificación del estudio ambiental o la aprobación de instrumentos de gestión ambiental complementarios,

implica necesariamente y según corresponda, la actualización de los planes originalmente aprobados al emitirse la Certificación Ambiental;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8) del artículo 118° de la Constitución Política del Perú, y el numeral 3 del artículo 11° de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

DECRETA:

Artículo 1°.- Aprobación de Límites Máximos Permisibles (LMP) para efluentes de Plantas de Tratamiento de Agua Residuales Domésticas o Municipales (PTAR)

Aprobar los Límites Máximos Permisibles para efluentes de las Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales, los que en Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo y que son aplicables en el ámbito nacional.

Artículo 2°.- Definiciones

Para la aplicación del presente Decreto Supremo se utilizarán los siguientes términos:

- **Planta de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales (PTAR):** Infraestructura y procesos que permiten la depuración de las aguas residuales Domésticas o Municipales.

- **Límite Máximo Permissible (LMP):** Es la medida de la concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, que caracterizan a una emisión, que al ser excedida causa o puede causar daños a la salud, al bienestar humano y al ambiente. Su cumplimiento es exigible legalmente por el MINAM y los organismos que conforman el Sistema de Gestión Ambiental.

- **Protocolo de Monitoreo:** Procedimientos y metodologías establecidas por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento en coordinación con el MINAM y que deben cumplirse en la ejecución de los Programas de Monitoreo.

Artículo 3°.- Cumplimiento de los Límites Máximos Permisibles de Efluentes de PTAR

3.1 Los LMP de efluentes de PTAR que se establecen en la presente norma entran en vigencia y son de cumplimiento obligatorio a partir del día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

3.2 Los LMP aprobados mediante el presente Decreto Supremo, no serán de aplicación a las PTAR con tratamiento preliminar avanzado o tratamiento primario que cuenten con disposición final mediante emisario submarino.

3.3 Los titulares de las PTAR que se encuentren en operación a la dación del presente Decreto Supremo y que no cuenten con certificación ambiental, tendrán un plazo no mayor de dos (02) años, contados a partir de la publicación del presente Decreto Supremo, para presentar ante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento su Programa de Adecuación y Manejo Ambiental; autoridad que definirá el respectivo plazo de adecuación.

3.4 Los titulares de las PTAR que se encuentren en operación a la dación del presente Decreto Supremo y que cuenten con certificación ambiental, tendrán un plazo no mayor de tres (03) años, contados a partir de la publicación del presente Decreto Supremo, para presentar ante el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, la actualización de los Planes de Manejo Ambiental de los Estudios Ambientales; autoridad que definirá el respectivo plazo de adecuación.

Artículo 4°.- Programa de Monitoreo

4.1 Los titulares de las PTAR están obligados a realizar el monitoreo de sus efluentes, de conformidad con el Programa de Monitoreo aprobado por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. El Programa de Monitoreo especificará la ubicación de los puntos de control, métodos y técnicas adecuadas; así como los parámetros y frecuencia de muestreo para cada uno de ellos.

4.2 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento podrá disponer el monitoreo de otros parámetros que no estén regulados en el presente Decreto Supremo, cuando existan indicios razonables de riesgo a la salud humana o al ambiente.

4.3 Sólo será considerado válido el monitoreo conforme al Protocolo de Monitoreo establecido por el Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, realizado por Laboratorios acreditados ante el Instituto Nacional de Defensa del Consumidor y de la Propiedad Intelectual - INDECOPI.

Artículo 5°.- Resultados de monitoreo

5.1 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento es responsable de la administración de la base de datos del monitoreo de los efluentes de las PTAR, por lo que los titulares de las actividades están obligados a reportar periódicamente los resultados del monitoreo de los parámetros regulados en el Anexo de la presente norma, de conformidad con los procedimientos establecidos en el Protocolo de Monitoreo aprobado por dicho Sector.

5.2 El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento deberá elaborar y remitir al Ministerio del Ambiente dentro de los primeros noventa (90) días de cada año, un informe estadístico a partir de los datos de monitoreo presentados por los Titulares de las PTAR, durante el año anterior, lo cual será de acceso público a través del portal institucional de ambas entidades.

Artículo 6°.- Fiscalización y Sanción

La fiscalización del cumplimiento de los LMP y otras disposiciones aprobadas en el presente Decreto Supremo estará a cargo de la autoridad competente de fiscalización, según corresponda.

Artículo 7°.- Refrendo

El presente Decreto Supremo será refrendado por el Ministro del Ambiente y por el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA FINAL

Única.- El Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, en coordinación con el MINAM, aprobará el Protocolo de Monitoreo de Efluentes de PTAR en un plazo no mayor a doce (12) meses contados a partir de la vigencia del presente dispositivo.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los dieciséis días del mes de marzo del año dos mil diez.

ALAN GARCÍA PÉREZ
 Presidente Constitucional de la República

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG
 Ministro del Ambiente

JUAN SARMIENTO SOTO
 Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

ANEXO

LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES PARA LOS EFLUENTES DE PTAR

PARÁMETRO	UNIDAD	LMP DE EFLUENTES PARA VERTIDOS A CUERPOS DE AGUAS
Aceites y grasas	mg/L	20
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	10,000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	100
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	200
pH	unidad	6.5-8.5
Sólidos Totales en Suspensión	mL/L	150
Temperatura	°C	<35

469446-2

Designan responsable de brindar información pública y del contenido del portal de internet institucional del Ministerio

RESOLUCIÓN MINISTERIAL N° 036-2010-MINAM

Lima, 16 de marzo de 2010

CONSIDERANDO:

Que, mediante Decreto Legislativo N° 1013, se aprobó la Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente;

Que, la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, cuyo Texto Único Ordenado fue aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM, tiene por finalidad promover la transparencia de los actos del Estado y regular el derecho fundamental del acceso a la información consagrado en el numeral 5 del artículo 2° de la Constitución Política del Perú;

Que, el artículo 3° de la citada Ley, señala que el Estado tiene la obligación de entregar la información que demanden las personas en aplicación del principio de publicidad, para cuyo efecto se designa al funcionario responsable de entregar la información solicitada;

Que, asimismo, de acuerdo a lo previsto en el artículo 5° de la mencionada Ley, las Entidades Públicas deben identificar al funcionario responsable de la elaboración de los Portales de Internet;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 070-2008-MINAM, se designó a la señorita Cristina Miranda Beas, como funcionaria responsable de brindar información que demanden las personas, y responsable del contenido de la información ofrecida en el Portal de Internet del Ministerio del Ambiente;

Que, por razones del servicio y considerando la renuncia al cargo que desempeñaba en el Ministerio del Ambiente la servidora citada en el considerando precedente, resulta necesario designar al personal responsable de brindar información en el marco de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública y responsable del Portal de Internet Institucional;

Con el visado de la Secretaría General y de la Oficina de Asesoría Jurídica; y

De conformidad con lo establecido en el Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente; el Texto Único Ordenado de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM; y el Decreto Supremo N° 007-2008-MINAM que aprueba el Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio del Ambiente;

SE RESUELVE:

Artículo 1°.- Designar al abogado Hugo Milko Ortega Polar como Responsable de brindar la información pública del Ministerio del Ambiente y Responsable del contenido de la información ofrecida en el Portal de Internet Institucional, de conformidad con el Texto Único Ordenado de la Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, aprobado por Decreto Supremo N° 043-2003-PCM.

Artículo 2°.- Todos los órganos del Ministerio del Ambiente, bajo responsabilidad, deberán facilitar la información y/o documentación que les sea solicitada como consecuencia de lo dispuesto en el artículo precedente, dentro de los plazos establecidos en la normatividad vigente.

Artículo 3°.- Disponer que la presente Resolución se publique en el Diario Oficial El Peruano y en Portal de Internet del Ministerio del Ambiente.

Artículo 4°.- Notificar la presente Resolución a todos los órganos del Ministerio del Ambiente, al Órgano de Control Institucional y al responsable designado.

Regístrese, comuníquese y publíquese.

ANTONIO JOSÉ BRACK EGG
 Ministro del Ambiente

469445-1

ANEXO N°4. ESTANDARES DE CALIDAD AMBIENTAL

Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias

DECRETO SUPREMO N° 004-2017-MINAM

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el numeral 22 del artículo 2 de la Constitución Política del Perú establece que toda persona tiene derecho a gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de su vida;

Que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 3 de la Ley N° 28611, Ley General del Ambiente, en adelante la Ley, el Estado, a través de sus entidades y órganos correspondientes, diseña y aplica, entre otros, las normas que sean necesarias para garantizar el efectivo ejercicio de los derechos y el cumplimiento de las obligaciones y responsabilidades contenidas en la Ley;

Que, el numeral 31.1 del artículo 31 de la Ley, define al Estándar de Calidad Ambiental (ECA) como la medida que establece el nivel de concentración o del grado de elementos, sustancias o parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, en su condición de cuerpo receptor, que no representa riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente; asimismo, el numeral 31.2 del artículo 31 de la Ley establece que el ECA es obligatorio en el diseño de las normas legales y las políticas públicas, así como un referente obligatorio en el diseño y aplicación de todos los instrumentos de gestión ambiental;

Que, de acuerdo con lo establecido en el numeral 33.1 del artículo 33 de la Ley, la Autoridad Ambiental Nacional dirige el proceso de elaboración y revisión de ECA y Límites Máximos Permisibles (LMP) y, en coordinación con los sectores correspondientes, elabora o encarga las propuestas de ECA y LMP, los que serán remitidos a la Presidencia del Consejo de Ministros para su aprobación mediante Decreto Supremo;

Que, en virtud de lo dispuesto por el numeral 33.4 del artículo 33 de la Ley, en el proceso de revisión de los parámetros de contaminación ambiental, con la finalidad de determinar nuevos niveles de calidad, se aplica el principio de gradualidad, permitiendo ajustes progresivos a dichos niveles para las actividades en curso;

Que, de conformidad con lo establecido en el literal d) del artículo 7 del Decreto Legislativo N° 1013, Ley de Creación, Organización, y Funciones del Ministerio del Ambiente, este ministerio tiene como función específica elaborar los ECA y LMP, los cuales deberán contar con la opinión del sector correspondiente y ser aprobados mediante Decreto Supremo;

Que, mediante Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM se aprueban los ECA para Agua y, a través del Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM, se aprueban las disposiciones para su aplicación;

Que, asimismo, mediante Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM se modifican los ECA para Agua y se establecen disposiciones complementarias para su aplicación;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 331-2016-MINAM se crea el Grupo de Trabajo encargado de establecer medidas para optimizar la calidad ambiental, estableciendo como una de sus funciones específicas, el analizar y proponer medidas para mejorar la calidad ambiental en el país;

Que, en mérito del análisis técnico realizado se ha identificado la necesidad de modificar, precisar y unificar la normatividad vigente que regula los ECA para agua;

Que, mediante Resolución Ministerial N° 072-2017-MINAM, se dispuso la prepublicación del proyecto normativo, en cumplimiento del Reglamento sobre Transparencia, Acceso a la Información Pública Ambiental y Participación y Consulta Ciudadana en Asuntos Ambientales, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2009-MINAM, y el artículo 14 del Reglamento que establece disposiciones relativas a la publicidad,

publicación de Proyectos Normativos y difusión de Normas Legales de Carácter General, aprobado por Decreto Supremo N° 001-2009-JUS; en virtud de la cual se recibieron aportes y comentarios al mismo;

De conformidad con lo dispuesto en el numeral 8 del artículo 118 de la Constitución Política del Perú, así como el numeral 3 del artículo 11 de la Ley N° 29158, Ley Orgánica del Poder Ejecutivo;

DECRETA:

Artículo 1.- Objeto de la norma

La presente norma tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el Anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECA, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos.

Artículo 2.- Aprobación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Apruébase los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua, que como Anexo forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

Artículo 3.- Categorías de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Para la aplicación de los ECA para Agua se debe considerar las siguientes precisiones sobre sus categorías:

3.1 Categoría 1: Poblacional y recreacional

a) Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Entiéndase como aquellas aguas que, previo tratamiento, son destinadas para el abastecimiento de agua para consumo humano:

- A1. Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección

Entiéndase como aquellas aguas que, por sus características de calidad, reúnen las condiciones para ser destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano con simple desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

- A2. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional, mediante dos o más de los siguientes procesos: Coagulación, floculación, decantación, sedimentación, y/o filtración o procesos equivalentes; incluyendo su desinfección, de conformidad con la normativa vigente.

- A3. Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al abastecimiento de agua para consumo humano, sometidas a un tratamiento convencional que incluye procesos físicos y químicos avanzados como precloración, micro filtración, ultra filtración, nanofiltración, carbón activado, ósmosis inversa o procesos equivalentes establecidos por el sector competente.

b) Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo que se ubican en zonas marino costeras o continentales. La amplitud de las zonas marino costeras es variable y comprende la franja del mar entre el límite de la tierra hasta los 500 m de la línea paralela de baja marea. La amplitud de las zonas continentales es definida por la autoridad competente:

- B1. Contacto primario

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto primario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de actividades como la natación, el esquí acuático, el buceo libre, el surf, el canotaje, la navegación en tabla a vela, la moto acuática, la pesca submarina o similares.

- B2. Contacto secundario

Entiéndase como aquellas aguas destinadas al uso recreativo de contacto secundario por la Autoridad de Salud, para el desarrollo de deportes acuáticos con botes, lanchas o similares.

3.2 Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales**a) Subcategoría C1: Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras**

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de moluscos (Ej.: ostras, almejas, choros, navajas, machas, conchas de abanico, palabrillas, mejillones, caracol, lapa, entre otros), equinodermos (Ej.: erizos y estrella de mar) y tunicados.

b) Subcategoría C2: Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras

Entiéndase como aquellas aguas destinadas a la extracción o cultivo de otras especies hidrobiológicas para el consumo humano directo e indirecto. Esta subcategoría comprende a los peces y las algas comestibles.

c) Subcategoría C3: Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras

Entiéndase como aquellas aguas aledañas a las infraestructuras marino portuarias, actividades industriales o servicios de saneamiento como los emisarios submarinos.

d) Subcategoría C4: Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas

Entiéndase como aquellas aguas cuyo uso está destinado a la extracción o cultivo de especies hidrobiológicas para consumo humano.

3.3 Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales**a) Subcategoría D1: Riego de vegetales**

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para el riego de los cultivos vegetales, las cuales, dependiendo de factores como el tipo de riego empleado en los cultivos, la clase de consumo utilizado (crudo o cocido) y los posibles procesos industriales o de transformación a los que puedan ser sometidos los productos agrícolas:

- Agua para riego no restringido

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen crudos (Ej.: hortalizas, plantas frutales de tallo bajo o similares); cultivos de árboles o arbustos frutales con sistema de riego por aspersión, donde el fruto o partes comestibles entran en contacto directo con el agua de riego, aun cuando estos sean de tallo alto; parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales; o cualquier otro tipo de cultivo.

- Agua para riego restringido

Entiéndase como aquellas aguas cuya calidad permite su utilización en el riego de: cultivos alimenticios que se consumen cocidos (Ej.: habas); cultivos de tallo alto en los que el agua de riego no entra en contacto con el fruto (Ej.: árboles frutales); cultivos a ser procesados, envasados y/o industrializados (Ej.: trigo, arroz, avena y quinua); cultivos industriales no comestibles (Ej.: algodón), y; cultivos forestales, forrajes, pastos o similares (Ej.: maíz forrajero y alfalfa).

b) Subcategoría D2: Bebida de animales

Entiéndase como aquellas aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno,

equino o camélido, y para animales menores como ganado porcino, ovino, caprino, cuyes, aves y conejos.

3.4 Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua superficiales que forman parte de ecosistemas frágiles, áreas naturales protegidas y/o zonas de amortiguamiento, cuyas características requieren ser protegidas.

a) Subcategoría E1: Lagunas y lagos

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lénticos, que no presentan corriente continua, incluyendo humedales.

b) Subcategoría E2: Ríos

Entiéndase como aquellos cuerpos naturales de agua lóticos, que se mueven continuamente en una misma dirección:

- Ríos de la costa y sierra

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la vertiente hidrográfica del Pacífico y del Titicaca, y en la parte alta de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por encima de los 600 msnm.

- Ríos de la selva

Entiéndase como aquellos ríos y sus afluentes, comprendidos en la parte baja de la vertiente oriental de la Cordillera de los Andes, por debajo de los 600 msnm, incluyendo las zonas meándricas.

c) Subcategoría E3: Ecosistemas costeros y marinos**- Estuarios**

Entiéndase como aquellas zonas donde el agua de mar ingresa en valles o cauces de ríos hasta el límite superior del nivel de marea. Esta clasificación incluye marismas y manglares.

- Marinos

Entiéndase como aquellas zonas del mar comprendidas desde la línea paralela de baja marea hasta el límite marítimo nacional.

Precisese que no se encuentran comprendidas dentro de las categorías señaladas, las aguas marinas con fines de potabilización, las aguas subterráneas, las aguas de origen minero - medicinal, aguas geotermiales, aguas atmosféricas y las aguas residuales tratadas para reuso.

Artículo 4.- Asignación de categorías a los cuerpos naturales de agua

4.1 La Autoridad Nacional del Agua es la entidad encargada de asignar a cada cuerpo natural de agua las categorías establecidas en el presente Decreto Supremo atendiendo a sus condiciones naturales o niveles de fondo, de acuerdo al marco normativo vigente.

4.2 En caso se identifique dos o más posibles categorías para una zona determinada de un cuerpo natural de agua, la Autoridad Nacional del Agua define la categoría aplicable, priorizando el uso poblacional.

Artículo 5.- Los Estándares de Calidad Ambiental para Agua como referente obligatorio

5.1 Los parámetros de los ECA para Agua que se aplican como referente obligatorio en el diseño y aplicación de los instrumentos de gestión ambiental, se determinan considerando las siguientes variables, según corresponda:

a) Los parámetros asociados a los contaminantes que caracterizan al efluente del proyecto o la actividad productiva, extractiva o de servicios.

b) Las condiciones naturales que caracterizan el estado de la calidad ambiental de las aguas superficiales que no han sido alteradas por causas antrópicas.

c) Los niveles de fondo de los cuerpos naturales de agua; que proporcionan información acerca de las concentraciones de sustancias o agentes físicos,

químicos o biológicos presentes en el agua y que puedan ser de origen natural o antrópico.

d) El efecto de otras descargas en la zona, tomando en consideración los impactos ambientales acumulativos y sinérgicos que se presenten aguas arriba y aguas abajo de la descarga del efluente, y que influyan en el estado actual de la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua donde se realiza la actividad.

e) Otras características particulares de la actividad o el entorno que pueden influir en la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua.

5.2 La aplicación de los ECA para Agua como referente obligatorio está referida a los parámetros que se identificaron considerando las variables del numeral anterior, según corresponda, sin incluir necesariamente todos los parámetros establecidos para la categoría o subcategoría correspondiente.

Artículo 6.- Consideraciones de excepción para la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua

En aquellos cuerpos naturales de agua que por sus condiciones naturales o, por la influencia de fenómenos naturales, presenten parámetros en concentraciones superiores a la categoría de ECA para Agua asignada, se exceptúa la aplicación de los mismos para efectos del monitoreo de la calidad ambiental, en tanto se mantenga uno o más de los siguientes supuestos:

a) Características geológicas de los suelos y subsuelos que influyen en la calidad ambiental de determinados cuerpos naturales de aguas superficiales. Para estos casos, se demostrará esta condición natural con estudios técnicos científicos que sustenten la influencia natural de una zona en particular sobre la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua, aprobados por la Autoridad Nacional del Agua.

b) Ocurrencia de fenómenos naturales extremos, que determina condiciones por exceso (inundaciones) o por carencia (sequías) de sustancias o elementos que componen el cuerpo natural de agua, las cuales deben ser reportadas con el respectivo sustento técnico.

c) Desbalance de nutrientes debido a causas naturales, que a su vez genera eutrofización o el crecimiento excesivo de organismos acuáticos, en algunos casos potencialmente tóxicos (mareas rojas). Para tal efecto, se debe demostrar el origen natural del desbalance de nutrientes, mediante estudios técnicos científicos aprobados por la autoridad competente.

d) Otras condiciones debidamente comprobadas mediante estudios o informes técnicos científicos actualizados y aprobados por la autoridad competente.

Artículo 7.- Verificación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua fuera de la zona de mezcla

7.1 En cuerpos naturales de agua donde se vierten aguas tratadas, la Autoridad Nacional del Agua verifica el cumplimiento de los ECA para Agua fuera de la zona de mezcla, entendida esta zona como aquella que contiene el volumen de agua en el cuerpo receptor donde se logra la dilución del vertimiento por procesos hidrodinámicos y dispersión, sin considerar otros factores como el decaimiento bacteriano, sedimentación, asimilación en materia orgánica y precipitación química.

7.2 Durante la evaluación de los instrumentos de gestión ambiental, las autoridades competentes consideran y/o verifican el cumplimiento de los ECA para Agua fuera de la zona de mezcla, en aquellos parámetros asociados prioritariamente a los contaminantes que caracterizan al efluente del proyecto o actividad.

7.3 La metodología y aspectos técnicos para la determinación de las zonas de mezcla serán establecidos por la Autoridad Nacional del Agua, en coordinación con el Ministerio del Ambiente y la autoridad competente.

Artículo 8.- Sistematización de la información

8.1 Las autoridades competentes de los tres niveles de gobierno, que realicen acciones de vigilancia, monitoreo, control, supervisión y/o fiscalización ambiental remitirán

al Ministerio del Ambiente la información generada en el desarrollo de estas actividades con relación a la calidad ambiental de los cuerpos naturales de agua, a fin de que sirva como insumo para la elaboración del Informe Nacional del Estado del Ambiente y para el Sistema Nacional de Información Ambiental (SINIA).

8.2 La autoridad competente debe remitir al Ministerio del Ambiente la relación de aquellos cuerpos naturales de agua exceptuados de la aplicación del ECA para Agua, referidos en los literales a) y c) del artículo 6 del presente Decreto Supremo, adjuntando el sustento técnico correspondiente.

8.3 El Ministerio del Ambiente establece los procedimientos, plazos y los formatos para la remisión de la información.

Artículo 9.- Refrendo

El presente Decreto Supremo es refrendado por la Ministra del Ambiente, el Ministro de Agricultura y Riego, el Ministro de Energía y Minas, la Ministra de Salud, el Ministro de la Producción y el Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS FINALES

Primera.- Aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua en los instrumentos de gestión ambiental aprobados

La aplicación de los ECA para Agua en los instrumentos de gestión ambiental aprobados, que sean de carácter preventivo, se realiza en la actualización o modificación de los mismos, en el marco de la normativa vigente del Sistema Nacional de Evaluación del Impacto Ambiental (SEIA). En el caso de instrumentos correctivos, la aplicación de los ECA para Agua se realiza conforme a la normativa ambiental sectorial.

Segunda.- Del Monitoreo de la Calidad Ambiental del Agua

Las acciones de vigilancia y monitoreo de la calidad del agua debe realizarse de acuerdo al Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales aprobado por la Autoridad Nacional del Agua.

Tercera.- Métodos de ensayo o técnicas analíticas

El Ministerio del Ambiente, en un plazo no mayor a seis (6) meses contado desde la vigencia de la presente norma, establece los métodos de ensayo o técnicas analíticas aplicables a la medición de los ECA para Agua aprobados por la presente norma, en coordinación con el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) y las autoridades competentes.

DISPOSICIONES COMPLEMENTARIAS TRANSITORIAS

Primera.- Instrumento de gestión ambiental y/o plan integral en trámite ante la Autoridad Competente

Los titulares que antes de la fecha de entrada en vigencia de la norma, hayan iniciado un procedimiento administrativo para la aprobación del instrumento de gestión ambiental y/o plan integral ante la autoridad competente, tomarán en consideración los ECA para Agua vigentes a la fecha de inicio del procedimiento.

Luego de aprobado el instrumento de gestión ambiental por la autoridad competente, los titulares deberán considerar lo establecido en la Primera Disposición Complementaria Final, a efectos de aplicar los ECA para Agua aprobados mediante el presente Decreto Supremo.

Segunda.- De la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas

Para la autorización de vertimiento de aguas residuales tratadas, la Autoridad Nacional del Agua, tomará en cuenta los ECA para Agua considerados en la aprobación del instrumento de gestión ambiental correspondiente.

Tercera.- De la aplicación de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua en cuerpos naturales de agua no categorizados

En tanto la Autoridad Nacional del Agua no haya asignado una categoría a un determinado cuerpo natural de agua, se debe aplicar la categoría del

recurso hídrico al que este tributa, previo análisis de dicha Autoridad.

**DISPOSICIÓN COMPLEMENTARIA
DEROGATORIA**

Única.- Derogación de normas referidas a Estándares de Calidad Ambiental para Agua

Derógase el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los seis días del mes de junio del año dos mil diecisiete.

PEDRO PABLO KUCZYNSKI GODARD
Presidente de la República

JOSÉ MANUEL HERNÁNDEZ CALDERÓN
Ministro de Agricultura y Riego

ELSA GALARZA CONTRERAS
Ministra del Ambiente

GONZALO TAMAYO FLORES
Ministro de Energía y Minas

PEDRO OLAECHEA ÁLVAREZ-CALDERÓN
Ministro de la Producción

PATRICIA J. GARCÍA FUNEGRA
Ministra de Salud

EDMER TRUJILLO MORI
Ministro de Vivienda, Construcción y Saneamiento

ANEXO

Categoría 1: Poblacional y Recreacional

Subcategoría A: Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	0,5	1,7	1,7
Cianuro Total	mg/L	0,07	**	**
Cianuro Libre	mg/L	**	0,2	0,2
Cloruros	mg/L	250	250	250
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	15	100 (a)	**
Conductividad	(µS/cm)	1 500	1 600	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	3	5	10
Dureza	mg/L	500	**	**
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	10	20	30
Fenoles	mg/L	0,003	**	**
Fluoruros	mg/L	1,5	**	**
Fósforo Total	mg/L	0,1	0,15	0,15
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante de origen antropico	Ausencia de material flotante de origen antropico	Ausencia de material flotante de origen antropico
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	50	50	50
Nitritos (NO ₂ ⁻) (d)	mg/L	3	3	**
Amoniaco- N	mg/L	1,5	1,5	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 6	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	5,5 – 9,0	5,5 - 9,0
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	1 000	1 000	1 500
Sulfatos	mg/L	250	500	**
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	**
Turbiedad	UNT	5	100	**
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	0,9	5	5
Antimonio	mg/L	0,02	0,02	**
Arsénico	mg/L	0,01	0,01	0,15
Bario	mg/L	0,7	1	**
Berilio	mg/L	0,012	0,04	0,1
Boro	mg/L	2,4	2,4	2,4
Cadmio	mg/L	0,003	0,005	0,01
Cobre	mg/L	2	2	2
Cromo Total	mg/L	0,05	0,05	0,05
Hierro	mg/L	0,3	1	5
Manganeso	mg/L	0,4	0,4	0,5
Mercurio	mg/L	0,001	0,002	0,002
Molibdenu	mg/L	0,07	**	**

Parámetros	Unidad de medida	A1	A2	A3
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado
Níquel	mg/L	0,07	**	**
Plomo	mg/L	0,01	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,04	0,04	0,05
Uranio	mg/L	0,02	0,02	0,02
Zinc	mg/L	3	5	5
ORGÁNICOS				
Hidrocarburos Totales de Petróleo (C ₂ - C ₁₀)	mg/L	0,01	0,2	1,0
Trihalometanos	(e)	1,0	1,0	1,0
Bromoformo	mg/L	0,1	**	**
Cloroformo	mg/L	0,3	**	**
Dibromoclorometano	mg/L	0,1	**	**
Bromoclorometano	mg/L	0,06	**	**
I. COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES				
1, 1, 1-Tricloroetano	mg/L	0,2	0,2	**
1, 1-Dicloroetano	mg/L	0,03	**	**
1, 2 Dicloroetano	mg/L	0,03	0,03	**
1, 2 Diclorobenceno	mg/L	1	**	**
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	**
Tetracloroetano	mg/L	0,04	**	**
Tetracloruro de carbono	mg/L	0,004	0,004	**
Tricloroetano	mg/L	0,07	0,07	**
BTEX				
Benceno	mg/L	0,01	0,01	**
Etilbenceno	mg/L	0,3	0,3	**
Tolueno	mg/L	0,7	0,7	**
Xilenos	mg/L	0,5	0,5	**
Hidrocarburos Aromáticos				
Benzo(a)pireno	mg/L	0,0007	0,0007	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**
Organofosforados				
Malatión	mg/L	0,19	0,0001	**
Organoclorados				
Aldrin + Dieldrin	mg/L	0,00003	0,00003	**
Clordano	mg/L	0,0002	0,0002	**
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	mg/L	0,001	0,001	**
Endrin	mg/L	0,0006	0,0006	**
Heptacloro + Heptacloro Epóxido	mg/L	0,00003	0,00003	**
Lindano	mg/L	0,002	0,002	**
Carbamato				
Aldicarb	mg/L	0,01	0,01	**
II. CIANOTOXINAS				
Microcistina-LR	mg/L	0,001	0,001	**
III. BIFENILOS POLICLORADOS				
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,0005	0,0005	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICOS				
Coliformes Totales	NMP/100 ml	50	**	**
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	20	2 000	20 000
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**	**
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	0	**	**
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Organismos de vida libre (algas, protozoarios, copépodos, rotíferos, nemátodos, en todos sus estadios evolutivos) (f)	N° Organismo/L	0	<5x10 ⁶	<5x10 ⁶

(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de la filtración simple.

(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N (NO₃⁻-N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO₃⁻).

(d) En el caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitritos-N (NO₂-N), multiplicar el resultado por el factor 3,28 para expresarlo en unidades de Nitritos (NO₂⁻).

(e) Para el cálculo de los Trihalometanos, se obtiene a partir de la suma de los cocientes de la concentración de cada uno de los parámetros (Bromoforno, Cloroforno, Dibromoclorometano y Bromodichlorometano), con respecto a sus estándares de calidad ambiental; que no deberán exceder el valor de 1 de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\frac{C_{\text{cloroforno}}}{E_{\text{CAcloroforno}}} + \frac{C_{\text{dibromoclorometano}}}{E_{\text{CA dibromoclorometano}}} + \frac{C_{\text{bromodichlorometano}}}{E_{\text{CA bromodichlorometano}}} + \frac{C_{\text{bromoforno}}}{E_{\text{CA bromoforno}}} \leq 1$$

Dónde:

C= concentración en mg/L y

ECA= Estándar de Calidad Ambiental en mg/L (Se mantiene las concentraciones del Bromoforno, cloroforno, Dibromoclorometano y Bromodichlorometano).

(f) Aquellos organismos microscópicos que se presentan en forma unicelular, en colonias, en filamentos o pluricelulares.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 1:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación

Parámetros	Unidad de medida	B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
FISICOS- QUÍMICOS			
Aceites y Grasas	mg/L	Ausencia de película visible	**
Cianuro Libre	mg/L	0,022	0,022
Cianuro Wad	mg/L	0,08	**
Color	Color verdadero Escala Pt/Co	Sin cambio normal	Sin cambio normal
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	30	50
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,5	Ausencia de espuma persistente
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Nitratos (NO ₃ -N)	mg/L	10	**
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	1	**
Olor	Factor de dilución a 25° C	Aceptable	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,0 a 9,0	**
Sulfuros	mg/L	0,05	**
Turbiedad	UNT	100	**
INORGÁNICOS			
Aluminio	mg/L	0,2	**
Antimonio	mg/L	0,006	**
Arsénico	mg/L	0,01	**
Bario	mg/L	0,7	**

Parámetros	Unidad de medida	B1	B2
		Contacto primario	Contacto secundario
Berilio	mg/L	0,04	**
Boro	mg/L	0,5	**
Cadmio	mg/L	0,01	**
Cobre	mg/L	2	**
Cromo Total	mg/L	0,05	**
Cromo VI	mg/L	0,05	**
Hierro	mg/L	0,3	**
Manganeso	mg/L	0,1	**
Mercurio	mg/L	0,001	**
Níquel	mg/L	0,02	**
Plata	mg/L	0,01	0,05
Plomo	mg/L	0,01	**
Selenio	mg/L	0,01	**
Uranio	mg/L	0,02	0,02
Vanadio	mg/L	0,1	0,1
Zinc	mg/L	3	**
MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	200	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	Ausencia	Ausencia
Formas Parasitarias	N° Organismo/L	0	**
<i>Giardia duodenalis</i>	N° Organismo/L	Ausencia	Ausencia
Enterococos intestinales	NMP/100 ml	200	**
<i>Salmonella spp</i>	Presencia/100 ml	0	0
<i>Vibrio cholerae</i>	Presencia/100 ml	Ausencia	Ausencia

Nota 2:

- UNT: Unidad Nefelométrica de Turbiedad.
- NMP/100 ml: Número más probable en 100 ml.
- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales

Parámetros	Unidad de medida	C1	C2	C3	C4
		Extracción y cultivo de moluscos, equinodermos y tunicados en aguas marino costeras	Extracción y cultivo de otras especies hidrobiológicas en aguas marino costeras	Actividades marino portuarias, industriales o de saneamiento en aguas marino costeras	Extracción y cultivo de especies hidrobiológicas en lagos o lagunas
FÍSICOS- QUÍMICOS					
Aceites y Grasas	mg/L	1,0	1,0	2,0	1,0
Cianuro Wad	mg/L	0,004	0,004	**	0,0052
Color (después de filtración simple) (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)	100 (a)	**	100 (a)
Materiales Flotantes de Origen Antropogénico		Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante	Ausencia de material flotante
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	**	10	10	10
Fósforo Total	mg/L	0,062	0,062	**	0,025
Nitratos (NO ₃ ⁻) (c)	mg/L	16	16	**	13
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4	≥ 3	≥ 2,5	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	7 – 8,5	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5	6,0-9,0
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	80	60	70	**
Sulfuros	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 3
INORGÁNICOS					
Amoniaco Total (NH ₃)	mg/L	**	**	**	(1)
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**
Arsénico	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,1
Boro	mg/L	5	5	**	0,75
Cadmio	mg/L	0,01	0,01	**	0,01
Cobre	mg/L	0,0031	0,05	0,05	0,2
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,10
Mercurio	mg/L	0,00094	0,0001	0,0018	0,00077
Níquel	mg/L	0,0082	0,1	0,074	0,052
Plomo	mg/L	0,0081	0,0081	0,03	0,0025
Selenio	mg/L	0,071	0,071	**	0,005
Talio	mg/L	**	**	**	0,0008
Zinc	mg/L	0,081	0,081	0,12	1,0
ORGÁNICO					
Hidrocarburos Totales de Petróleo (fracción aromática)	mg/L	0,007	0,007	0,01	**
Bifenilos Policlorados					
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,00003	0,00003	0,00003	0,000014
ORGANOLEPTICO					
Hidrocarburos de Petróleo	mg/L	No visible	No visible	No visible	**
MICROBIOLÓGICO					
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	≤ 14 (área aprobada) (d)	≤ 30	1 000	200
	NMP/100 ml	≤ 88 (área restringida) (d)			

(a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b) Después de la filtración simple.

(c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N (NO₃⁻-N), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO₃⁻).

(d) **Área Aprobada:** Áreas de donde se extraen o cultivan moluscos bivalvos seguros para el comercio directo y consumo, libres de contaminación fecal humana o animal, de organismos patógenos o cualquier sustancia deletérea o venenosa y potencialmente peligrosa.

Área Restringida: Áreas acuáticas impactadas por un grado de contaminación donde se extraen moluscos bivalvos seguros para consumo humano, luego de ser depurados.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 3:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

(1) Aplicar la Tabla N° 1 sobre el estándar de calidad de concentración de Amoniaco Total en función del pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH₃).

Tabla N° 1: Estándar de calidad de Amoníaco Total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH₃)

Temperatura (°C)	pH							
	6	6,5	7,0	7,5	8,0	8,5	9,0	10,0
0	231	73,0	23,1	7,32	2,33	0,749	0,250	0,042
5	153	48,3	15,3	4,84	1,54	0,502	0,172	0,034
10	102	32,4	10,3	3,26	1,04	0,343	0,121	0,029
15	69,7	22,0	6,98	2,22	0,715	0,239	0,089	0,026
20	48,0	15,2	4,82	1,54	0,499	0,171	0,067	0,024
25	33,5	10,6	3,37	1,08	0,354	0,125	0,053	0,022
30	23,7	7,50	2,39	0,767	0,256	0,094	0,043	0,021

Nota:

(*)El estándar de calidad de Amoníaco total en función de pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce, presentan una tabla de valores para rangos de pH de 6 a 10 y Temperatura de 0 a 30°C. Para comparar la temperatura y pH de las muestras de agua superficial, se deben tomar la temperatura y pH próximo superior al valor obtenido en campo, ya que la condición más extrema se da a mayor temperatura y pH. En tal sentido, no es necesario establecer rangos.

(**)En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoníaco-N (NH₃-N), multiplicar el resultado por el factor 1,22 para expresarlo en las unidades de Amoníaco (NH₃).

Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
FÍSICOS- QUÍMICOS				
Aceites y Grasas	mg/L	5		10
Bicarbonatos	mg/L	518		**
Cianuro Wad	mg/L	0,1		0,1
Cloruros	mg/L	500		**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)		100 (a)
Conductividad	(µS/cm)	2 500		5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15		15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40		40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2		0,5
Fosfatos	mg/L	0,002		0,01
Fluoruros	mg/L	1		**
Nitratos (NO ₃ -N) + Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	100		100
Nitritos (NO ₂ -N)	mg/L	10		10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4		≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5		6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L	1 000		1 000
Temperatura	°C	Δ 3		Δ 3
INORGÁNICOS				
Aluminio	mg/L	5		5

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales		D2: Bebida de animales
		Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales
Arsénico	mg/L	0,1		0,2
Bario	mg/L	0,7		**
Berilio	mg/L	0,1		0,1
Boro	mg/L	1		5
Cadmio	mg/L	0,01		0,05
Cobre	mg/L	0,2		0,5
Cobalto	mg/L	0,05		1
Cromo Total	mg/L	0,1		1
Hierro	mg/L	5		**
Litio	mg/L	2,5		2,5
Magnesio	mg/L	**		250
Manganeso	mg/L	0,2		0,2
Mercurio	mg/L	0,001		0,01
Níquel	mg/L	0,2		1
Plomo	mg/L	0,05		0,05
Selenio	mg/L	0,02		0,05
Zinc	mg/L	2		24

ORGÁNICO

Bifenilos Policlorados				
Bifenilos Policlorados (PCB)	µg/L	0,04		0,045

PLA GUICIDAS

Paratión	µg/L	35		35
----------	------	----	--	----

Organoclorados

Aldrin	µg/L	0,004		0,7
Clordano	µg/L	0,006		7
Dicloro Difenil Tricloroetano (DDT)	µg/L	0,001		30
Dieldrin	µg/L	0,5		0,5
Endosulfán	µg/L	0,01		0,01
Endrin	µg/L	0,004		0,2
Heptacloro y Heptacloro Epóxido	µg/L	0,01		0,03
Lindano	µg/L	4		4

Carbamato

Aldicarb	µg/L	1		11
----------	------	---	--	----

MICROBIOLÓGICOS Y PARASITOLÓGICO

Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	1 000
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 ml	1 000	**	**
Huevos de Helminths	Huevo/L	1	1	**

(a): Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b): Después de filtración simple.

(c): Para el riego de parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, sólo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo de riego no restringido.

Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 4:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.

Categoría 4: Conservación del ambiente acuático

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
FISICOS- QUIMICOS						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	(µS/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO ₃) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoniaco Total (NH ₃)	mg/L	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 5	≥ 5	≥ 5	≥ 4	≥ 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 – 8,5	6,8 – 8,5
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤ 25	≤ 100	≤ 400	≤ 100	≤ 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3	Δ 3	Δ 2	Δ 2
INORGANICOS						
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,036	0,036
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	**
Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,0088	0,0088
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011	0,05	0,05
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052	0,0082	0,0082
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0081	0,0081
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,071	0,071
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008	**	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,081	0,081
ORGANICOS						
Compuestos Orgánicos Volátiles						
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
BTEX						
Benceno	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Hidrocarburos Aromáticos						
Benzo(a)Pireno	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Antraceno	mg/L	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
Fluoranteno	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Bifenilos Policlorados						
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,000014	0,000014	0,000014	0,00003	0,00003
PLAGUICIDAS						
Organo fosforados						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Paratión	mg/L	0,000013	0,000013	0,000013	**	**
Organo clorados						
Aldrin	mg/L	0,000004	0,000004	0,000004	**	**
Clordano	mg/L	0,0000043	0,0000043	0,0000043	0,000004	0,000004
DDT (Suma de 4,4'-DDD y 4,4'-DDE)	mg/L	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
Dieldrin	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,0000019	0,0000019
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,0000087	0,0000087
Endrin	mg/L	0,000036	0,000036	0,000036	0,0000023	0,0000023
Heptacloro	mg/L	0,0000038	0,0000038	0,0000038	0,0000036	0,0000036

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Rios		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
Heptacloro Epóxido	mg/L	0,000038	0,000038	0,000038	0,000036	0,000036
Lindano	mg/L	0,00095	0,00095	0,00095	**	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Carbamato						
Aldicarb	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,00015	0,00015
MICROBIOLÓGICO						
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	2 000	1 000	2 000

- (a) 100 (para aguas claras). Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).
- (b) Después de la filtración simple.
- (c) En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Nitratos-N ($\text{NO}_3\text{-N}$), multiplicar el resultado por el factor 4.43 para expresarlo en las unidades de Nitratos (NO_3^-).
- Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

Nota 5:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario.
- (1) Aplicar la Tabla N° 1 sobre el estándar de calidad de concentración de Amoníaco Total en función del pH y temperatura para la protección de la vida acuática en agua dulce (mg/L de NH_3) que se encuentra descrita en la Categoría 2: Extracción, cultivo y otras actividades marino costeras y continentales.
- (2) Aplicar la Tabla N° 2 sobre Estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios (mg/L de NH_3).

Tabla N° 2: Estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios (mg/L de NH_3)

pH	Temperatura (°C)							
	0	5	10	15	20	25	30	35
Salinidad 10 g/kg								
7,0	41,00	29,00	20,00	14,00	9,40	6,60	4,40	3,10
7,2	26,00	18,00	12,00	8,70	5,90	4,10	2,80	2,00
7,4	17,00	12,00	7,80	5,30	3,70	2,60	1,80	1,20
7,6	10,00	7,20	5,00	3,40	2,40	1,70	1,20	0,84
7,8	6,60	4,70	3,10	2,20	1,50	1,10	0,75	0,53
8,0	4,10	2,90	2,00	1,40	0,97	0,69	0,47	0,34
8,2	2,70	1,80	1,30	0,87	0,62	0,44	0,31	0,23
8,4	1,70	1,20	0,81	0,56	0,41	0,29	0,21	0,16
8,6	1,10	0,75	0,53	0,37	0,27	0,20	0,15	0,11
8,8	0,69	0,50	0,34	0,25	0,18	0,14	0,11	0,08
9,0	0,44	0,31	0,23	0,17	0,13	0,10	0,08	0,07
Salinidad 20 g/kg								
7,0	44,00	30,00	21,00	14,00	9,70	6,60	4,70	3,10
7,2	27,00	19,00	13,00	9,00	6,20	4,40	3,00	2,10
7,4	18,00	12,00	8,10	5,60	4,10	2,70	1,90	1,30
7,6	11,00	7,50	5,30	3,40	2,50	1,70	1,20	0,84
7,8	6,90	4,70	3,40	2,30	1,60	1,10	0,78	0,53
8,0	4,40	3,00	2,10	1,50	1,00	0,72	0,50	0,34
8,2	2,80	1,90	1,30	0,94	0,66	0,47	0,31	0,24
8,4	1,80	1,20	0,84	0,59	0,44	0,30	0,22	0,16
8,6	1,10	0,78	0,56	0,41	0,28	0,20	0,15	0,12
8,8	0,72	0,50	0,37	0,26	0,19	0,14	0,11	0,08
9,0	0,47	0,34	0,24	0,18	0,13	0,10	0,08	0,07
Salinidad 30 g/kg								
7,0	47,00	31,00	22,00	15,00	11,00	7,20	5,00	3,40
7,2	29,00	20,00	14,00	9,70	6,60	4,70	3,10	2,20
7,4	19,00	13,00	8,70	5,90	4,10	2,90	2,00	1,40
7,6	12,00	8,10	5,60	3,70	3,10	1,80	1,30	0,90
7,8	7,50	5,00	3,40	2,40	1,70	1,20	0,81	0,56

pH	Temperatura (°C)							
	0	5	10	15	20	25	30	35
8,0	4,70	3,10	2,20	1,60	1,10	0,75	0,53	0,37
8,2	3,00	2,10	1,40	1,00	0,69	0,50	0,34	0,25
8,4	1,90	1,30	0,90	0,62	0,44	0,31	0,23	0,17
8,6	1,20	0,84	0,59	0,41	0,30	0,22	0,16	0,12
8,8	0,78	0,53	0,37	0,27	0,20	0,15	0,11	0,09
9,0	0,50	0,34	0,26	0,19	0,14	0,11	0,08	0,07

Notas:

(*)El estándar de calidad de Amoníaco Total en función del pH, la temperatura y la salinidad para la protección de la vida acuática en agua de mar y estuarios, presentan una tabla de valores para rangos de pH de 7,0 a 9,0, Temperatura de 0 a 35°C, y Salinidades de 10, 20 y 30 g/kg. Para comparar la Salinidad de las muestras de agua superficial, se deben tomar la salinidad próxima inferior (30, 20 o 10) al valor obtenido en la muestra, ya que la condición más extrema se da a menor salinidad. Asimismo, para comparar la temperatura y pH de las muestras de agua superficial, se deben tomar la temperatura y pH próximo superior al valor obtenido en campo, ya que la condición más extrema se da a mayor temperatura y pH. En tal sentido, no es necesario establecer rangos.

(**)En caso las técnicas analíticas determinen la concentración en unidades de Amoníaco-N ($\text{NH}_3\text{-N}$), multiplicar el resultado por el factor 1.22 para expresarlo en las unidades de Amoníaco (NH_3).

NOTA GENERAL:

- Para el parámetro de Temperatura el símbolo Δ significa variación y se determinará considerando la media histórica de la información disponible en los últimos 05 años como máximo y de 01 año como mínimo, considerando la estacionalidad.
- Los valores de los parámetros están referidos a la concentración máxima, salvo que se precise otra condición.
- Los reportes de laboratorio deberán contemplar como parte de sus informes de Ensayo los Límites de Cuantificación y el Límite de Detección.

1529835-2

ANEXO N°5. DATOS DE PRESIPITACION

Estación : JAUJA

Departamento : JUNIN

Provincia : JAUJA

Distrito : JAUJA

Latitud : 11°47'11.9"

Longitud : 75°29'12.8"

Altitud : 3378 msnm.

Tipo : CO - Meteorológica

Código :

111005

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
01/01/2018	17.2	6.8	69.8	0
02/01/2018	17	9.2	76.3	2.9
03/01/2018	18.4	5.8	70.8	0
04/01/2018	18.6	5.4	65.2	2
05/01/2018	18.2	9.4	67.9	11.6
06/01/2018	18.4	7.2	84.4	0
07/01/2018	17.8	6.6	80.1	22.9
08/01/2018	15.4	6	78	7.6
09/01/2018	16.2	5.8	77.9	0
10/01/2018	15.6	8	79	0
11/01/2018	16.4	6.4	81	6.4
12/01/2018	18.8	7.8	74.5	3.5
13/01/2018	19.6	6.6	71.1	1
14/01/2018	20.6	5	56.3	0
15/01/2018	14.4	8	83.3	4
16/01/2018	18.2	6.8	69.6	16.4
17/01/2018	15.2	5.4	89.3	4
18/01/2018	15.8	6.4	82.1	6.1
19/01/2018	16.8	7.2	78.1	11.6
20/01/2018	17.2	6.8	73.2	6.8
21/01/2018	18.2	7.8	72.5	6.1
22/01/2018	15.2	6.8	83.6	3
23/01/2018	17.2	6.2	70.3	3
24/01/2018	19.4	6	63.9	0
25/01/2018	18.8	3.2	61.6	0
26/01/2018	19.2	5.2	69.4	0
27/01/2018	19.4	4.8	60.1	0
28/01/2018	23.4	3.2	54.5	0
29/01/2018	20.2	4.4	63.2	4.4
30/01/2018	20.4	4.8	67.9	0
31/01/2018	20.8	4.2	68.8	2.9
SUMA	558	193.2	2243.7	126.2
PROMEDIO	18	6.23	72.38	

Estación : JAUJA

Departamento : JUNIN

Provincia : JAUJA

Distrito : JAUJA

Latitud : 11°47'11.9"

Longitud : 75°29'12.8"

Altitud : 3378 msnm.

Tipo : CO - Meteorológica

Código :

111005

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (m m/día)
	MAX	MIN		TOTAL
01/02/2018	19.4	5.8	62.1	0
02/02/2018	21.2	6	72.5	0
03/02/2018	22.2	5.6	66.4	0
04/02/2018	21	5.4	66.3	0
05/02/2018	21.2	8.2	72.3	0
06/02/2018	18.2	8	75	5.6
07/02/2018	20.6	8.4	59.2	0
08/02/2018	20.2	8.6	77.9	3.2
09/02/2018	21.2	9	73.4	3.9
10/02/2018	17.2	8.6	73.8	5.6
11/02/2018	18.4	6.4	66.4	0
12/02/2018	17.6	8.2	73	15
13/02/2018	20.2	7	77.5	18.5
14/02/2018	14.8	8.2	87.4	12.3
15/02/2018	16.8	8.4	85.8	9.3
16/02/2018	16.2	7	81.5	2.5
17/02/2018	19	7.4	68	11.7
18/02/2018	20.6	7.8	63.2	0
19/02/2018	17.2	7	71.4	0
20/02/2018	19	7.2	78.6	3.3
21/02/2018	19.8	6.8	79	8.5
22/02/2018	20.6	6.6	66.2	0.5
23/02/2018	17.8	6.4	68.6	0
24/02/2018	20.4	5.4	71.1	3.1
25/02/2018	16.4	7.6	74.9	2.5
26/02/2018	17.2	8	81.6	16.4
27/02/2018	18.2	5.2	81.3	1.6
28/02/2018	18	6.8	80.2	1.2
SUMA	530.6	201	2054.6	124.7
PROMEDIO	18.95	7.18	73.38	

Estación : JAUJA

Departamento : JUNIN

Provincia : JAUJA

Distrito : JAUJA

Latitud : 11°47'11.9"

Longitud : 75°29'12.8"

Altitud : 3378 msnm.

Tipo : CO - Meteorológica

Código :

111005

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
01/03/2018	15.8	6.2	80.9	11.2
02/03/2018	17.6	7.4	77.1	12.1
03/03/2018	16.6	7.4	85.2	1.2
04/03/2018	17	7.2	79.4	8
05/03/2018	16.8	6.8	77.7	1.1
06/03/2018	17.6	6.4	74.1	1.2
07/03/2018	19.2	8.4	63.7	0.3
08/03/2018	20	7.2	67.7	0
09/03/2018	19.8	8.2	73.8	9.5
10/03/2018	19.6	7	77.6	4
11/03/2018	21.2	7.8	72.3	2.1
12/03/2018	19	8.6	72.3	0.6
13/03/2018	20.6	8.4	79.9	2.1
14/03/2018	18.2	6.8	82.8	13.2
15/03/2018	17.4	7	85.5	1
16/03/2018	19.4	8.2	70.3	15.2
17/03/2018	18.8	7.4	82.3	2.1
18/03/2018	17.4	8.4	77.9	2.6
19/03/2018	18.2	8.6	81.2	5.4
20/03/2018	18.8	6.6	73.9	0
21/03/2018	18.4	6	76.9	0
22/03/2018	18.6	7.2	80.8	3.9
23/03/2018	19.4	7.4	82	8.8
24/03/2018	22.2	6.4	81.4	14.6
25/03/2018	17.2	4.8	74.9	0
26/03/2018	19.4	6.2	83.4	3.1
27/03/2018	18.8	5.6	87.6	0.7
28/03/2018	21	4	84.6	1.5
29/03/2018	19.8	4.4	85.3	0.7
30/03/2018	21.8	4.6	76.2	0
31/03/2018	22	4.8	81.9	0
SUMA	587.6	211.4	2430.6	126.2
PROMEDIO	18.95	6.82	78.41	

Estación : JAUJA

Departamento : JUNIN

Provincia : JAUJA

Distrito : JAUJA

Latitud : 11°47'11.9"

Longitud : 75°29'12.8"

Altitud : 3378 msnm.

Tipo : CO - Meteorológica

Código :

111005

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (m m/día) TOTAL
	MAX	MIN		
01/04/2018	19.8	5	78.6	0
02/04/2018	17.4	6.8	85	2.1
03/04/2018	20	3.8	84.6	7.7
04/04/2018	18.2	5.6	87.5	0.9
05/04/2018	19.8	4.6	85.6	0
06/04/2018	17	2.4	87.2	0.2
07/04/2018	21.8	4.2	84.5	0
08/04/2018	17.6	4.8	88.9	1.5
09/04/2018	14.8	6.4	89.3	1.3
10/04/2018	19.8	6	88.1	0.8
11/04/2018	20	4.2	83.2	0
12/04/2018	20.2	3	82.7	0
13/04/2018	16.6	2.6	90.7	9.6
14/04/2018	15.8	6	89.7	1.2
15/04/2018	19.8	3.2	82.7	0
16/04/2018	20.2	0.8	86.1	0
17/04/2018	20.8	0.6	81.6	0
18/04/2018	21	1	78.3	0
19/04/2018	21.2	4	79.3	0
20/04/2018	19.6	2.4	82.9	0
21/04/2018	19.8	2.2	83.9	0
22/04/2018	19	6.8	89	2.3
23/04/2018	18.2	7	91.4	0
24/04/2018	20	4.8	83	3
25/04/2018	16.2	7.2	91.3	3.4
26/04/2018	15.4	6.4	90.5	0.2
27/04/2018	19.2	0.8	86.7	0
28/04/2018	19.4	4	89.9	9.3
29/04/2018	18	6.4	89.3	0
30/04/2018	20.4	4.8	84.2	0
SUMA	567	127.8	2575.7	43.50
PROMEDIO	18.90	4.26	85.86	

Estación : JAUJA

Departamento : JUNIN

Provincia : JAUJA

Distrito : JAUJA

Latitud : 11°47'11.9"

Longitud : 75°29'12.8"

Altitud : 3378 msnm.

Tipo : CO - Meteorológica

Código :

111005

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (m m/día)
	MAX	MIN		TOTAL
01/05/2018	14.4	8.2	93.2	0.8
02/05/2018	20.2	4.2	83.6	0
03/05/2018	21	1.4	81.9	0
04/05/2018	21.8	1.2	85.3	14.1
05/05/2018	18	2.8	85.8	3.5
06/05/2018	19.2	1.4	82.7	1.3
07/05/2018	17.6	7	82	0
08/05/2018	18.8	5.8	82.5	0
09/05/2018	20	5.2	81.9	0
10/05/2018	21.8	5.6	77.7	0
11/05/2018	22	5	77	0
12/05/2018	21.4	4.4	77.3	0.5
13/05/2018	21.2	0.8	75.6	0
14/05/2018	21.6	0.2	77.3	0
15/05/2018	21.4	2.8	83.1	33.6
16/05/2018	20.2	1.2	84.5	0
17/05/2018	20.4	6.2	78.4	0
18/05/2018	20.8	0.6	75	0
19/05/2018	19.8	0.2	72.4	0.2
20/05/2018	20	1.8	78.8	0
21/05/2018	21.6	1.2	83.4	1
22/05/2018	20.4	0.2	75.4	0
23/05/2018	20.2	1	76.7	0
24/05/2018	19.4	-1.2	77.1	0
25/05/2018	19.8	-2.4	75.9	0
26/05/2018	20.6	-0.4	68.2	0
27/05/2018	21.4	0.2	69.4	0
28/05/2018	21.2	1.8	78.4	0
29/05/2018	20.6	-0.2	74.4	0
30/05/2018	21.2	-1.8	72.3	0
31/05/2018	21.4	-0.4	72.9	0
SUMA	629.4	64	2440.1	55.00
PROMEDIO	20.30	2.06	78.71	

Estación : JAUJA

Departamento : JUNIN

Provincia : JAUJA

Distrito : JAUJA

Latitud : 11°47'11.9"

Longitud : 75°29'12.8"

Altitud : 3378 msnm.

Tipo : CO - Meteorológica

Código :

111005

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
01/06/2018	20.2	-0.2	71.5	0
02/06/2018	16.2	3.8	83.1	0.2
03/06/2018	14	6.4	84.4	1.4
04/06/2018	14.2	5.8	81.4	0.5
05/06/2018	17	4.2	79.1	0
06/06/2018	18.8	0.8	64.3	0
07/06/2018	18.4	-0.8	62.1	0
08/06/2018	18	-0.2	65.9	0
09/06/2018	18.4	0	64.2	0
10/06/2018	18.2	4.8	64.2	0
11/06/2018	18.8	3	72.2	0
12/06/2018	19	2.4	67.3	0.2
13/06/2018	17.6	6.2	74.6	0
14/06/2018	17.4	5.2	66.9	0
15/06/2018	18.2	2.2	69.5	0
16/06/2018	17.2	3.8	74.4	0
17/06/2018	18.2	0.2	67.1	0
18/06/2018	17.4	3.2	65.5	0
19/06/2018	19.2	-1.8	69.8	0
20/06/2018	19	-2.2	67.2	0
21/06/2018	18.8	-2	64.9	0
22/06/2018	19.4	-2.4	68.1	0
23/06/2018	19.8	-0.8	65.1	0
24/06/2018	17.8	-1	68.1	0
25/06/2018	18.6	2.2	72.2	0
26/06/2018	19	1.4	66.7	0
27/06/2018	18.6	-1.2	71.6	0
28/06/2018	19.8	-0.2	76.4	0
29/06/2018	19	-1	67.7	0
30/06/2018	19.8	-2	64.7	0
SUMA	546	39.8	2100.2	2.30
PROMEDIO	18.20	1.33	70.01	

Estación : JAUJA

Departamento : JUNIN

Provincia : JAUJA

Distrito : JAUJA

Latitud : 11°47'11.9"

Longitud : 75°29'12.8"

Altitud : 3378 msnm.

Tipo : CO - Meteorológica

Código :

111005

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
01/07/2018	20.8	-1.2	70.9	0
02/07/2018	19.6	-1	79	0
03/07/2018	19.4	-1.6	72.6	0
04/07/2018	19	1.2	59.3	0
05/07/2018	21.6	0.2	72.9	0
06/07/2018	21	-0.8	64.2	0
07/07/2018	20.6	-1.6	63.4	0
08/07/2018	19.2	-3.4	59.1	0
09/07/2018	16.8	1.8	66.4	0
10/07/2018	16.2	1.4	71.8	1
11/07/2018	16	5.6	67.8	0
12/07/2018	13.6	6	64.3	0
13/07/2018	14.4	6.2	76	0
14/07/2018	18.2	0.4	72.2	0
15/07/2018	19	0.2	71.2	0
16/07/2018	17	-0.4	73.6	0
17/07/2018	17.4	-2.4	80	0
18/07/2018	16.4	5.8	81.9	0
19/07/2018	17	4.8	77.2	0
20/07/2018	16.2	5	78.2	2.7
21/07/2018	15	6	84.1	1.9
22/07/2018	17	4.8	84	0.6
23/07/2018	18.4	4.2	78.7	0
24/07/2018	17.4	1.4	81.4	0
25/07/2018	19	2	79	0
26/07/2018	19.8	-1.2	76.9	0
27/07/2018	20.6	-2.2	80.3	0
28/07/2018	21.6	-2.4	72.6	0
29/07/2018	21.8	-1.4	79.1	0
30/07/2018	21.4	-1.2	71.8	0
31/07/2018	20	2.4	75.8	0
SUMA	571.4	38.6	2285.7	6.20
PROMEDIO	18.43	1.25	73.73	

Estación : JAUJA

Departamento : JUNIN

Provincia : JAUJA

Distrito : JAUJA

Latitud : 11°47'11.9"

Longitud : 75°29'12.8"

Altitud : 3378 msnm.

Tipo : CO - Meteorológica

Código :

111005

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
01/08/2018	18.6	3.2	87.2	0.6
02/08/2018	18.4	2.8	78.9	0
03/08/2018	19.4	3	75.6	0
04/08/2018	20	0	77.5	0
05/08/2018	19.6	-0.4	80.6	0
06/08/2018	18.2	6.2	82.2	0.6
07/08/2018	19.4	1.4	80.2	0
08/08/2018	18	0.8	83	1.1
09/08/2018	18.2	4.4	78.5	0
10/08/2018	16.8	1.2	80.7	0
11/08/2018	18.4	0.2	80.4	0
12/08/2018	18.8	2	74.3	0
13/08/2018	20	-1	75.3	0.3
14/08/2018	20.2	-0.2	75	0
15/08/2018	20.4	0	77.8	0
16/08/2018	16.2	7	83	3.6
17/08/2018	19.4	2.8	80.7	0
18/08/2018	19.6	2	80.3	0.3
19/08/2018	19	1.2	81.9	0
20/08/2018	19.8	4	74.9	0
21/08/2018	17.4	4.4	79.5	0
22/08/2018	18	5	80.1	0
23/08/2018	21.2	3.4	78.7	1
24/08/2018	21.8	-0.4	81.4	0
25/08/2018	18.6	0	81.4	0
26/08/2018	18.8	4.4	76.5	0.9
27/08/2018	17	6.4	83.6	0.7
28/08/2018	17.6	-1	76.5	0
29/08/2018	20.2	-1.2	79	0
30/08/2018	20.4	-0.8	74.9	0
31/08/2018	20.6	-0.4	77.8	0
SUMA	590	60.4	2457.4	9.10
PROMEDIO	19.03	1.95	79.27	

Estación : JAUJA

Departamento : JUNIN

Provincia : JAUJA

Distrito : JAUJA

Latitud : 11°47'11.9"

Longitud : 75°29'12.8"

Altitud : 3378 msnm.

Tipo : CO - Meteorológica

Código :

111005

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
01/09/2018	S/D	S/D	S/D	0
02/09/2018	S/D	S/D	S/D	0
03/09/2018	S/D	S/D	S/D	0
04/09/2018	S/D	S/D	S/D	0
05/09/2018	S/D	S/D	S/D	0
06/09/2018	S/D	S/D	S/D	0
07/09/2018	S/D	S/D	S/D	0
08/09/2018	22.2	-1.2	69.8	0
09/09/2018	22.4	1	72.5	0
10/09/2018	19.6	1.2	75.6	0
11/09/2018	19.2	3.4	78.1	0
12/09/2018	21.2	2	77.9	0
13/09/2018	20.6	1.6	71.6	0
14/09/2018	20.4	1.8	88.7	0
15/09/2018	21	3.8	79	0
16/09/2018	21.2	3.4	87.3	1.1
17/09/2018	21	5.4	79.1	0
18/09/2018	21.6	3	73.8	1.6
19/09/2018	22.6	1.2	77.1	0
20/09/2018	20.8	2.2	82.3	0
21/09/2018	19	2.4	81.8	2.3
22/09/2018	21.2	1.6	78.1	0
23/09/2018	20.4	5.8	76.3	0
24/09/2018	20.8	3.4	75.7	0.2
25/09/2018	19.6	4.2	75.7	0
26/09/2018	18.8	5.6	80.5	0
27/09/2018	19.4	2.8	75.5	0
28/09/2018	20.6	1.8	83	10.3
29/09/2018	21.4	5.6	82.4	0
30/09/2018	21.8	6	73.6	0
SUMA	476.8	68	1795.4	15.50
PROMEDIO	19.87	2.83	74.81	

Estación : JAUJA

Departamento : JUNIN

Provincia : JAUJA

Distrito : JAUJA

Latitud : 11°47'11.9"

Longitud : 75°29'12.8"

Altitud : 3378 msnm.

Tipo : CO - Meteorológica

Código :

111005

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
01/10/2018	S/D	S/D	S/D	-1,998.00
02/10/2018	S/D	S/D	S/D	-1,998.00
03/10/2018	S/D	S/D	S/D	-1,998.00
04/10/2018	S/D	S/D	S/D	-1,998.00
05/10/2018	S/D	S/D	S/D	-1,998.00
06/10/2018	S/D	S/D	S/D	-1,998.00
07/10/2018	S/D	S/D	S/D	-999
08/10/2018	22.6	2.2	70.2	0
09/10/2018	22.8	4	71.7	0
10/10/2018	21.2	5.4	76.8	0
11/10/2018	20.4	5.6	84.5	0.5
12/10/2018	19	1.6	81.5	0.2
13/10/2018	17	6.4	89.5	14.2
14/10/2018	16.8	5	88.7	5.3
15/10/2018	20	6.4	81.5	26.7
16/10/2018	20.8	5.8	81.4	0
17/10/2018	20.2	7	75.4	11.5
18/10/2018	19.4	4.6	78.7	0
19/10/2018	19.8	6.2	77.6	0.8
20/10/2018	20	4.2	85.5	2
21/10/2018	11.2	7.4	93.2	5.8
22/10/2018	18	5.2	83.1	0
23/10/2018	21.6	7.2	76.9	9.4
24/10/2018	18.4	7.6	85.5	0
25/10/2018	18.6	7	83.3	0
26/10/2018	20.6	7.4	78.4	2.1
27/10/2018	16.8	6.6	85	0
28/10/2018	21.4	7	79.8	0.1
29/10/2018	19.4	5.8	83.5	2.1
30/10/2018	18.8	6.4	90	3.2
31/10/2018	16.8	6.2	92	1.4
SUMA	461.6	138.2	1973.7	85.30
PROMEDIO	18.46	5.53	78.95	

Estación : JAUJA

Departamento : JUNIN

Provincia : JAUJA

Distrito : JAUJA

Latitud : 11°47'11.9"

Longitud : 75°29'12.8"

Altitud : 3378 msnm.

Tipo : CO - Meteorológica

Código :

111005

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
01/11/2018	S/D	S/D	S/D	0
02/11/2018	S/D	S/D	S/D	0
03/11/2018	S/D	S/D	S/D	0
04/11/2018	S/D	S/D	S/D	0
05/11/2018	S/D	S/D	S/D	0
06/11/2018	S/D	S/D	S/D	0
07/11/2018	S/D	S/D	S/D	0
08/11/2018	S/D	S/D	S/D	0
09/11/2018	19.6	6	78.9	0
10/11/2018	22.6	4.8	76.7	0
11/11/2018	20.4	7.4	81.2	0
12/11/2018	23.4	6.4	83.4	3.4
13/11/2018	23	5	76.3	0
14/11/2018	20.8	6.2	90.2	7
15/11/2018	21	6.8	83.3	5.3
16/11/2018	20	6.2	82.6	2
17/11/2018	23	3.8	78.2	1.2
18/11/2018	21.2	4.2	75.6	0.9
19/11/2018	21	4.4	84.9	8
20/11/2018	20	6.2	87.4	0
21/11/2018	21.6	8	79.2	0.4
22/11/2018	21.4	7.8	76.4	0
23/11/2018	22.2	5.4	77.7	0.4
24/11/2018	19.8	4.6	79	0
25/11/2018	20.6	9	81.8	1.2
26/11/2018	19.4	7.2	84.4	0
27/11/2018	23.4	3.8	83	0.2
28/11/2018	22.8	4.8	75	1.1
29/11/2018	23.4	4.2	75.1	0
30/11/2018	23.2	3.2	66.1	0
SUMA	473.8	125.4	1756.4	31.1
PROMEDIO	21.54	5.70	79.84	

Estación : JAUJA

Departamento : JUNIN

Provincia : JAUJA

Distrito : JAUJA

Latitud : 11°47'11.9"

Longitud : 75°29'12.8"

Altitud : 3378 msnm.

Tipo : CO - Meteorológica

Código :

111005

AÑO / MES / DÍA	TEMPERATURA (°C)		HUMEDAD RELATIVA (%)	PRECIPITACIÓN (mm/día)
	MAX	MIN		TOTAL
01/12/2018	S/D	S/D	S/D	0
02/12/2018	S/D	S/D	S/D	0
03/12/2018	S/D	S/D	S/D	0
04/12/2018	S/D	S/D	S/D	0
05/12/2018	S/D	S/D	S/D	0
06/12/2018	S/D	S/D	S/D	0
07/12/2018	S/D	S/D	S/D	0
08/12/2018	S/D	S/D	S/D	0
09/12/2018	21.8	1.2	80.7	0
10/12/2018	20.6	1.6	77.8	0.6
11/12/2018	21.4	2.4	75.9	0
12/12/2018	18.8	4.6	77	0
13/12/2018	21	1.4	77.9	0.9
14/12/2018	20.4	4.2	73.8	12.6
15/12/2018	17.8	4.4	83.2	1.4
16/12/2018	15.4	5.8	85.3	2.1
17/12/2018	18.8	6.6	85.4	12.7
18/12/2018	18.4	4.4	84.1	1
19/12/2018	18.6	5.6	83.9	0.5
20/12/2018	20.2	7.2	76.4	11.4
21/12/2018	17.4	4.8	82.4	0
22/12/2018	20.8	4.2	73.5	0
23/12/2018	21.8	5	69.6	5.6
24/12/2018	21.6	2.8	65.3	22.3
25/12/2018	18.8	4.4	76.9	1.2
26/12/2018	18.2	7.6	85.4	3.7
27/12/2018	21.2	2.2	76.4	0
28/12/2018	21.4	3.4	78.1	0.2
29/12/2018	20.6	4.6	80.7	0
30/12/2018	21.4	4	76	1.9
31/12/2018	19.6	3	82.4	3.4
SUMA	456	95.4	1808.1	81.5
PROMEDIO	19.83	4.15	78.61	

ANEXO N°6. PANEL FOTOGRAFICO

FOTO N°1 LISTO PARA LLEVAR AL LABORATORIO



FOTO N°2 TERMINANDO EL MUESTREO

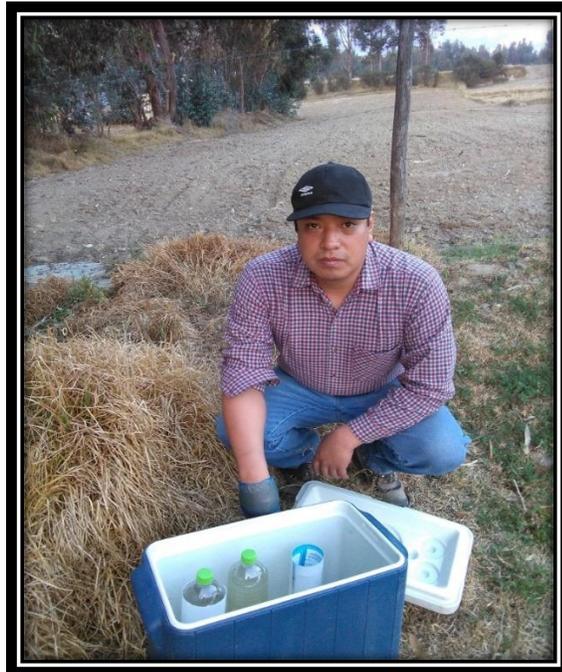


FOTO N°3 EL PUNTO DE MONITEREO



FOTO N°4 SACANDO LA MUESTRA RESPECTVA PARA LLEVAR AL
LABORATOTIO



FOTO N°5 CAMARA DE REJAS DEL TANQUE IMHOFF



FOTO N°6 LECHO DE SECADO DEL TANQUE IMHOFF

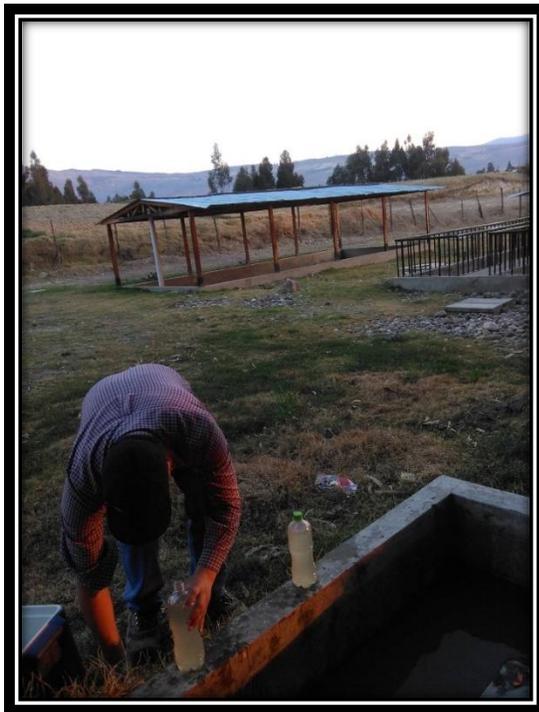


FOTO N°7 EN EL FILTRO BIOLÓGICO DEL TANQUE IMHOFF



FOTO N°8 CALCULANDO EL CAUDAL



FOTO N°9 SACANDO LA MUESTRA DE LA LAGUNA DE ESTABILIZACION



FOTO N°10 MIDIENDO LA LAGUNA DE ESTABILIZACION



FOTO N°11 LA LAGUNA DE ESTABILIZACION



FOTO N°12 LISTO PARA PASAR LOS PARAMETROS FISICOS QUIMICOS BIOLÓGICOS Y BACTERIOLOGICOS



FOTO N°13 DANDO LAS COORDENADAS EN EL PUNTO DE ESTACIONAMIENTO

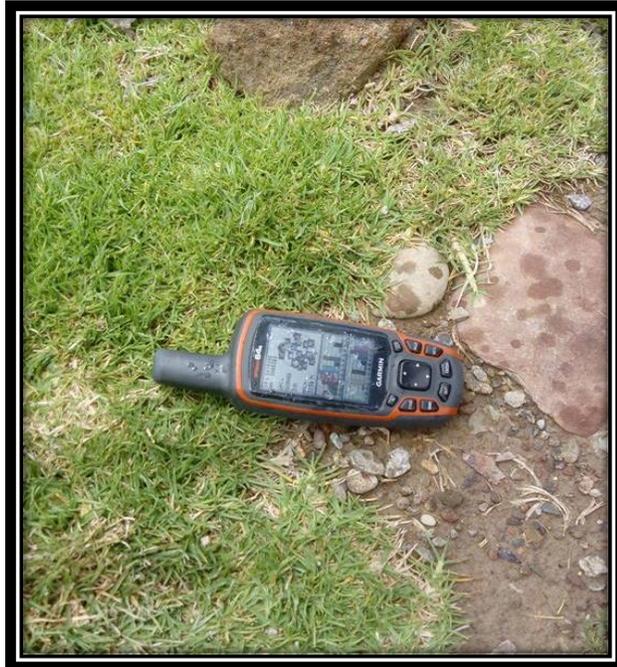


FOTO N° 14 BUSCANDO EL BUZON FINAL

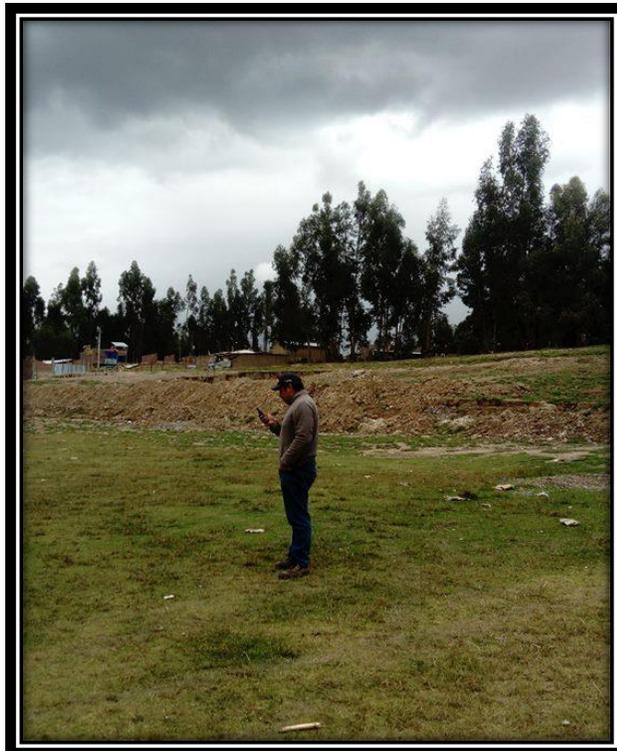
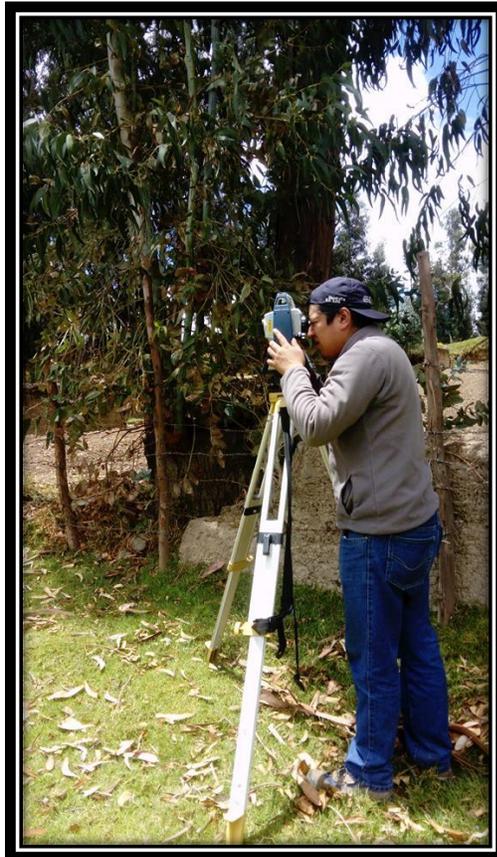


FOTO N° 15 PUNTO DE ESTACIONAMIENTO



FOTO N°16 LEVANTANDO DE LOS PTAR



ANEXO N°7. CALCULO DE CAPTACION

CALCULO DE CAPTACION LAGUNA DE ESTABILIZAION

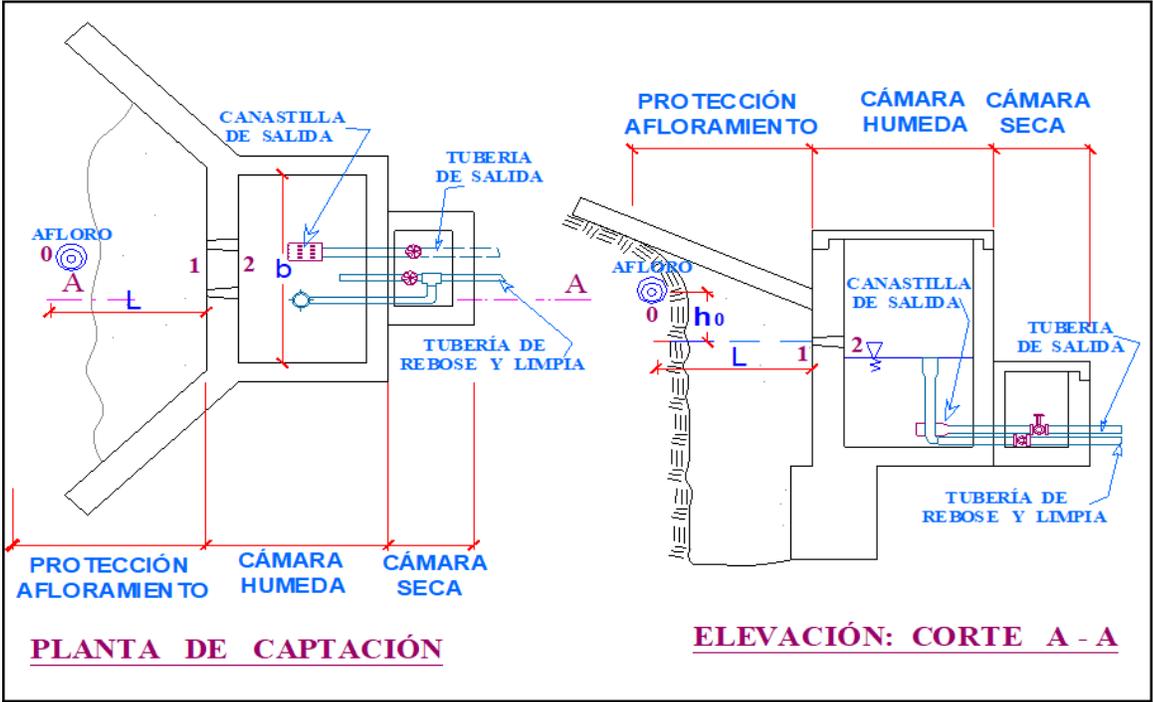
PROYECTO: Estudio comparativo entre Tanque Imhoff y Laguna de estabilizacion para reuzo de agua residual en riego

LUGAR: ATAURA

DISEÑO DE LA CAPTACION

DATOS GENERALES DEL PROYECTO DE INVESTIGACION

Cadal de Diseño	0.720	L/S	
Caudal Máximo	1.00	L/S	ASUMIDO



A.- CÁLCULO DE LA DISTANCIA ENTRE EL AFLORAMIENTO Y LA CAMARA HÚMEDA (L):

FÓRMULA:

$$L = 3.33 \left(h_o - 1.56V_2^2/2g \right)$$

DONDE:

h_o : Se recomienda valores entre 0.40 y 0.50m.

V₂: Velocidad de salida recomendable menor

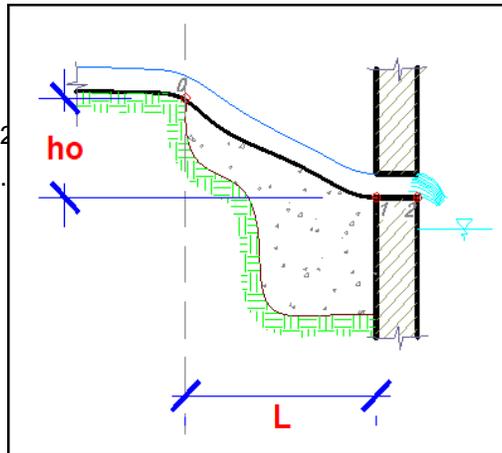
a 0.60 m/s.

h _o =	0.4
g =	9.81
V ₂ =	0.6

m.
m/seg²
m/seg.

$$L = 1.2367$$

$$L = 1.25$$



B.- CÁLCULO DEL ANCHO DE LA PANTALLA (b):

CÁLCULO DEL DIÁMETRO DE LA TUBERIA DE INGRESO A LA CAPTACIÓN:

$$A = Q_{max} / C_d * V$$

Donde:

C_d: Coeficiente de descarga(0.6 - 0.8)

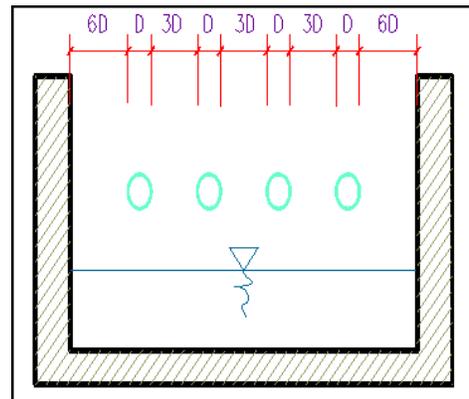
V : Velocidad de descarga ≤ 0.6m/seg.

Q_{max}. : Caudal máximo del manantial (m3/seg)

A : Área total de las tuberías de salida.

V :	0.5
Q _{max} :	0.001
C _d :	0.8

m/s
m3/s



Asumiendo: A = 0.0025 m2
 D = 5.642
 D = 2.22 pulgadas
 Asumido = 0.0025 m2

$$N_A = \frac{\text{Area Dobtenido}}{\text{Area Dasumido}} + 1$$

Donde:

NA : Número de orificios
 NA : 2 ≈ 2 unidades

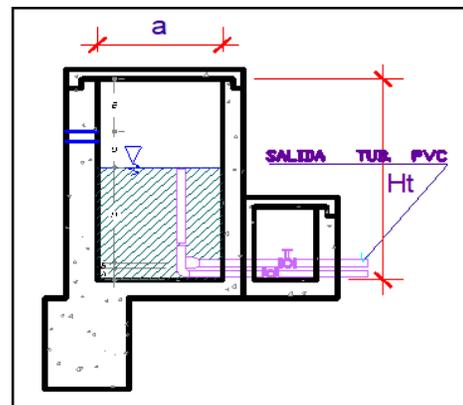


$$b = (9 + 4 N_A) * D$$

b = 0.94 M

C.- DETERMINACION DE LA ALTURA DE LA CÁMARA HÚMEDA (Ht):

$$H_t = A + B + H + D + E$$



DONDE:

- A = 10.00 cm.(Mínimo)
- B = 1/2 Diámetro de la canastilla.
- D = Desnivel mínimo (3.00 cm)
- E = Borde Libre (10 - 30 cm.)
- H = Altura del agua que permita una velocidad determinada a la salida de la tubería a la línea de conducción.(min 30cm.)

$$H = \frac{1.56.V^2}{2g} \quad V = \frac{Q_{md}}{A_c}$$

V = 0.4006 m/seg
 H = 0.01276261 m.

Qmd = 0.001000 m3/seg

PORTANTO H= 0.3 M

$$g = 9.81 \text{ m/seg}^2$$

$$Ac = 0.0025 \text{ m}^2$$

$$Dc = 2.22 \text{ Pulg.}$$

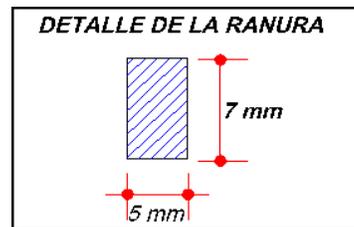
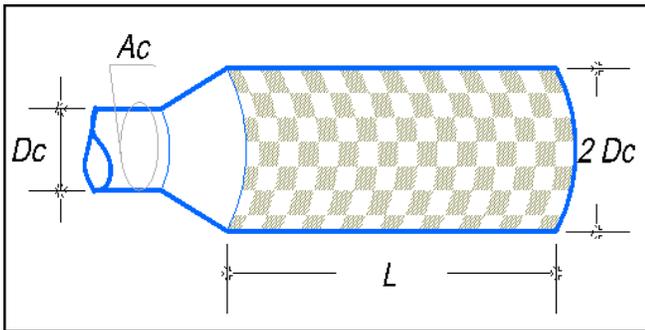
$$E = 0.30 \text{ m.}$$

$$D = 0.03 \text{ m.}$$

$$A = 0.10 \text{ m.}$$

$$B = 0.056 \text{ m.}$$

D.- DISEÑO DE LA CANASTILLA :



CONDICIONES:

$$At = 2 Ac$$

$$3 Dc < L < 6 Dc.$$

$$At \leq 0.50 * Dg * L$$

N° ranura

=

At

Área de una ranura

Donde :

At : Área total de las ranuras

Ag : Área de la granada.



$$At = 0.0050 \text{ M}^2$$

CÁLCULO DE L:

$$3 * Dc = 16.9164 \text{ CM}$$

$$6 * Dc = 33.8328 \text{ CM}$$



$$L = 0.10 \text{ M}$$

$$Ag = 0.00250 \text{ M}^2$$

$$At = 0.0050 \text{ M}^2$$

$$0.5 \cdot D_g \cdot L = 0.01771 \text{ M2}$$



$$0.01771 > 0.0050 \text{ -----> OK}$$

N° ranuras = 142.700742

N° DE RANURAS	143 REDONDEADO
---------------	----------------

E.- DIMENSIONAMIENTO DE LA TUBERIA DE REBOCE Y LIMPIEZA :

FÓRMULA:

$$D = 1.548 \left[\left(\frac{nQ}{\sqrt{S}} \right)^{3/8} \right]$$

Donde :

Q = Caudal máximo de la fuente en m3/seg

S = Pendiente mínima (1 - 1.5 %) m/m

n = coeficiente de rugosidad de manning

D = diámetro de la tubería en m.

Datos:

n = 0.01 PVC
 S = 1 %
 Q = 1.00 lt/seg (caudal maximo)

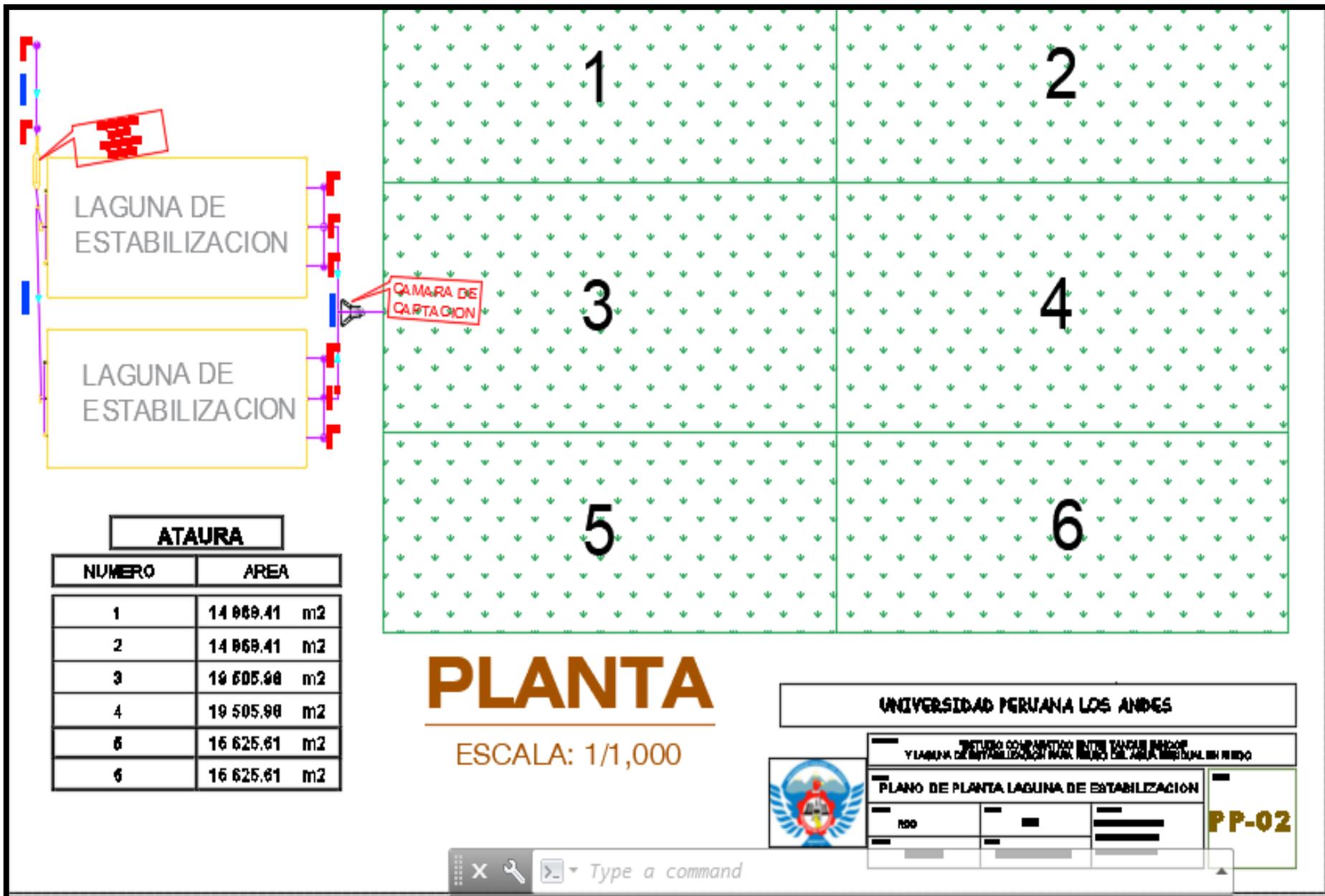
n*Q = 0.00001

√S = 0.1

D = 0.05 m. ≈ 1.93 PULG

2 PULG

ANEXO N°8. PLANOS



LAGUNA DE ESTABILIZACION

LAGUNA DE ESTABILIZACION

CAMARA DE CARTACION

ATAURA

NUMERO	AREA
1	14 869.41 m2
2	14 869.41 m2
3	19 605.98 m2
4	19 505.98 m2
5	16 625.61 m2
6	16 625.61 m2

PLANTA

ESCALA: 1/1,000

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

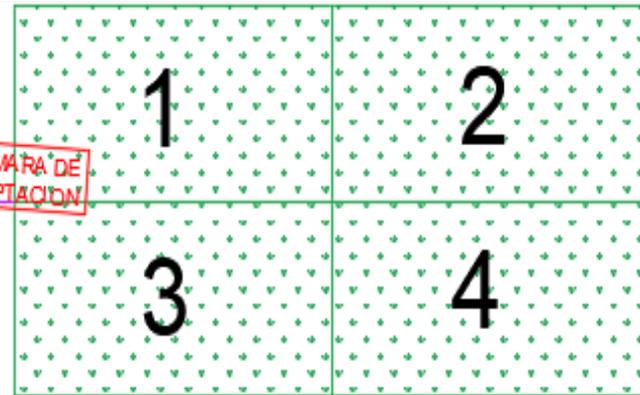
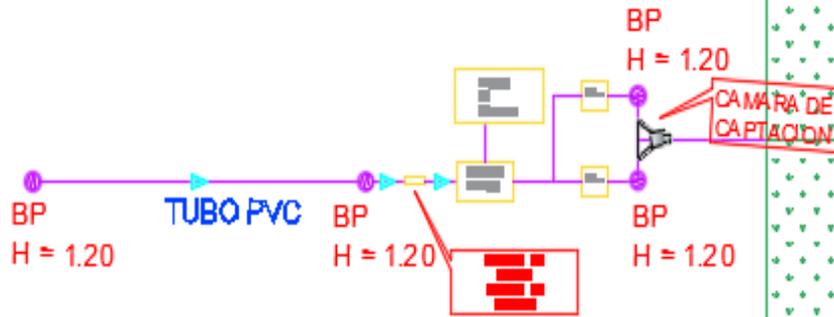


INSTITUTO COMUNITARIO DE INVESTIGACION Y ASISTENCIA TECNICA Y LABORAL EN RIESGO

PLANO DE PLANTA LAGUNA DE ESTABILIZACION

150

PP-02



SAPALLANGA

NUMERO	AREA
1	1 250.00 m2
2	1 250.00 m2
3	1 250.00 m2
4	1 250.00 m2

PLANTA

ESCALA: 1/500

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES



INSTITUTO PERUANO DE INVESTIGACIONES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS
Y LABORATORIO DE INVESTIGACIONES PARA LA ZONA RURAL DEL PERÚ

PLANO DE PLANTA TANQUE IMHOFF

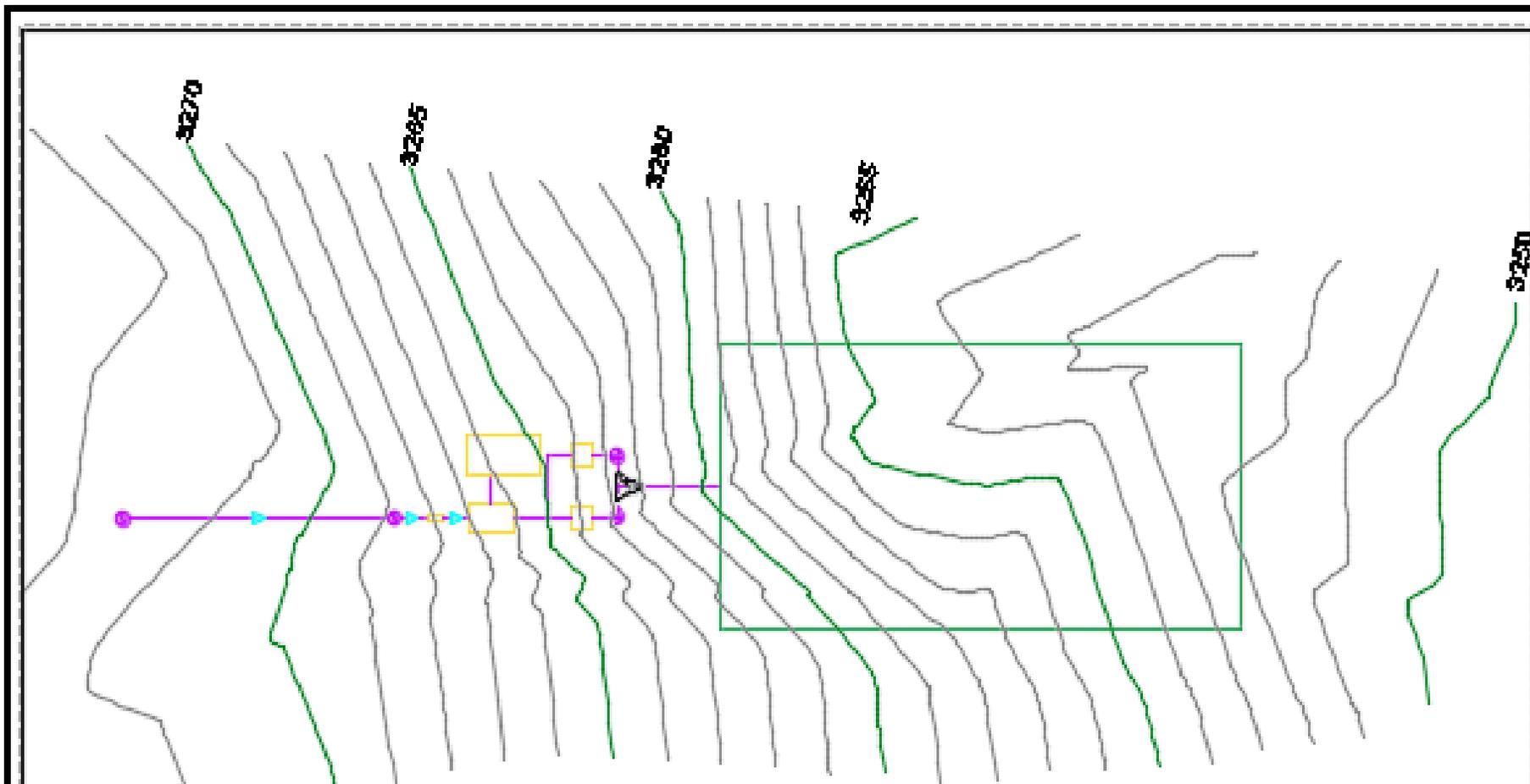
NO

NO

INDICADA

NOVIEMBRE-2011

PP-01



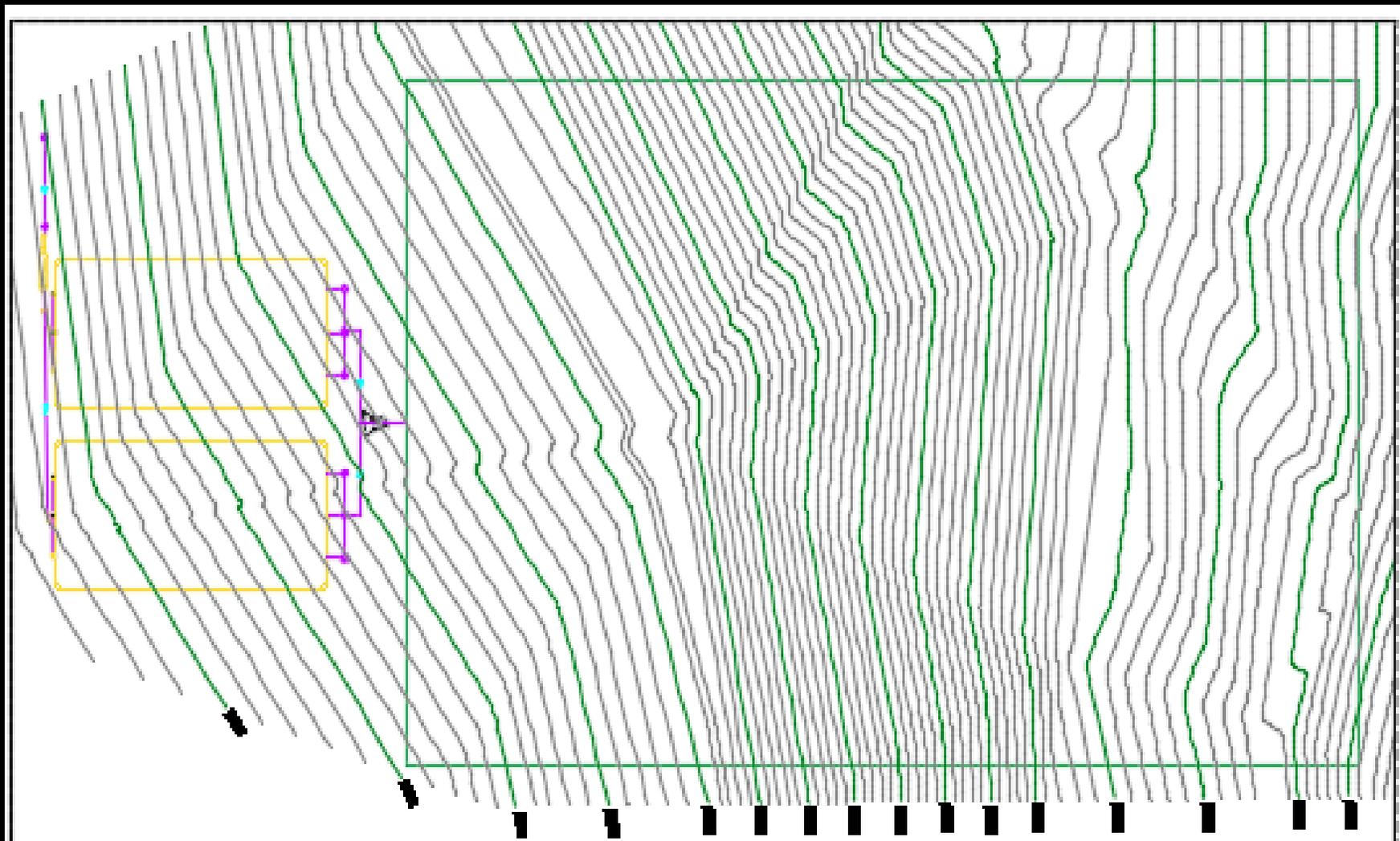
TOPOGRAFICO

ESCALA: 1:500

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES

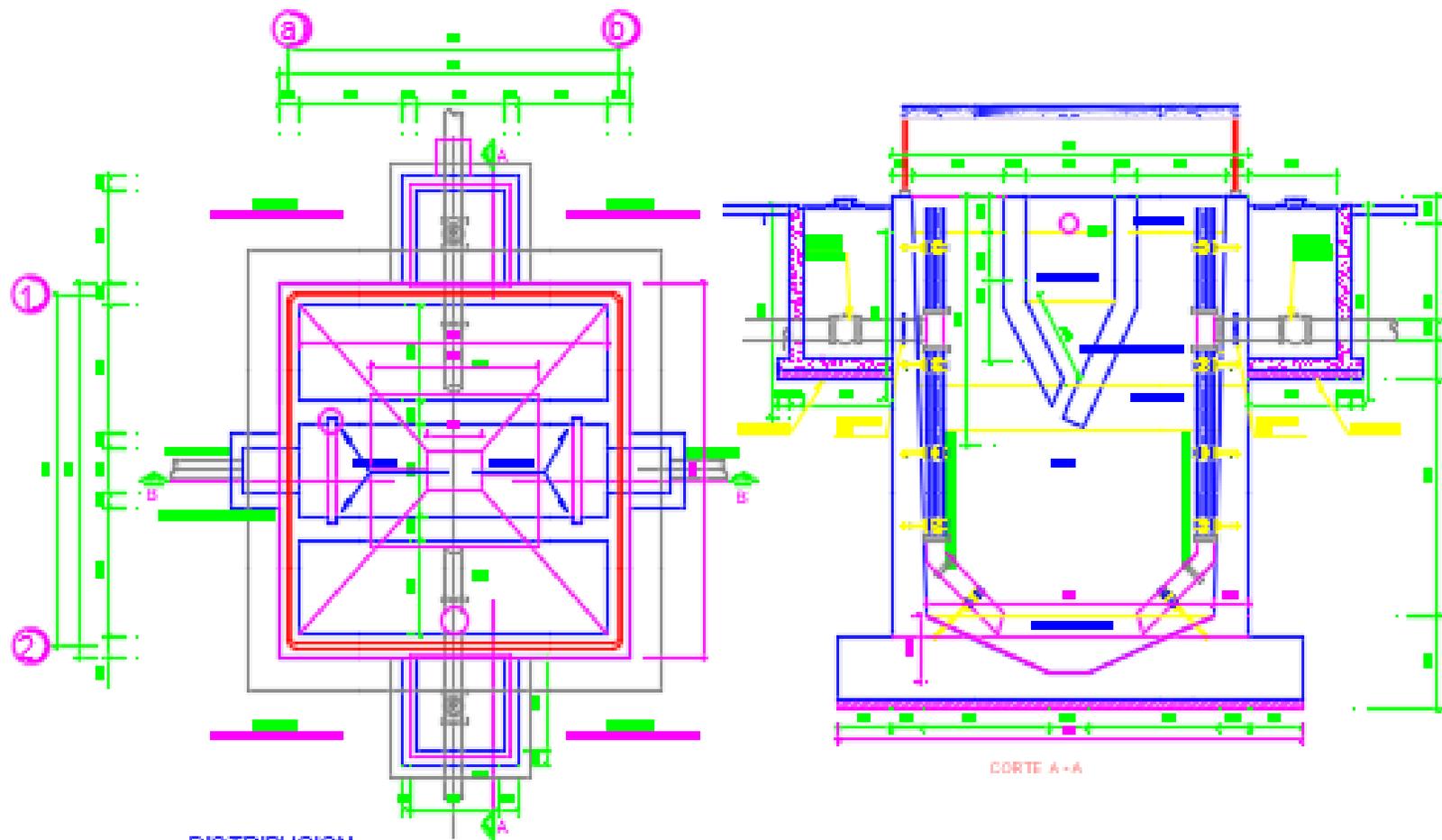


[Redacted]		
PLANS TOPOGRAFICOS TANQUE MINOFF		
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
		PT-01



TOPOGRAFICO
MEDIAN VYRIS

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES	
[Redacted]	
[Redacted]	
[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]
PT-02	

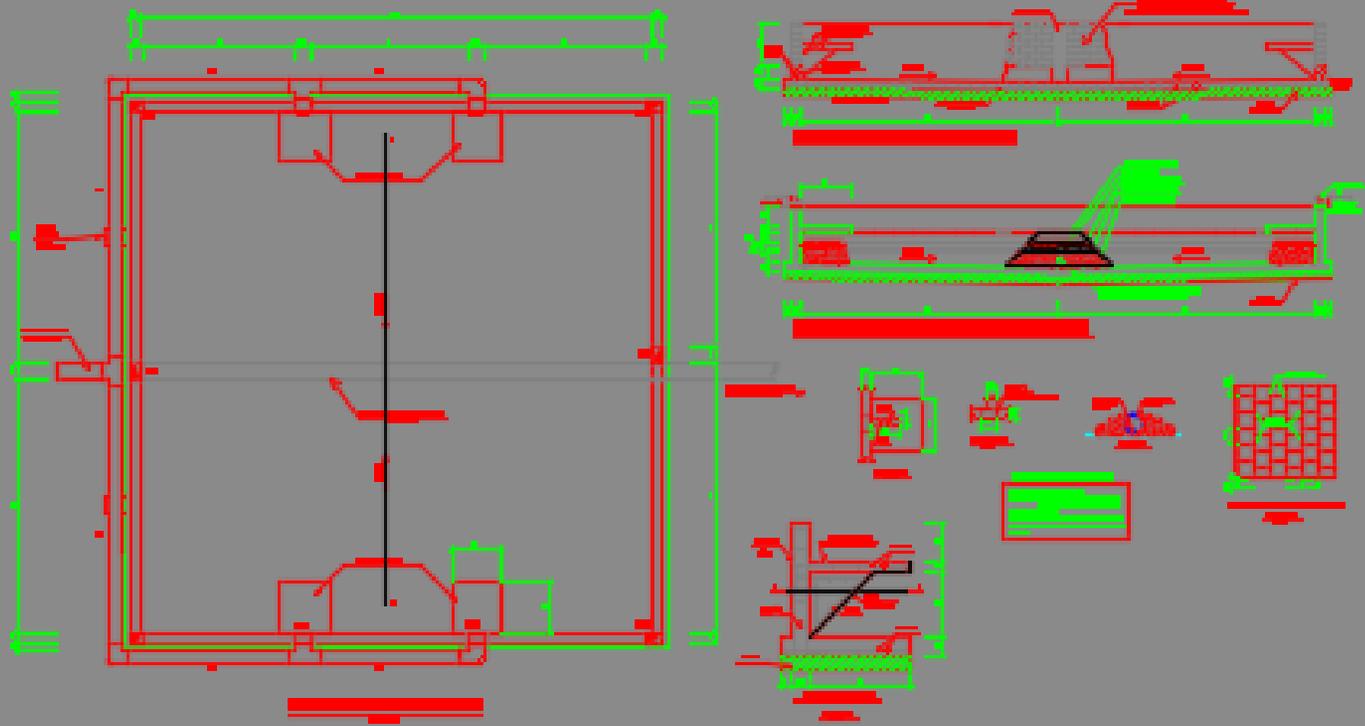


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES



PLANO DE PLANTA LAMINA DE ESTABILIZACION

T1-01

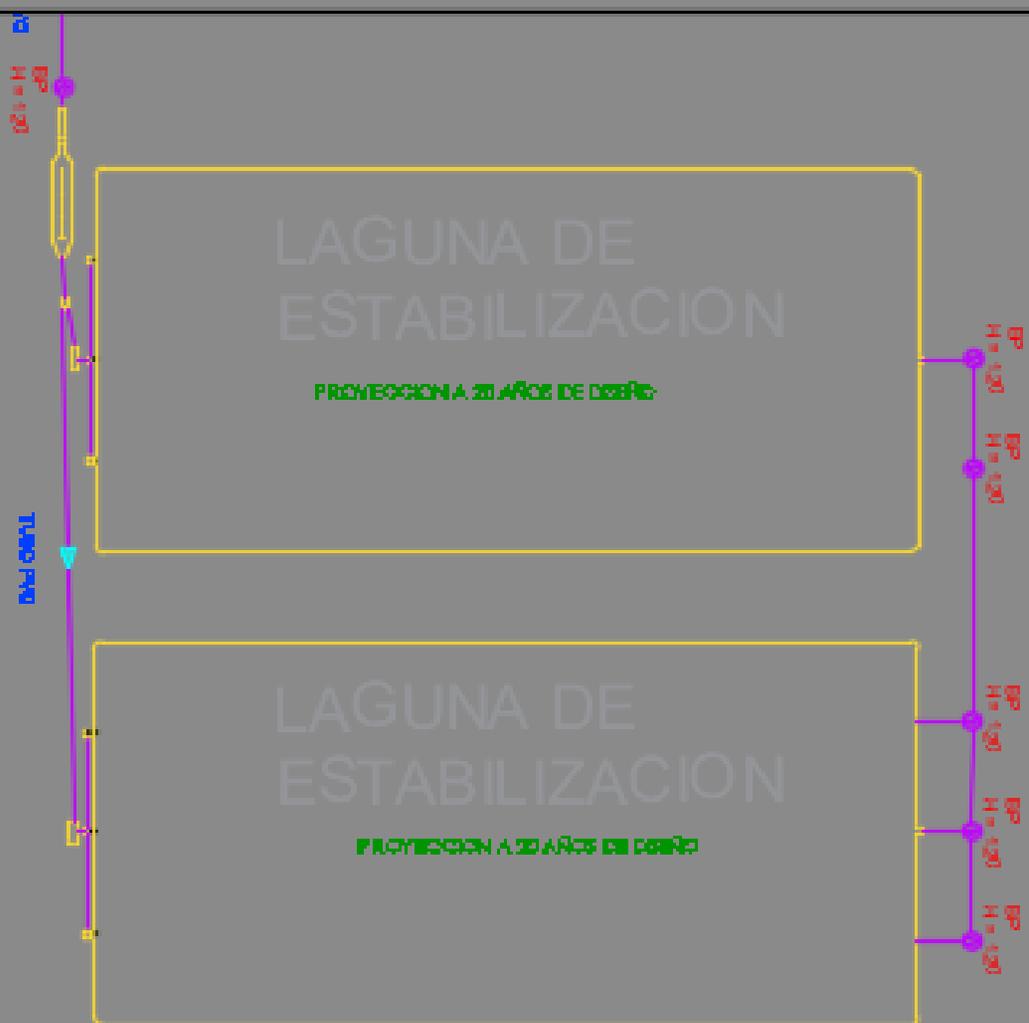


UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES



PLANO DE PLANTA TUBOS EN SERIE

LS-01



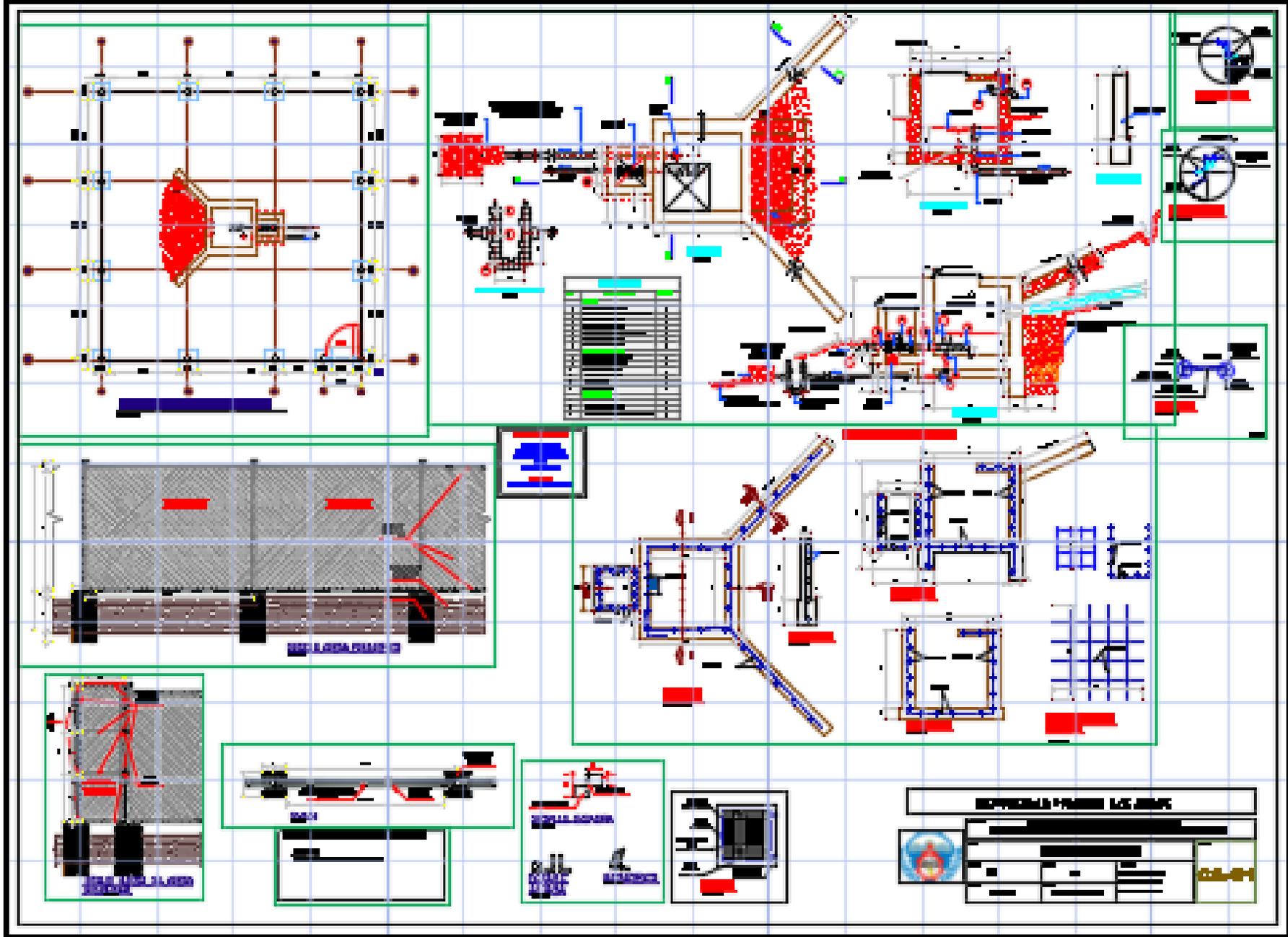
PLANO EN PLANTA

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES



[Redacted]		
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]
[Redacted]	[Redacted]	[Redacted]

LE-01



TEMA: ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE TANQUE IMHOFF Y LAGUNAS DE ESTABILIZACION

TITULO: ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE TANQUE IMHOFF Y LAGUNAS DE ESTABILIZACION PARA REUSO DEL AGUA RESIDUAL EN RIEGO

PROBLEMA	OBJETIVOS	MARCO TEORICO	HIPOTESIS	VARIABLE E INDICADORES	METODOLOGIA
<p>1.- PROBLEMA GENERAL. ¿Cuál son las características para un mejor tratamiento de las aguas residuales entre los sistemas Tanque Imhoff y Laguna de Estabilización para reusó en riego?</p> <p>2.- PROBLEMAS ESPECIFICOS. - ¿Cuáles son los niveles de Estándares de Calidad Ambiental en la calidad de agua medida en el afluente del Tanque Imhoff y la Laguna de Estabilización? - ¿Cuáles son los resultados de los caudales en la variación horaria que favorecerá al reusó del agua para la ampliación de la frontera bajo riego de los sistemas Tanque Imhoff y Laguna de Estabilización?</p>	<p>1.- OBJETIVO GENERAL. Caracterizar las bondades del tratamiento de aguas residuales entre los sistemas Tanque Imhoff y Laguna de estabilización para reusó del agua en riego.</p> <p>2.- OBJETIVOS ESPECIFICOS - Determinar los niveles de Estándares de Calidad Ambiental en la calidad de agua medida en el afluente del tanque Imhoff y la Laguna de Estabilización - Determinar los resultados de los caudales en la variación horaria que favorecerá al reusó del agua para la ampliación de la frontera bajo riego de los sistemas Tanque Imhoff y Laguna de Estabilización.</p>	<p>1.- ANTECEDENTES A NIVEL NACIONAL - “Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para Reusó en Riego en Parques y Jardines en el Distrito de la Esperanza, Provincia de Trujillo La Libertad”. B NIVEL INTERNACIONAL - “Diseño de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales para el Municipio de Malaga”.</p> <p>2.- MARCO TEORICO REFERENCIAL El tanque imhoff es una tratamiento primario cuya finalidad es la remoción de solidos suspendidos para comunidades de 5000 personas a menos tiene una operación muy simple y no requiere de partes mecánicas, las lagunas de estabilización es una estructura simple para elbalsar aguas residuales con el objetivo de mejorar sus características sanitarias.</p>	<p>1.- HIPOTESIS GENERAL El Tanque Imhoff presenta mejores atributos en comparación a la Laguna de Estabilización.</p> <p>2.- HIPOTESIS ESPECIFICAS. - La calidad de agua medida en el afluente del Tanque Imhoff y Laguna de Estabilización cumple con los Estándares de Calidad Ambiental para reusó del agua en riego.</p> <p>- Los caudales generan resultados en la variación horaria que favorecerá al reusó del agua para la ampliación de la frontera bajo riego de los sistemas Tanque Imhoff y Laguna de Estabilización).</p>	<p>VARIABLE 1: SISTEMA PTAR - Tanque Imhoff - Lagunas de Estabilización</p> <p>VARIABLE 2: AGUA RESIDUAL PARA RIEGO - Calidad de agua (ECA). - Riego de terrenos agrícolas.</p>	<p>Tipos de Investigación: Aplicada/Tecnológico</p> <p>Nivel de Investigación: Descriptiva</p> <p>Diseño de Investigación: No Experimental – Corte Transversal</p> <p>Ámbito de estudio Aguas Residuales (Sapallanga- Huancayo), (Ataura - Jauja)</p> <p>Población Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, Sapallanga - Ataura</p> <p>Muestra M1: muestra Sapallanga M2: muestra Ataura</p> <p>Técnica de recolección de datos Observación, Campo y Laboratorio</p> <p>Instrumentos Libreta de campo, análisis de campo, nivel, E.Total, prismas, etc.</p>

--	--	--	--	--	--