

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Académico Profesional de Ingeniería Ambiental

Tesis

**Influencia de los microorganismos eficaces (Em agua)
en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del
afluente del bioreactor en la planta de tratamiento de
aguas residuales (PTAR) Concepción-2018**

Juan Eduardo Delgado Rojas

Para optar el Título Profesional de
Ingeniero Ambiental

Huancayo, 2019

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Obra protegida bajo la licencia de [Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivadas 2.5 Perú](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/peru/)

ASESOR

Ing. Anieval Peña Rojas

AGRADECIMIENTO

Esta investigación no se hubiese llevado a cabo sin el apoyo de la E.P.S. Mantaro, sub dirección de la Provincia de Concepción, por haber otorgado los permisos para desarrollar la implementación, el seguimiento y control, y la fase final de muestreo de las Unidades Experimentales; al especialista, Ing. Jean Pool López, quien estuvo a cargo de la PTAR y acompañó en los días de visita a planta, facilitando los permisos de ingreso y salida, además de la información sobre los procesos y datos cruciales de manejo de planta.

También se hace mención a la Empresa SGS del Perú S.A.C., por los conocimientos adquiridos por dos años de constante aprendizaje y práctica en múltiples empresas de sectores mineros, petroleros e industriales, donde se adquirió conocimientos de monitoreo y muestreo, que sirvieron de mucho en la etapa inicial y final de esta investigación, además de las facilidades y precios módicos de los análisis de laboratorio.

A la empresa BIOEM, por la información técnica, y la capacitación previa al desarrollo de esta investigación llevada a cabo en el Colegio de Ingenieros de Junín, donde el especialista Ing. Francis Reyes mostró casos exitosos de la aplicación de EM en aguas residuales, además de la parte práctica donde se dieron los tips de activación y control del EM Agua.

Y el agradecimiento a mi asesor Ing. Anieval Peña Rojas, quien aceptó esta responsabilidad, de ser parte de esta investigación que conllevó mucho tiempo, y más que ello son los conocimientos y experiencia en temas de tratamiento de Agua Residual, lo que ayudó a perfeccionar técnicas y conceptos científicos.

A la Universidad Continental, por facilitar y permitir el préstamo de recursos como equipos, materiales y espacios para el trabajo experimental y la etapa de control de parámetros de campo.

En memoria al docente Jorge Eduardo Cordero Azabache, a quien le debo mucho más que un agradecimiento y mención en esta tesis, es el haber marcado mucho una etapa crucial de mi formación profesional, por los buenos consejos y conocimientos adquiridos, y haber sido el docente quien inspiró el desarrollo de esta tesis.

Y por último a mi compañero de facultad Ing. Kael Huayllani Hilario, quien ayudó y apoyó en el desarrollo de esta tesis con conceptos de dosificación de EM Agua y durante la etapa de toma de muestras en la PTAR – Concepción.

DEDICATORIA

Me faltarán páginas para agradecer a aquellas personas que de alguna u otra manera están involucradas en este trabajo de investigación, sin embargo merecen un reconocimiento especial a mi padre Juan Delgado Cabrera, a mi tía Rebeca Pérez, mis hermanos Enrique, Arhon y Alisson, mi abuelo Reynado Rojas, a mi tía Nelly Rojas, mis primas Joani y Milagros, que con su esfuerzo, dedicación, consejos y buenos momentos ayudaron a culminar mi carrera universitaria, me dieron el apoyo moral, para no decaer cuando toda esta etapa parecía imposible, a cada uno de ellos por ser el ejemplo de profesional que debo ser.

ÍNDICE

| | |
|---|------|
| PORTADA..... | I |
| ASESOR | II |
| AGRADECIMIENTO | III |
| DEDICATORIA..... | V |
| ÍNDICE | VI |
| LISTA DE TABLAS | VIII |
| LISTA DE FIGURAS | X |
| RESUMEN..... | XI |
| ABSTRACT..... | XII |
| INTRODUCCIÓN..... | XIII |
| CAPÍTULO I PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO..... | 14 |
| 1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA..... | 14 |
| 1.1.1. Planteamiento Del Problema..... | 14 |
| 1.1.2. Formulación Del Problema | 17 |
| 1.2. Objetivos..... | 18 |
| 1.2.1. Objetivo General..... | 18 |
| 1.2.2. Objetivos Específicos. | 18 |
| 1.3. Justificación e importancia | 18 |
| 1.3.1. Justificación Ambiental y Social. | 18 |
| 1.3.2. Importancia..... | 19 |
| 1.4. Hipótesis y Descripción de Variables. | 19 |
| 1.4.1. Hipótesis General. | 19 |
| 1.4.2. Hipótesis específicas..... | 19 |
| 1.4.3. Variables..... | 20 |
| CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO..... | 21 |
| 2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA | 21 |
| 2.1.1. A Nivel Local..... | 21 |
| 2.1.2. A Nivel Nacional. | 22 |
| 2.1.3. A Nivel Internacional..... | 24 |
| 2.2. Bases Teóricas..... | 28 |
| 2.2.1. Aguas Residuales..... | 28 |
| 2.2.2. Planta de Tratamiento de Aguas Residuales..... | 29 |
| 2.2.3. Microorganismos Eficaces | 37 |
| 2.2.4. Composición Microbiana Del EM | 38 |
| 2.2.5. Microorganismos Eficaces en el Tratamiento de Agua Residual..... | 42 |
| 2.2.6. Criterios Básicos de Diseño. | 42 |
| 2.2.7. Factores Climáticos. | 43 |
| 2.3. Definición de Términos Básicos. | 44 |
| CAPÍTULO III METODOLOGÍA..... | 48 |
| 3.1. MÉTODOS Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN | 48 |
| 3.1.1. Metodología General de Investigación..... | 48 |
| 3.1.2. Método Específico. | 48 |
| 3.1.3. Tipo de investigación..... | 50 |
| 3.1.4. Nivel..... | 51 |
| 3.1.5. Alcance..... | 51 |
| 3.2. Diseño de la Investigación. | 51 |
| 3.3. Población y Muestra. | 52 |
| 3.3.1. Población..... | 52 |
| 3.3.2. Muestra..... | 52 |
| 3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos. | 52 |

| | | |
|---|--|------------|
| 3.4.1. | Ubicación de la zona de trabajo..... | 52 |
| 3.4.2. | Equipos y materiales utilizados..... | 53 |
| 3.4.3. | Métodos de referencia..... | 56 |
| 3.4.4. | Instrumentos de recolección de datos en campo..... | 59 |
| 3.4.5. | Procedimiento..... | 59 |
| CAPÍTULO IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN..... | | 68 |
| 4.1. | RESULTADOS DEL TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN..... | 68 |
| 4.1.1. | Análisis General..... | 68 |
| 4.1.2. | Contaminantes Microbiológicos..... | 69 |
| 4.1.3. | Contaminantes Metálicos..... | 72 |
| 4.1.4. | Parámetros de Campo..... | 86 |
| 4.1.5. | Contaminantes Fisicoquímicos..... | 100 |
| CONCLUSIONES..... | | 111 |
| RECOMENDACIONES..... | | 114 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | | 115 |
| ANEXOS..... | | 120 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|-----|
| Tabla 1: Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos del D.S. N°003 – 2010 – MINAM. | 35 |
| Tabla 2: Volúmenes de muestras de agua por parámetro a analizar. | 54 |
| Tabla 3: Métodos de referencia de toma de muestra y análisis de laboratorio. | 56 |
| Tabla 4: Criterios de proporcionalidad para activación de EM Agua. | 60 |
| Tabla 5: Porcentaje de dosis y volumen de agua residual a experimentar. | 61 |
| Tabla 6: Cálculo de dosis de EM Agua. | 61 |
| Tabla 7: Volúmenes de EM Agua y melaza de caña. | 62 |
| Tabla 8: Cálculo de dosis de agua limpia o de manantial. | 62 |
| Tabla 9: Volúmenes totales de EM Agua, melaza y agua limpia para aplicación de choque y mantenimiento. | 63 |
| Tabla 10: Descripción de las Unidades Experimentales y sus dosis. | 64 |
| Tabla 11: Rango de variación de parámetros para unidades experimentales. | 68 |
| Tabla 12: Resultados de análisis en laboratorio, unidades reportadas en número más probable/100 ml, de coliformes fecales. | 70 |
| Tabla 13: Prueba T Student para coliformes fecales. | 71 |
| Tabla 14: Ajuste en SPSS para pruebas unilaterales t student. | 71 |
| Tabla 15: Resultados de análisis en laboratorio, de Arsénico en el AR y las UE. | 73 |
| Tabla 16: Prueba t student, para Arsénico. | 74 |
| Tabla 17: Resultados de análisis en laboratorio, de Cadmio en el AR y las UE. | 75 |
| Tabla 18: Prueba t student, para Cadmio. | 76 |
| Tabla 19: Resultados de análisis en laboratorio, de Estroncio en el AR y las UE. | 77 |
| Tabla 20: Prueba t student, para Estroncio. | 77 |
| Tabla 21: Resultados de análisis en laboratorio, de Magnesio en el AR y las UE. | 78 |
| Tabla 22: Prueba t student, para Magnesio. | 79 |
| Tabla 23: Resultados de análisis en laboratorio, de Manganeso en el AR y las UE. | 80 |
| Tabla 24: Prueba t student, para Manganeso. | 80 |
| Tabla 25: Resultados de análisis en laboratorio, de Mercurio en el AR y las UE. | 81 |
| Tabla 26: Prueba t student, para Mercurio. | 82 |
| Tabla 27: Resultados de análisis en laboratorio, de Plomo en el AR y las UE. | 83 |
| Tabla 28: Prueba t student, para Plomo. | 83 |
| Tabla 29: Resultados de análisis en laboratorio, de Zinc en el AR y las UE. | 84 |
| Tabla 30: Prueba t student, para Zinc. | 85 |
| Tabla 31: Promedio de datos de pH, tomados durante los días de experimentación. | 87 |
| Tabla 32: Matriz de Correlación de pH. | 88 |
| Tabla 33: Valores críticos del coeficiente de correlación de rangos de Spearman. | 89 |
| Tabla 34: Promedio de datos de Temperatura, tomados durante los días de experimentación. | 91 |
| Tabla 35: Matriz de Correlación de Temperatura. | 92 |
| Tabla 36: Promedio de datos de Conductividad Eléctrica, tomados durante los días de experimentación. | 94 |
| Tabla 37: Matriz de Correlación de Conductividad Eléctrica. | 95 |
| Tabla 38: Promedio de datos de oxígeno disuelto, tomados durante los días de experimentación. | 97 |
| Tabla 39: Matriz de Correlación de Oxígeno Disuelto. | 98 |
| Tabla 40: Matriz de Correlación de Contaminantes Físicoquímicos. | 101 |
| Tabla 41: Datos de Laboratorio de sólidos totales en suspensión de las unidades experimentales. | 102 |
| Tabla 42: Promedio de sólidos totales en suspensión, en relación a las dosis. | 102 |
| Tabla 43: Datos de laboratorio de demanda bioquímica de oxígeno de las unidades experimentales. | 104 |
| Tabla 44: Promedio de demanda bioquímica de oxígeno, en relación a las dosis. | 104 |
| Tabla 45: Datos de laboratorio de demanda química de oxígeno de las unidades experimentales. | 106 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 46: Promedio de demanda química de oxígeno, en relación a las dosis. | 106 |
| Tabla 47: Datos de Laboratorio de aceites y grasas de las unidades experimentales..... | 108 |
| Tabla 48: Promedio aceites y grasas, en relación a las dosis. | 108 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| Figura 1: Ríos más contaminados del Perú. | 16 |
| Figura 2: Diagrama de flujo de los procesos y etapas de Tratamiento en la PTAR – Concepción. | 32 |
| Figura 3: Ingreso de aguas residuales al Bioreactor. | 34 |
| Figura 4: Se muestra el prototipo de unidades experimentales y control. | 49 |
| Figura 5: Ubicación de la PTAR – Concepción - Junín. | 53 |
| Figura 6: Diagrama de dispersión del pH. | 88 |
| Figura 7: Diagrama de dispersión de temperatura. | 92 |
| Figura 8: Diagrama de dispersión de Conductividad Eléctrica. | 95 |
| Figura 9: Diagrama de dispersión del oxígeno disuelto. | 98 |
| Figura 10: Diagrama de dispersión de Solidos Totales en Suspensión. | 103 |
| Figura 11: Diagrama de dispersión de demanda bioquímica de oxígeno. | 105 |
| Figura 12: Diagrama de dispersión de demanda química de oxígeno. | 107 |
| Figura 13: Diagrama de dispersión de aceites y grasas. | 109 |

RESUMEN

Mediante esta propuesta se presenta el trabajo de investigación realizado en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales ubicado en la provincia de Concepción, se tuvo como objetivo determinar la influencia de la aplicación de Microorganismos Eficaces (EM Agua) en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del afluente del bioreactor, para ello se usaron 12 unidades experimentales separadas en grupos de 3, a las que se agregó dosis de EM Agua a un 4%, 6%, 8% y unidades control; durante 39 días se hizo el seguimiento y control de los parámetros de campo (pH, temperatura, oxígeno disuelto y conductividad eléctrica), dentro de los resultados obtenidos se tuvo la estabilidad de los parámetros de campo como el pH, oxígeno disuelto y conductividad eléctrica, y la variabilidad de la temperatura. Además de la disminución de Coliformes fecales, el incremento de contaminantes metálicos, la correlación directa del DBO y DQO con las dosis de EM Agua y la dispersión de los datos de aceites y grasas y sólidos totales en suspensión.

ABSTRACT

Through this proposal, the research work carried out in the Wastewater Treatment Plant located in the province of Concepción is presented. The aim was to determine the influence of the application of Effective Microorganisms (EM Water) on the Physicochemical and Microbiological parameters of the Tributary of the Bioreactor, for this, 12 experimental units separated into groups of 3 were used, to which was added EM Water dose at 4%, 6%, 8% and control units; during 39 days the monitoring and control of the field parameters (pH, Dissolved Oxygen Temperature and Electric Conductivity) were made, within the obtained results the stability of the field parameters such as pH, Dissolved Oxygen and Electrical Conductivity was maintained, and the variability of temperature. In addition to the decrease of fecal coliforms, the increase of metallic pollutants, the direct correlation of BOD and COD with the doses of EM Water and the dispersion of the data of Oils and Fats and Total Solids in Suspension.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existen muchas técnicas y métodos que se pueden usar para tratar aguas residuales, pero en la mayoría de casos se busca una que sea eficiente y que los costos de este tratamiento no sean excesivos, a ello también incluir que el tratamiento use compuestos o procesos ambientalmente amigables.

La composición del agua residual que llega a la Planta de Tratamiento de Concepción, es una mezcla de desechos líquidos provenientes de hogares, industrias, entre ellas las plantas lecheras, y el agua proveniente de las lluvias, según los reportes presentados.

La presente investigación de nombre “Influencia de los Microorganismos Eficaces (EM Agua) en los Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos, del Afluente del Bioreactor en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), Concepción 2018”, pretende realizar una propuesta, a nivel experimental de cuál sería el efecto del uso de esta tecnología a condiciones reales, luego hacer el análisis de las muestras en un laboratorio acreditado, observar y reportar los resultados obtenidos.

Para ello se realizó la planeación, organización y desarrollo de un experimento; que será una quimera para su posterior aplicación en el PTAR de Concepción teniendo en cuenta teorías que se fundamentan en ciencias como la química, la biología, microbiología, y diseño.

Con esta investigación se quiere dejar constancia del uso de biotecnología en el tratamiento de aguas residuales, como una posible solución a este problema, y así optimizar los procesos de tratamiento en la PTAR, mejorando así la calidad de agua tratada, además de hallar la dosis óptima que se podría usar en esta planta.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. PLANTEAMIENTO Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Uno de los problemas que afrontan muchas ciudades es saber cómo tratar las aguas residuales que se genera a diario, por ello muchas vierten estas aguas sin tratar a los cuerpos de agua, provocando luego que su consumo como agua no potable de medios, como los ríos y lagos, hacen que más de 7 millones de personas la consuman y provoquen enfermedades en su organismo, llegando hasta la muerte.

Esta situación que perjudica sobre todo a los ecosistemas y la biodiversidad, siendo esta grave, y advierten que es una amenaza para la salud humana y la actividad económica. Especialmente porque se estima que las poblaciones urbanas se duplicarán en las próximas cuatro décadas, y 21 de las 33 megaciudades del mundo que se ubican en la costa, y que actualmente vierten sus aguas sin tratar al mar, tendrán un panorama distinto ya que la situación será mucho más peligrosa, debido al incremento de contaminantes de Aguas Residuales. Buena parte de la culpa de esta situación, según refleja el informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura (1), se deba a la priorización de la comercialización del agua potable, descuidando la gestión de las aguas residuales.

En la actualidad el mundo nos muestra que en países desarrollados y con ingresos altos, tratan un 70 % de las aguas residuales que generan, esto con el ímpetu por llevar adelante una mejor calidad en el medio ambiente o contar con una fuente alterna de agua en tiempos de escasez hídrica, mientras que en países con ingresos entre medios a bajos el tratamiento se da en un 38 %, y para aquellos con ingresos bajos,

es a un 8%, esto nos demuestra que en países en desarrollo no cuentan con la infraestructura, capacidad, tecnología, instituciones y financiamiento necesarios. (1)

En países como Europa Oriental, el Cáucaso, y Asia central, se puede observar que el nivel de acceso a saneamiento es relativamente alto, esto se debe a la mejora en los sistemas de tratamiento, además de abarcar subregiones de Europa, donde prestan más atención a la mejora del saneamiento rural, esto se debe a la revisión de normas técnicas desactualizadas, que ahora se ajustan a las nuevas capacidades de suministrar tecnología de saneamiento que se acople a la demanda actual. (2)

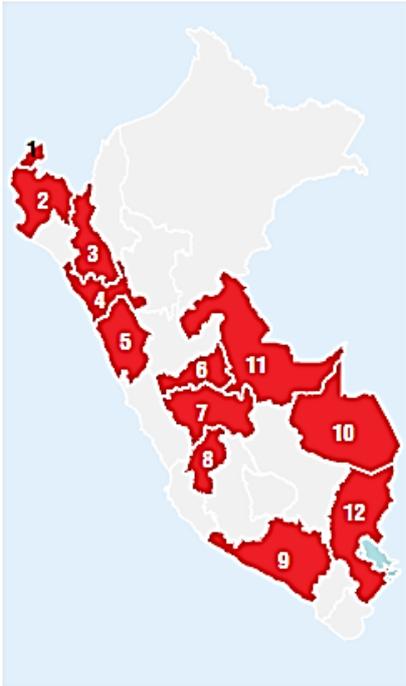
El panorama cambia cuando hablamos de América Latina y el Caribe, ya que este sector fue descuidado por décadas, viéndose que los motivos fueron el priorizar el crecimiento de los servicios de agua potable y saneamiento, además que los costos para el tratamiento de aguas residuales son muy altos y llegar a cumplir la normativa vigente es difícil, así que se deja de lado este tema y se enfocan en atender necesidades sociales urgentes; además se pudo observar que el uso de aguas residuales domésticas sin tratar es común por esta región, su uso se da más en zonas áridas y semiáridas, donde el acceso al agua para riego es muy escaso y difícil, y el hecho que estas aguas residuales sean una fuente constante de este elemento, que no tenga un costo y la gran carga de nutrientes son factores que le dan un estímulo adicional para su uso en la agricultura.

Pero esta situación empezó a cambiar en las últimas dos décadas, ya que no solo se está empezando a prestar mayor atención en los servicios de abastecimiento de agua y saneamiento, sino también en el uso de tecnología más sofisticada para el tratamiento de aguas residuales. (3)

En el Perú actualmente existen muchos problemas ambientales que están relacionados con la contaminación de ríos y lagos por efluentes de origen doméstico, municipal, pasivos mineros, y entre otros, este es un problema que llega a abarcar gran parte del territorio a nivel nacional, y las necesidades de tratar estas aguas residuales domésticas y municipales son necesarias. Por ello en cada localidad se utilizan tecnologías de tratamiento que no solucionan este problema por completo, debido a ello, según un estudio realizado por la Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento (4), indica que en las PTARS (Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales) se detectó sobrecarga orgánica e hidráulica en más de la mitad de plantas inspeccionadas causando deficiencias en la operación y mantenimiento, debido principalmente a la tecnología insuficiente que actualmente se usa. Al ser este un inconveniente, esto conlleva a que estas aguas no sean debidamente tratadas y

lleguen a parar en los lechos de agua, contaminando así a la fauna, flora y en muchos casos provoque enfermedades en las personas que consumen agua de ríos y lagos.

Figura 1: Ríos más contaminados del Perú



| | | |
|--------------------|------------------------|---|
| [1] Tumbes | Río Puyango | Actividad minera. |
| [2] Piura | Río Chira | Residuos sólidos y poblacionales. |
| | Río Chipillico | Minería informal. |
| [3] Cajamarca | Río Tingo | Pasivos mineros y aguas residuales poblacionales. |
| [4] La Libertad | Río Moche | Pasivos mineros e industriales. |
| | Río Parcoy | Pasivos mineros e industriales. |
| [5] Áncash | Río Santa | Residuos poblacionales, actividad minera y pasivos mineros. |
| | Río Aija | Residuos poblacionales, actividad minera y pasivos mineros. |
| [6] Junín | Río Mantaro | Pasivos poblacionales y residuos sólidos. |
| | Río Yauli | Pasivos poblacionales y residuos sólidos. |
| [7] Pasco | Río San Juan | Pasivos poblacionales y residuos sólidos. |
| [8] Huancavelca | Río Huachocolpa | Pasivos mineros y actividad minera. |
| | Río Escalera | Pasivos mineros y actividad minera. |
| [9] Arequipa | Río Chili | Aguas residuales. |
| [10] Madre de Dios | Río Madre de Dios | Minería artesanal e informal. |
| | Río Huepetuhe | Minería artesanal e informal. |
| | Río Las Piedras | Minería informal. |
| | Río Tambopata | Minería informal. |
| [11] Ucayali | Río Malinowski | Minería informal. |
| | Río Abujao | Minería informal. |
| [12] Puno | Río Ramis (parte alta) | Minería informal. |

Fuente: Autoridad Nacional del Agua (5) – Diario el Peruano (6)

El río Mantaro desde su nacimiento en el lago Chinchaycocha en Junín, nos muestra que los niveles de contaminación son altos, esto debido a la presencia de Empresas Mineras que vierten aguas contaminadas a este río, pero conforme el río avanza se van presentando situaciones mucho más críticas, como el desechar residuos sólidos a orillas del río, además del vertimiento de Aguas residuales domésticas, municipales e industriales, sin tratar, esto refleja el estudio realizado por el Proyecto Mantaro Revive de Caritas (7); pero la Provincia de Concepción no es ajena a esta problemática, actualmente tiene una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales, que por falta de presupuesto, personal técnico y temas burocráticos está operativo para la fecha de desarrollo de esta tesis, a un 30 % de su capacidad, esto conlleva a que las aguas residuales municipales y domésticas, se viertan directamente al Mantaro, ocasionando la contaminación directa de este río, menciono aparte es que las tecnologías que actualmente se usan para tratar aguas residuales domésticas se enfocan a procesos donde se usan los lodos activados como tecnologías para el tratamiento, pero esta no es eficiente en su totalidad, ya que presentan problemas de

sobrecarga orgánica, y el mantenimiento, (4) de estas conlleva a un sobre costo que es difícil de financiar.

1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

a. Problema General

¿Cuál es la influencia de la Aplicación de Microorganismos Eficaces (EM Agua) en los Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos del Afluente del Bioreactor en la planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), Concepción, 2018?

b. Problema Específico

- ¿Cómo la aplicación de EM Agua influye en los contaminantes microbiológicos comparado al método convencional?
- ¿Cómo la aplicación de EM Agua influye en el contenido de contaminantes metálicos comparado al método convencional?
- ¿Qué tipo de correlación existe entre los parámetros de campo con respecto al tiempo de tratamiento en las unidades de estudio?
- ¿Qué tipo de correlación existe entre las dosis de EM Agua con respecto a los parámetros físicoquímicos de las unidades de estudio?

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar la influencia de la aplicación de Microorganismos Eficaces (EM Agua) en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del Afluente del Bioreactor en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), Concepción, 2018.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analizar si la aplicación de EM Agua influye en los contaminantes microbiológicos comparado al método convencional.
- Analizar si la aplicación de EM Agua influye en el contenido de contaminantes metálicos comparado al método convencional.
- Determinar qué tipo de correlación existe entre los parámetros de campo con respecto al tiempo de tratamiento en las unidades de estudio.
- Determinar qué tipo de correlación existe entre las dosis de EM Agua con respecto a los parámetros fisicoquímicos de las unidades de estudio.

1.3. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

1.3.1. JUSTIFICACIÓN AMBIENTAL Y SOCIAL

Ambiental

Este estudio ayudará a obtener datos reales de la influencia de los microorganismos eficaces en el agua residual, para así ver el efecto en parámetros fisicoquímicos, de campo, microbiológicos y metales pesados para luego analizar la efectividad ambiental de estos resultados.

Social

Esta investigación será el pilar para el uso de EM en la Región Junín, y ver su efecto en el agua residual, constituyéndose en un producto que no tiene químicos, al contrario, tiene microorganismos que trabajan de forma cooperativa, con esto se pretende remplazar, tecnologías que demandan mucho dinero y tiempo, además eliminará los malos olores que afectan a poblaciones aledañas.

1.3.2. IMPORTANCIA

Esta investigación tiene como importancia, a obtener datos e información real durante el tiempo que se aplicó el EM Agua en la PTAR de Concepción. Actualmente se evidenció que tienen problemas con los malos olores y no hay eficiencia al momento de tratar el agua residual con lodos activados, pero, aplicando la tecnología EM Agua, de forma experimental podríamos, observar los resultados a corto tiempo, estos datos serán procesados y analizados, para luego llegar a una conclusión y ver si los resultados son favorables.

1.4. HIPÓTESIS Y DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

1.4.1. HIPÓTESIS GENERAL

- a. Hipótesis Alternativa: La aplicación de Microorganismos Eficaces (EM Agua) influye positivamente en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del Afluente del bioreactor en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), Concepción, 2018.
- b. Hipótesis Nula: La aplicación de Microorganismos Eficaces (EM Agua) no influye positivamente en los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del Afluente del bioreactor en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), Concepción, 2018.

1.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS

- La aplicación de EM Agua permite reducir contaminantes microbiológicos mejor que el método convencional.
- La aplicación de EM Agua permite incrementar el contenido de contaminantes metálicos mejor que el método convencional.
- El tipo de correlación que existe entre los parámetros de campo es negativo con respecto al tiempo de tratamiento en las diferentes dosis.
- El tipo de correlación que existe entre las dosis de EM Agua es negativa con respecto a los parámetros fisicoquímicos de las unidades de estudio.

1.4.3. VARIABLES

a. Descripción de variables

- Variable Independiente:
Dosis de microorganismos efectivos (EM Agua)
- Variable Dependiente:
Parámetros Fisicoquímicos, Microbiológicos y de campo.

b. Indicadores de las variables de estudio

- Variable Independiente:
Dosis baja, media y alta de microorganismos efectivos (EM Agua).
- Variable Dependiente:
Parámetros Fisicoquímicos: Sólidos totales en suspensión, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), aceites y grasas.
Parámetros Microbiológicos: Numeración de coliformes fecales o termotolerantes.
Parámetros de Campo: pH, temperatura, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

2.1.1. A NIVEL LOCAL

La tesis de nombre “Influencia de Microorganismos Eficaces sobre la Calidad de Agua y Lodo Residual, Planta de Tratamiento de Jauja” (8) tiene como objetivo general evaluar la aplicación de microorganismos eficaces sobre la calidad de agua y lodo residual en la planta de tratamiento de aguas residuales de Jauja, y como objetivos específicos, determinar las características físicas (Olor, Sólidos totales en suspensión, color (aspecto), temperatura), químicas (pH, DBO, DQO, aceites y grasas,) y biológicas (Coliformes termotolerantes,) en la aplicación de microorganismos eficaces sobre la calidad del agua y lodo residual; cuantificar el porcentaje de remoción con la aplicación de microorganismos eficaces sobre las características físicas (Sólidos totales en suspensión), químicas (pH, DBO, DQO, aceites y grasas,) y biológicas (Coliformes termotolerantes) de calidad de agua y lodo residual y determinar la calidad de agua y lodo residual después de la aplicación (choque, saturación y mantenimiento) con microorganismos eficaces.

Obteniendo como resultados, que el pH de las aguas residuales en ambos puntos de muestreo tuvo variaciones significativas; pues las aguas residuales en el punto de entrada mostraron pH con valores de 8.22 a 8.30, en tanto el pH en el punto de salida varió desde 8.45 a 8.90, la tendencia de la temperatura, para la estación de monitoreo de entrada varía en un rango de 14.2 °C a 14.7 °C, mientras que para la salida varía de 16.7 °C a 17.7 °C, variación de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅); al respecto, este parámetro presenta una variación en el tiempo, tanto en el punto de entrada como en el punto de salida, la DBO en el punto de entrada varía de 212 a 222

mg/l, en tanto que en el punto de salida la variación es desde 95 a 109 mg/l, el parámetro orgánico de aceites y grasas en las dos estaciones de monitoreo, el valor máximo registrado para la estación entrada fue a un valor de 191mg/l, los valores para la estación salida se fueron reduciendo hasta llegar al valor de 6.0mg/l, los resultados microbiológicos arrojaron que el contenido de coliformes termotolerantes en el punto salida se mantiene por debajo de los resultados obtenidos en el punto entrada, estos resultados variarán de 16010 a 15350 NMP/100mlx103, en tanto que en el punto de salida varia de 91 a 122 NMP/100mlx103.

2.1.2. A NIVEL NACIONAL

La tesis de nombre “Aplicación de Microorganismos Eficaces (EM) para el Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas en la Localidad de Chucuito” (9), tiene como objetivo general comparar y evaluar el efecto de los microorganismos eficaces sobre los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las aguas residuales domésticas de la planta de tratamiento en la localidad de Chucuito, y como objetivos específicos el caracterizar las aguas residuales en sus componentes físicos, químicos y microbiológicos, evaluar el efecto del tratamiento de aguas con aplicación de dosis de microorganismos eficaces bajo condiciones de laboratorio, y comparar el efecto del tratamiento de aguas residuales con la planta de tratamiento de aguas residuales y microorganismos eficaces.

Los resultados obtenidos demuestran que los microorganismos eficaces (EM), tienen efecto en los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, después de tres meses del tratamiento se obtuvo una disminución significativa de pH, con la dosis del 2% de EM Agua de 6.3 - 4.28, la que resulto del producto de la intensa fermentación. De la misma forma se tuvo incidencia en cuanto a los Solidos Totales en Suspensión, ya que a medida que aumento el tiempo y la dosis de aplicación, se observó que se incrementó la concentración del parámetro en 357.48 mg/L (1% EM Agua), 535.35 mg/L (1.5% EM Agua) y 727 mg/L (2% EM Agua), el efecto fue gracias a la actividad de los Microorganismos Eficaces; con lo cual la aplicación de EM Agua en diferentes dosis a las aguas residuales de la localidad de Chucuito no fue lo esperado; además en los parámetros químicos se obtuvo un aumento de Oxígeno Disuelto, paso de 3.81 mg/L (1% EM Agua), 3.96 mg/L (1.5% EM Agua) y 4.12 mg/L (2% EM Agua), de la misma forma se obtuvo una disminución en cuanto a la Demanda Bioquímica de Oxígeno, de 147.07 mg/L (1% EM Agua), 131.07 mg/L (1.5% EM Agua) y finalmente 117.33 mg/L (2% EM Agua); En cuanto al parámetro de Demanda Química de

Oxígeno al igual que el anterior parámetro se tuvo disminución de la misma, 367.67 mg/L (1% EM Agua), 327.27mg/L (1.5% EM Agua) y 293.33 mg/L (2% EM Agua); Aceites y Grasas se tuvo una disminución considerable, se obtuvo en todos los tratamientos Ausencia de Película Visible, lo que indica que después del tratamiento se removi6 la presencia de aceites y grasas; con respecto al efecto en microorganismos patog6nicos, Escherichia coli este se desarrolla 6ptimamente con pH entre 6 y 7, pero en los tratamientos este lleg6 como m6nimo a 4.4. Los resultados obtenidos del presente estudio as6 lo demuestran; en el tratamiento sin EM, el desarrollo de los coliformes termotolerantes, tanto totales como fecales se vio favorecido por un pH ideal de 6.3. Pero las condiciones generadas por EM Agua hicieron que el desarrollo de los coliformes y otros pat6genos se suprima, esto debido a la putrefacci6n y la condici6n antioxidante resultante del metabolismo de algunos de los microorganismos presentes en el EM Agua que elimina la propagaci6n de microorganismos patog6nicos.

La tesis de nombre "Uso de Microorganismos Eficientes en el Mejoramiento de la Calidad de Aguas Residuales de la Industria L6ctea, Lima – 2017" (10) tiene como objetivo general, mejorar la calidad de aguas residuales de la Industria L6ctea mediante el uso de Microorganismos Eficaces, y como objetivos espec6ficos, determinar las condiciones operacionales del uso de Microorganismos Eficaces para la mejora de la Calidad de Aguas Residuales de la Industria L6ctea y determinar la concentraci6n m6s 6ptima del Uso de Microorganismos Eficaces en la mejora de la Calidad de Aguas Residuales de la Industria L6ctea. Obtuvo como resultados en la variaci6n de la temperatura ambiente con el tiempo, que el rango de temperaturas en las cuales se trabaj6 los Microorganismos Eficaces es de 16°C – 22°C; con respecto a los par6metros fisicoqu6micos valores iniciales, se pudo evidenciar, que todos los par6metros, excepto la temperatura del agua residual de la Industria L6ctea superan los Valores M6ximos Admisibles, luego de haber aplicado los Microorganismos Eficientes, el resultado cambi6 con respecto a la Demanda Qu6mica de Ox6geno, se observa que el resultado m6s favorable corresponde al Tratamiento 2 a los 30 d6as con un promedio igual a 884 mg/l, el an6lisis de los aceites y grasas, se observa que el resultado m6s favorable corresponde al Tratamiento 2 a los 30 d6as con un promedio igual a 83 mg/l; en los S6lidos Totales en Suspensi6n, se observa que el resultado m6s favorable corresponde al Tratamiento 2 a los 30 d6as con un promedio igual a 488 mg/l; la temperatura en los tratamientos vario entre 16 a 21°C; el pH se observa que el resultado m6s favorable corresponde al Tratamiento 2 a los 30 d6as con un promedio igual a 6.74.

2.1.3. A NIVEL INTERNACIONAL

La investigación que tiene como título, "Evaluación del Efecto de los Microorganismos Eficientes sobre la Calidad de un Agua Residual Doméstica" tenía como objetivo controlar parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, (11) al aplicar diferentes dosis de EM, sobre Aguas Residuales Domésticas (ARD) y documentar su efecto sobre la calidad del agua. Así mismo, se buscó determinar si existía un efecto significativo sobre los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos evaluados al aplicar Microorganismos Eficientes a dos diferentes profundidades. Para ello realizó el seguimiento en el tiempo de estudio de los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos del agua residual doméstica tratada con Microorganismos Eficientes.

Se obtuvo como resultados, en parámetros Microbiológicos, no se observaron diferencias significativas en los tratamientos con relación al control, en el recuento de coliformes fecales y totales, a los 10 y 30 días del estudio, no se mostraron cambios, mientras a los 45 días, hubo un descenso poblacional debido a que disminuyó la concentración de Oxígeno Disuelto.

En cuanto a los parámetros fisicoquímicos, estos tuvieron un comportamiento distinto, ya que es uno de los parámetros con mayor influencia sobre los demás este fue el pH ya que se mantuvo constante teniendo un rango de variación de 7,6 a 6,9 en todos los tratamientos, hasta el final del estudio (45 días) estos valores se mantuvieron sin cambiar significativamente.

Con respecto a la Demanda Bioquímica de Oxígeno, tiene relación directa, ya que cuando se adicionó el EM esta aumenta, caso contrario a lo que ocurre con los controles que disminuyen. Pero la relación que tiene la Demanda Química de Oxígeno (DQO) es distinta, ya que en todos los casos a partir del día 30 esta tiende a disminuir, observándose que para el control la concentración de DQO es mucho menor que en los otros casos. El oxígeno disuelto, tubo concentraciones de 1,6 – 2,0 mg/L al inicio del estudio, y durante el proceso de tratamiento este valor fue variando dependiendo de las concentraciones del contaminante en el agua residual.

Esta investigación tuvo como conclusión, que no se observaron diferencias significativas en las concentraciones de ninguno de parámetros en el tiempo de estudio, entre el control y los tratamientos. Por lo cual no existió un efecto de la profundidad de la aplicación de EM, bajo las condiciones del estudio; a excepción de la disminución significativa de coliformes fecales (a los 10 días), así como recuentos

significativamente mayores en levaduras y mayor DBO5 (a los 30 y 45 días) de los tratamientos con respecto a los controles.

Para el conjunto de los parámetros analizados, fue posible observar que en general, en el comportamiento de los datos influyó más el tiempo, que los tratamientos, debido a que entre las variables días y tratamiento existió independencia.

La investigación, de nombre “Efecto de los Microorganismos Eficaces (EM) en las Aguas Residuales en la Granja Porcina de Zamorano, Honduras” (12) tiene como objetivo evaluar el efecto de los microorganismos eficientes (EM Agua) comercial y los EM producidos en la granja, en el tratamiento de las aguas residuales de la granja porcina de Zamorano teniendo como parámetros principales la Demanda Biológica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO) y los Sólidos Totales (ST), resultados obtenidos a los 60 días de control y seguimiento.

Se obtuvo como resultados que se produjo una considerable reducción de la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) cuando se adiciona los Microorganismos Eficaces (EM Agua) comercial en un 98 %, y cuando se aplicó los EM producidos en la Granja Porcina la reducción fue de 96 %, y un 77% en los controles; con respecto a la Demanda Química de Oxígeno (DQO) se obtuvo una mayor reducción al aplicar los EM Agua Comercial en un 97 %, mientras los EM producidos en la granja tuvieron un efecto de 96 %, y un 86 % en los controles, y las diferencias encontradas en los Sólidos Totales (ST) reportando 92 % al usar EM producido en la granja, 91 % cuando se aplicó EM Agua comercial, y 78 % en los controles. Según el análisis de tasa marginal nos presenta que vale la pena invertir en los EM Agua Comercial.

Por otro lado, la tesis de nombre “Purificación de Agua por medio de Microorganismos Eficientes y Filtración” (13) el que tiene como objetivo general potabilizar Aguas Servidas y empozadas en la finca el Bosque, mediante la utilización de Microorganismos Eficientes (EM Agua) y luego hacer la filtración, con el fin de demostrar bajos costos, mayor rendimiento y mejor calidad de la misma. Además de ello tiene como objetivos específicos, de monitorear en forma periódica en la finca El Bosque, el avance de la potabilización del agua utilizando Microorganismos Eficaces (EM Agua) comparado con el sistema tradicional de filtración, Controlar en forma regular el PH, del agua sometida a tratamiento con microorganismos eficientes y con el método de filtración, y así verificar el avance del proceso de potabilización de las aguas servidas y empozadas, y analizar, la transparencia del agua sometida al uso de ambos sistemas mediante un muestreo que permita comparar una muestra de agua

inicial con otra que es sometida al proceso de potabilización, a través de Microorganismos Eficientes y filtración.

Se tuvo como resultados el cumplimiento del objetivo general, el cual era básicamente potabilizar el agua descompuesta, después del tratamiento con microorganismos eficientes y el método de filtración fue que el agua cambió por completo su aspecto físico y químico, quedando apta para el consumo de los animales y el riego de los cultivos.

Por otra parte, los objetivos específicos también se cumplieron tales como el primero que se trataba de monitorear en forma periódica el avance del proceso de purificación del agua. Este monitoreo se llevó a cabo en una bitácora la cual se usó para anotar observaciones y mediciones semanalmente durante los ocho ciclos que tuvo el proyecto.

De igual forma, el siguiente objetivo se logró, puesto que el pH fue medido durante cada ciclo y se registró en la bitácora notándose que las variaciones de este parámetro para el control de disminución de 9 a 7, y en el caso de los tratamientos, estos valores aumentaban de 9 a 11, conforme pasaban los días.

Igualmente, el tercer objetivo específico se consiguió cumplir ya que se hizo la comparación de las muestras de agua, cuando se inició el análisis fue difícil ya que la muestra que estaba siendo tratada no mostraba cambios notables, pero después del cuarto ciclo esta comenzó a mostrar modificaciones sustanciales.

Asimismo, se pudo verificar la viabilidad de esta metodología que fue en cierta medida fácil de usar, ya que no se necesitó mayor destreza, ni estudio sobre el tema y cualquier persona lo puede implementar desde su finca hasta su casa.

Para finalizar, después de evaluar los costos, se llegó a la conclusión de que es un método que no necesita altos recursos económicos, puesto que con poco presupuesto se puede purificar unos 10 litros de agua y los filtros se pueden hacer con materiales reciclables, sólo es necesario algo de arena, carbón, recipientes y algunas telas de algodón que atrapen las impurezas.

El artículo de investigación de nombre “Uso de Microorganismos Eficientes para tratar Aguas Contaminadas” (14) tiene como objetivo reportar los resultados obtenidos derivados del uso del Versaklin¹ como vía para mejorar la calidad de las aguas que

¹ Versaklim: Producto desarrollado en Cuba, basado en la tecnología Microorganismos Eficintes (EM Agua) en el Instituto Carlos J. Finlay, ha sido aplicado en aguas naturales, aguas residuales, lagunas, zanjas y fuentes de abasto, donde principalmente se han detectado afectaciones de la calidad de las aguas terrestres con peligro para la salud humana.

fluyen por las zanjas del Municipio Güines, en Mayabeque (tanto física, química y microbiológica), obteniendo como resultados, que durante el tiempo de monitoreo, el pH se mantuvo constante con un valor promedio de 7.3, la temperatura osciló entre 25,5 °C y 28,2 °C, condición que beneficia el crecimiento de los microorganismos, se denota que, transcurrido un día de aplicado el producto, en la mayoría de los puntos la DBO5 disminuyó notablemente, en cuanto al Oxígeno Disuelto en tres puntos (4, 5 y 8), se presentaron concentraciones de OD inferiores a 2 mg/L, valores considerados bajos y fundamentados posiblemente por los aportes territoriales que se producen en las zonas colindantes a la zanja. Por otra parte, en el punto 2 no se presenció aumento del OD, alcanzando en todos los muestreos concentraciones de 1 mg/L; lo que posiblemente pueda contribuir a que la Demanda Química de Oxígeno presentará valores hasta de 63 mg/L. los coliformes fecales, después de incorporado el producto, disminuyeron en nueve de los 10 puntos de muestreo con excepción del 9 por haber sido aplicado 2 km antes del punto de monitoreo), desde 1×10^6 NMP/100 mL hasta 2 NMP/100 mL durante el periodo evaluado.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. AGUAS RESIDUALES

Las Aguas residuales son las aguas que son usadas de forma industrial o doméstica, que luego se introducen a las cloacas y son transportados por los sistemas de alcantarillado (15), bien sea a una planta de tratamiento o es vertido directamente a cuerpos de agua, como ríos, lagos o al mar.

El agua residual (AR), es aquella que luego de su uso, ha sufrido alteración en sus características físicas, químicas o biológicas por la introducción de contaminantes como residuos sólidos, biológicos, químicos, municipales, industriales, agrícolas etc., esto afecta directamente a los ecosistemas acuáticos y su entorno (16); (17). Las AR son líquidos de composición variada que pueden clasificarse según su origen en aguas residuales domésticas (ARD), industriales, de infiltración y pluviales. Las dos primeras son las más relacionadas con la contaminación del agua, (18) y las que comúnmente se pueden encontrar en Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales.

Agua residual doméstica

Son los líquidos provienes de las viviendas, edificios, centros comerciales, centros de salud de atención primaria, e institucionales. (15)

Las Aguas Residuales Domésticas (ARD) son aquellas provenientes de las actividades cotidianas como lavado de ropa, baño, preparación de alimentos, limpieza, etc., por lo cual son principalmente una combinación de heces fecales humanas y animales, orina, material orgánico, aceites y grasas y agua gris (19). Estas, presentan un alto contenido de materia orgánica, compuestos químicos domésticos como detergentes, compuestos clorados como desinfectantes, y microorganismos patógenos y no patógenos. Las ARD se clasifican de acuerdo a su composición, la cual varía según los hábitos de la población que las genera (20). En ese caso, se puede incluir en esta clasificación las aguas residuales industriales, ya que en la zona donde se trabajó esta tesis, hay presencia de múltiples industrias del sector lácteo ya que estos líquidos en su composición no tienen sustancias en cantidades considerables de químicos que se puede encontrar en otras industrias. (19).

En lo que se refiere a la composición química de las ARD estas pueden contener varios tipos de proteínas (albúminas, globulinas y enzimas naturales o industriales como detergentes, etc.) que son producidas por la actividad microbiana del uso doméstico de químicos o productos biodegradables, también encontramos carbohidratos como glucosa, sacarosa, almidón y celulosa (21); grasas y aceites de

origen natural, industrial o del uso en mantenimiento de vehículos (hidrocarburos), alimentos o material orgánico que es degradado por microorganismos en los compuestos mencionados, así como sales inorgánicas y otros compuestos inertes (18).

2.2.2. PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

La Planta de Tratamiento de Aguas Residuales de la Provincia de Concepción, que tiene como tecnología, el uso de lodos activados, llega a retener un promedio de 110 L/s, al día, con una Demanda Bioquímica de Oxígeno de 550 mg/L.

a. Contaminantes físicos y químicos

- **Aceites y Grasas**

Son compuestos orgánicos, que provienen de fuentes naturales, animales o de derivados de hidrocarburos, S. Castro (22), indica que el efecto en los sistemas de tratamiento y aguas naturales va en que impiden el intercambio de gases, como es el oxígeno y el CO₂, con la atmosfera, además que si no es tratado en los procesos primarios o iniciales de una Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) esta puede provocar espumas y natas que impiden el tratamiento correcto de las ARD, además que impiden el ingreso de luz solar, haciendo que procesos importantes como el de la fotosíntesis, o la actividad de microorganismos aerobios y anaerobios se vean afectados.

- **Demanda bioquímica de oxígeno (DBO)**

Es la cantidad de Oxígeno disponible que requieren los microorganismos para oxidar la materia orgánica biodegradable a condiciones anaerobias y aerobias. La DBO es un parámetro indicador de la calidad, en aguas superficiales y residuales, además de ello nos permite determinar la cantidad de oxígeno requerido para estabilizar biológicamente la materia orgánica del agua, y así diseñar unidades de tratamiento biológico.(15)

- **Demanda química de oxígeno (DQO)**

Es la cantidad de oxígeno que es consumido por las sustancias orgánicas o inorgánicas contaminantes, que están en el agua por cierto tiempo.

Según Metcalf y Eddy (18) , la determinación de la DQO se emplea para medir el contenido de materia orgánica tanto de aguas naturales como de residuales. En el ensayo, se emplea un agente químico fuertemente oxidante en medio ácido para la determinación del equivalente de oxígeno de la materia orgánica que puede oxidarse.

La DBO es un parámetro indicador de la concentración de materia orgánica en aguas residuales industriales o municipales, que es considerado como tóxicas a la vida biológica.

- **Potencial de hidrógeno (pH)**

Cuando se vierte agua residual con un pH diferente al cuerpo receptor este puede tener un efecto positivo o negativo en la concentración ya que son difíciles de manipular cuando se hace tratamiento biológico, además que alteran la biota de las fuentes receptoras y eventualmente son fatales para los microorganismos. Aguas con pH menor de 6, favorecen el crecimiento de hongos y la reproducción de las bacterias durante el tratamiento biológico (15).

- **Sólidos totales en suspensión**

Este parámetro afecta directamente la cantidad de lodo que se deposita o trata en los sistemas de disposición o tratamiento, estos sólidos pueden dar lugar al desarrollo de depósitos de fango y condiciones anaerobias cuando se vierte agua residual sin tratar al entorno acuático (15).

- **Metales totales**

En altas concentraciones, son todos tóxicos, aunque algunos de ellos, como el cobre, zinc y molibdeno son elementos esenciales para el metabolismo de organismos vivos. El mercurio, cadmio y plomo son por lo general tóxicos, por ser elementos que tienen las características de bioacumularse y biomagnificarse a través de la cadena alimenticia. (23).

Algunas plantas industriales, pueden contener líquido con concentraciones apreciables de metales pesados, por ello antes de ser desechados son tratados disminuyendo así la concentración de estos elementos, luego son enviados al alcantarillado para su posterior tratamiento con las aguas residuales municipales. (15).

b. Contaminantes microbiológicos

- **Coliformes fecales o termotolerantes**

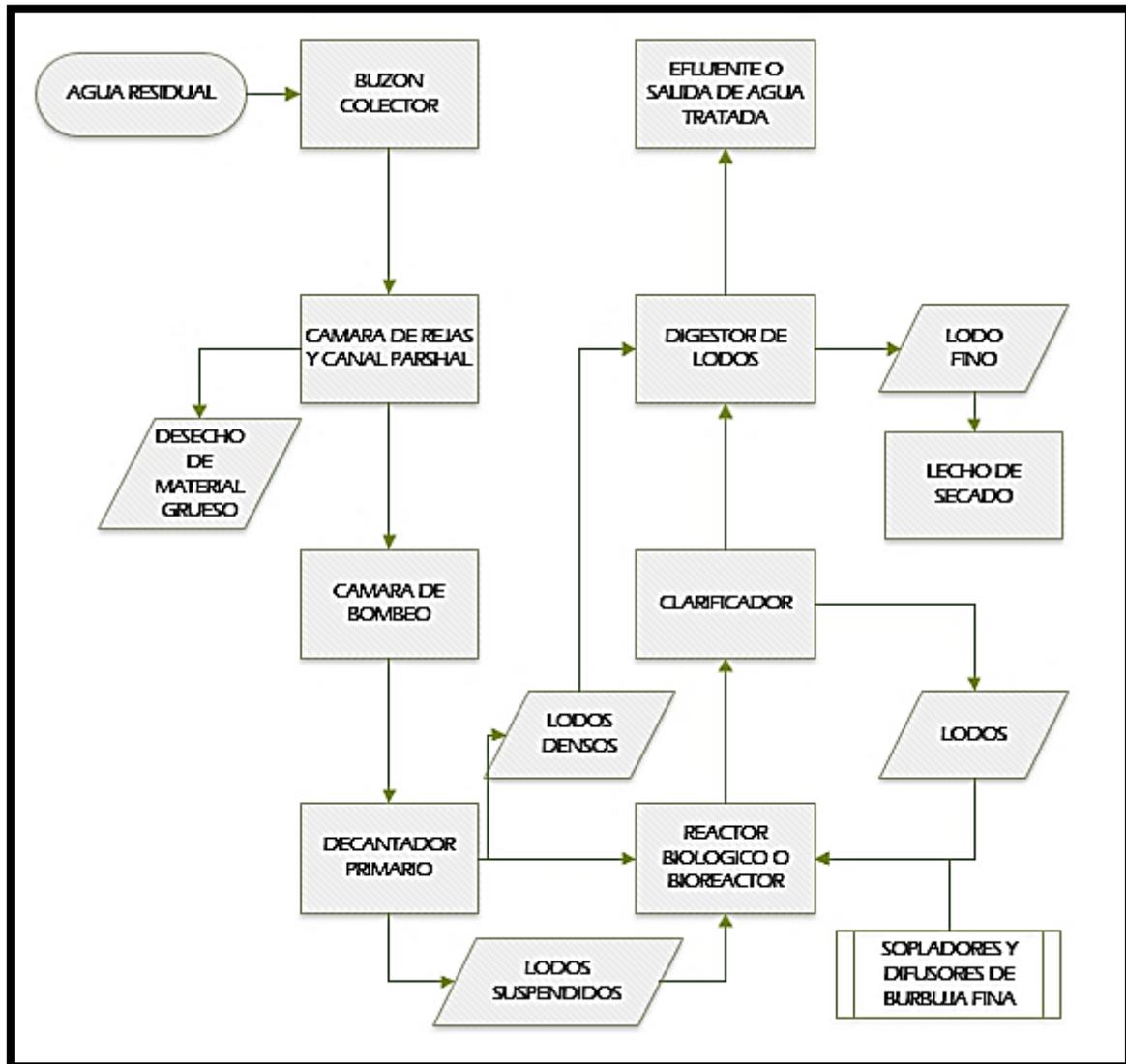
Los organismos patógenos, que se pueden encontrar en aguas residuales, son generalmente, escasas y difíciles de aislar e identificar. Por ello se considera a los coliformes como organismos indicadores de contaminación, o que su presencia podría ocasionar enfermedades.

Su presencia en los ríos es muy peligrosa ya que pueden transmitir enfermedades y epidemias, contagiosas por medio de organismos patógenos presentes en el agua residual (24).

c. Tratamiento de Aguas Residuales en Planta - Etapas

- Tipos y Etapas de Tratamiento.

Figura 2: Diagrama de flujo de los procesos y etapas de Tratamiento en la PTAR – Concepción.



Fuente: Propia.

- **Buzón colector**

Es un tanque donde llegan todas las aguas residuales de la Provincia de Concepción con una Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) de 550 mg/L y un caudal aproximado pero variable de 110 L/s.

- **Cámara de rejas y Canal Parshal.**

El agua residual que ingresa a este proceso, es separada de todo material grueso presente a través de rejas, este material separado, es seleccionado para luego confinarlo en el relleno sanitario, el canal Parshal² es una estructura que mide el caudal que ingresa a la Planta.

- **Cámara de bombeo.**

El agua residual libre de material grueso, es almacenada en una poza que luego es bombeado al decantador primario.

- **Decantador primario.**

En este tanque de 950 m³, se separa por medio de un decantador primario, los lodos más densos de los lodos suspendidos, los lodos densos son llevados al digestor de lodos, y los lodos suspendidos se pasan al bioreactor para su tratamiento.

- **Reactor biológico o bioreactor.**

En este tanque de 3520 m³, se oxigenan las aguas residuales mediante sopladores y difusores de burbuja fina, para activar los microorganismos presentes y digerir la materia orgánica no deseable, el tratamiento en este pozo dura 6 horas y luego pasa a un clarificador para separar lodos de agua tratada.

² Canal Parshal: Estructura hidráulica que sirve para la medición de caudal.

Figura 3: Ingreso de aguas residuales al Bioreactor.



Fuente: Propia

- **Clarificador**

En este tanque con capacidad de 1350 m³, se separan los lodos digeridos o flóculos por decantación controlada de las aguas limpias tratadas en el bioreactor, la recuperación de los lodos se hace a través de un barrelosos³ y la de agua limpia, se realiza por vertederos perimetrales, buena parte de los lodos son retornados al bioreactor.

- **Digestor de Lodos**

En este tanque de 580 m³, los lodos crudos del decantador primario pasan al siguiente proceso para culminar su digestión, a este tanque tipo Bioreactor, se incorpora a los lodos oxígeno a través de un soplador, para finalmente reducirlo a un lodo fino tratado que luego es llevado a los lechos de secado.

- **Lecho de secado**

Actualmente hay 25 lechos de secado con capacidad de 46 m³, cada una, es ahí donde se almacenan los lodos tratados y reducidos a materia orgánica, para luego ser secado por medio de evaporación, y filtración residual, los lodos secos podrían ser aprovechados para agricultura y jardinería urbana.

³ Barrelosos: Equipo utilizado para separar y concentrar lodos y natas en procesos de separación Solido – Liquido que tienen lugar en diversas plantas de tratamiento que usan esta tecnología.

- **Efluente o salida de Agua Tratada**

Este vendría a ser la finalización del proceso de tratamiento donde el agua tratada es vertida por medio de un canal al río Mantaro, como datos de experimentación se tiene que el DBO final promedia en 15 mg/L, muy por debajo de lo establecido en la Norma Sanitaria y Ambiental.

d. Parámetros de Análisis del Agua Residual

La observación de los cambios producto de la aplicación del EM Agua serán determinados por los resultados luego del análisis de los parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y de campo de los que se determinará la aceptabilidad de esta tecnología para su uso en aguas residuales (25), (16). Como parámetro adicional se está considerando metales totales, con este parámetro se podrá observar si hay presencia de metales pesados en el agua.

Se tomó como referencia para el análisis de parámetros en laboratorio el Decreto Supremo N° 003 – 2010 – MINAM, el que especifica los Límites Máximos Permisibles para los Efluentes de Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales Domésticas o Municipales.

Tabla 1: Parámetros Fisicoquímicos y Microbiológicos del D.S. N°003 – 2010 – MINAM.

| PARÁMETRO | UNIDAD |
|-------------------------------|---------------|
| Aceites y Grasas | mg/L |
| Coliformes Termotolerantes | NMP/100mL |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | mg/L |
| Demanda Química de Oxígeno | mg/L |
| pH | Unidad |
| Sólidos Totales en Suspensión | mg/L |
| Temperatura | °C |

Fuente: Diario el Peruano (6).

- **Parámetros Microbiológicos**

- Los parámetros a cuantificar serán:
- Aceites y grasas.
- Demanda bioquímica de oxígeno Parámetros Físicoquímicos.
- Demanda química de oxígeno.
- Sólidos totales en suspensión.
- Metales totales.

- **Parámetros Microbiológicos**

Para este caso se trabajará con los coliformes termotolerantes.

- **Parámetros de campo**

Para esta investigación se considera como parámetros de campo, los siguientes:

Temperatura

El efecto que tiene este parámetro en las características del agua residual, en las operaciones y procesos de tratamiento es notorio cuando se tiene incremento o disminución. La temperatura afecta y altera la vida acuática, modifica la concentración de oxígeno disuelto y la velocidad de las reacciones químicas y la actividad bacterial. La tasa de sedimentación de sólidos en aguas cálidas es mayor que en aguas frías. Además, los tiempos de retención para tratamiento biológico disminuyen a mayor temperatura. La temperatura óptima para la actividad bacterial es de 25°C a 35°C. Cuando la Temperatura es menor que 15°C la digestión es muy lenta, y a temperaturas de 5°C la bacteria se inactiva. (15).

pH

El pH es un valor que indica la acidez o alcalinidad de un cuerpo de agua, esta puede variar de acuerdo a la composición que tenga. Para los microorganismos y el tratamiento biológico el pH óptimo para que puedan desarrollarse es de 6,5 a 8,5. Este también es un limitante ya que si el agua tiene un pH ácido la mayoría de bacterias no trabajarían a un buen ritmo y muchas de ellas disminuirían su población, caso contrario es que si el pH es menor a 6 favorecen el crecimiento de hongos sobre las bacterias.(15).

Oxígeno disuelto

Es el oxígeno soluble en el agua, requerido para la vida aeróbica acuática. La solubilidad del oxígeno atmosférico en aguas dulces oscila entre 7 mg/L a 35°C y 14,6 mg/L a 0°C a una presión de 1 atmósfera. La baja disponibilidad de oxígeno disuelto limita la capacidad autorreguladora de los cuerpos de agua y hace necesario el tratamiento de las aguas residuales para su disposición en ríos y lagos. La concentración de saturación de OD está en función de la temperatura, de la presión atmosférica y la salinidad del agua.(15)

En general todo proceso aerobio requiere de una concentración de OD mayor de 0,5 mg/L. El suministro de oxígeno y las concentraciones de OD en tratamientos biológicos aerobios y aguas receptoras de aguas residuales son aspectos de mayor importancia en el diseño, operación y evaluación de plantas de tratamiento de aguas residuales. La cantidad de oxígeno que se transfiere al agua residual, en un tanque de aireación de un proceso de lodos activados, debe de ser suficiente para satisfacer la demanda de la masa microbial existente en el sistema de tratamiento y para mantener OD generalmente de 2 mg/L.(15)

2.2.3. MICROORGANISMOS EFICACES

La terminología “Microorganismos Eficaces” o en inglés efficient microorganisms (EM) hace referencia a la mezcla de microorganismos benéficos con características específicas, estos son usados eficientemente como inoculantes microbianos, (26). Los EM son una tecnología desarrollada por el Doctor Teruo Higa en la década de los ochenta en Okinawa, Japón, este tipo de biotecnología, fue usada en múltiples áreas de la ciencia agrícola, veterinaria, medio ambiente, específicamente en la remediación ambiental y tratamiento de agua, entre otros, (27) encontrándose en la actualidad ampliamente distribuida en muchos países donde se verifica y prueba la eficiencia de este producto en diferentes tipos de clima y altura, como lo es en el Perú.

Estos microorganismos que no son modificados genéticamente, tienen diferente tipo de metabolismo, que al encontrarse unidos presentan relaciones sinérgicas, de cooperación y comensalismo (26). De acuerdo a investigaciones realizadas con otros microorganismos, que fueron aislados y luego unidos para ver la interacción y eficiencia, demostraron que al unir las bacterias fotosintéticas, ácido lácticas y levaduras, se potencializa las actividades de degradación, esto debido a que estos microorganismos tienen características metabólicas de beneficio mutuo (28).

Los microorganismos del EM Agua, poseen características útiles en procesos de biorremediación, y tratamiento de agua residual, entre las que se encuentran la fermentación de materia orgánica sin la liberación de malos olores que son provocados por el sulfuro de hidrógeno, y su capacidad de convertir los desechos tóxicos en sustancias no tóxicas (29), propiedades como la liberación de iones que favorecen la disminución de la toxicidad de sustancias peligrosas, quelación de metales pesados, producción de enzimas como la lignina peroxidasa, entre otras (30), todas estas en cuerpos de agua.

2.2.4. COMPOSICIÓN MICROBIANA DEL EM

A. Bacterias fotosintéticas

Como parte del grupo formador de organismos fotosintéticos que se encuentran en los EM Agua se encuentra *Rhodospseudomonas* spp. Estas bacterias fueron aisladas de medios como lagunas contaminadas con desechos, sedimentos costeros y otros, para observar la capacidad que tienen estos microorganismos de procesar y analizar algunos componentes de su entorno, observándose que detectan fluctuaciones en los niveles de carbono, nitrógeno, oxígeno y luz, con ello desarrollan la capacidad de adaptación en su medio y metabolismo, siendo estas fotoautótrofa, fotoheterótrofa, quimioheterótrofa y quimioautótrofa.

Están catalogadas dentro de las bacterias púrpura no del azufre, el que se clasifica en sub grupos con filogenia y morfología variada, teniendo como capacidad, adaptarse a condiciones con altas concentraciones de azufre (31). Estos microorganismos tienen la capacidad de incrementar su población usando sustancias bioactivas como hormonas, azúcares y vitaminas, que son producidas independientemente, y que además son usadas por otros microorganismos heterótrofos como parte de su metabolismo (32). Además de ello *Rhodospseudomonas* spp tiene la capacidad de recolectar luz y de reacción fotosintética, al igual que organismos fotosintéticos como las cianobacterias, capaces de la producción de oxígeno dentro del agua.

Este tipo de organismos tiene un metabolismo muy variado y versátil, ya que puede degradar compuestos carbonados, aromáticos, etc, como parte de este proceso, están involucrados los derivados del petróleo como los bencenos, y la lignina. Al ser una bacteria fotosintética esta puede usar el CO₂ degradando y generando material de uso celular, además produce H₂ gaseoso, y la generación de amonio como parte de la degradación del N₂. Como parte de su crecimiento en la obtención de nutrientes como el oxígeno este se incrementa en ausencia como en presencia del mismo (33).

En ausencia de oxígeno, prefiere obtener toda su energía de la luz por medio de la fotosíntesis, crece y aumenta su biomasa absorbiendo CO₂, pero también puede crecer degradando compuestos carbonados tóxicos y no tóxicos (33). Con este tipo de características, el trabajo de estas bacterias es más eficiente, ya que tienen la capacidad de adaptarse a medios complicados.

Dentro de los nutrientes que necesitan estas bacterias encontramos el nitrógeno que se puede encontrar en algunos aminoácidos, cepas de nitrato, en el amonio; el azufre es encontrado en los compuestos sulfatados, y los sustratos orgánicos que se encuentran en azúcares y lípidos de composición simple y compleja. La temperatura óptima para el crecimiento de esta bacteria fluctúa entre los 30 a 37°C y con un pH variable de 5.5 a 8.5 (31).

En investigaciones para conocer la actividad metabólica con otros organismos estas bacterias fueron cultivadas de forma mixta y pura dando como resultado la cooperación con ciertos grupos bacterianos (34).

En los procesos de remoción de sulfatos, nitratos, sulfuro de hidrógeno, sulfitos halógenos, nitratos e hidrocarburos, participan coenzimas y enzimas como las proteasas, hidrolasas, amilasas, ubiquinonas y coenzima Q10 que son liberadas durante la actividad metabólica que tienen las bacterias fotosintéticas, de acuerdo a las condiciones ambientales y a su necesidad, teniendo como efecto la reducción o aumento de la demanda bioquímica de oxígeno (35).

Tomando como referencia los estudios realizados por Honda, R., Fukishi, K. y Yamamoto, K. (36), quienes mencionan que las condiciones de crecimiento para bacterias fototróficas como *Rhodospseudomonas* spp, son adaptables a condiciones aerobias y anaerobias, y para tratamiento de aguas residuales este ambiente es óptimo para su desarrollo.

B. Bacterias ácido lácticas

Dentro de los microorganismos que conforman el cultivo de EM Agua están las bacterias ácido lácticas, *Lactobacillus* spp. Estos tienen la capacidad en su metabolismo de producir ácido láctico a partir de azúcares y otros carbohidratos generados por bacterias fotosintéticas y levaduras. El ácido láctico producido tiene la capacidad de suprimir la actividad de organismos patógenos que se encuentran en el medio acuoso (37), y como parte de este proceso se evita efectos negativos que se puedan producir a causa de la materia orgánica realizando su descomposición además de otros compuestos como la lignina o la celulosa (38).

La forma en cómo actúan las bacterias ácido lácticas en el tratamiento de las aguas contaminadas, se debe a que teniendo en cuenta sus características, se evidenció que se produce la disminución del pH, esto genera una inhibición de patógenos (39). Sin embargo, los efectos antimicrobianos no solo es causado por la presencia de ácido láctico en el medio, estudios realizados por Kelly W. J., Davey G. P., y Ward I. J. H. (40) demostraron que se hay presencia de compuestos de bajo peso molecular y péptidos que incrementan este tipo de acciones.

De acuerdo a trabajos realizados con este organismo en laboratorio, se entiende que tiene ciertos requerimientos para su crecimiento y rendimiento metabólico, ya que es lento y depende mucho de la temperatura (41), este tiene ciertos requerimientos para su crecimiento, como el tener un ambiente a 37°C por tres días o estar a 30°C por 5 días en una incubadora controlada, en cuanto a CO₂ se estima que al tener un 5% el desarrollo es óptimo.

C. Levaduras

El tercer grupo de microorganismos está formado por levaduras, siendo estas: *Saccharomyces* spp y Actinomicetos. Estas emplean en su metabolismo fuentes como la glucosa y la sacarosa, aunque también pueden degradar fructuosa, galactosa, maltosa y suero hidrolizado, ya que *Saccharomyces* no puede asimilar lactosa. Estas levaduras asimilan sus nutrientes como el nitrógeno, cuando en el medio en el que se encuentran están en su forma de sales de amonio, urea o amoniaco, o mezclas de aminoácidos; además que tienen como una fuente de carbono al etanol. Los nutrientes que no son asimilables son los nitratos y nitritos (42).

Se considera como macroelementos indispensables para el crecimiento de estos organismos al magnesio y al ácido fosfórico encontrando al primero en el sulfato de

magnesio. Finalmente son considerados como elementos menores al Ca^{2+} , Fe^{2+} , Cu^{2+} y Zn^{2+} .

La biotina es una de las vitaminas que es necesaria por estas dos cepas (42). Este organismo es capaz de producir

Las bacterias ácido lácticas usan sustancias producidas por otros microorganismos como los fotosintéticos que a partir de aminoácidos y azúcares producen sintetizantes antimicrobianos, además del uso de enzimas y hormonas que causan la generación de sustancias bioactivas (43). Como parte de su metabolismo las levaduras, en su proceso de fermentación, (44) al degradar los carbohidratos presentes en el agua residual producen, relativamente altas concentraciones, de etanol y otros compuestos que funcionan como sustancias antagónicas para microorganismos patógenos. (38).

Para el presente estudio se debe tener en cuenta que al usar ARD para hacer la parte experimental, se considera que esta es una fuente de compuestos vitamínicos, que a condiciones aeróbicas o anaeróbicas los consumos de estos nutrientes tuvieron como efecto la variación en cada unidad de trabajo.

En cuanto al requerimiento de O_2 , *S. cereviceae*, es un organismo que puede realizar su metabolismo fermentativo en condiciones bajas o altas de oxígeno, por lo tanto tiene un rango amplio para un trabajo óptimo, notándose que cuanto menos sea el oxígeno este tendrá un rango de rendimiento menor, ya que influye en su crecimiento y reproducción (45).

La temperatura es un factor que influye directamente en el rendimiento de estos organismos ya que al haber temperaturas altas, provoca el posible aumento de energía que ocasiona la disminución en de ciertas actividades principales, se estima que la temperatura óptima de desarrollo es de $28.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ (45).

Existen ciertas sustancias que provocan la inhibición de algunos grupos de levaduras como la presencia de metales pesados, como el plomo, mercurio, cadmio, etc. Además de la presencia de herbicidas, pesticidas, fungicidas que pueden estar presentes en el medio acuoso (43).

Cierto grupo de levaduras, tienen la capacidad de realizar, biolixiviación, este mecanismo de solubilización, permite extraer metales de minerales o sedimentos acuáticos, que tengan como condiciones estar en medio acuoso, con pH en un rango de 2,5 a 5,5, esta acción se puede desarrollar en condiciones anaerobias y aerobias; los principales metales recuperados son el cobre, níquel, zinc, manganeso, hierro, plomo y cadmio.

2.2.5. MICROORGANISMOS EFICACES EN EL TRATAMIENTO DE AGUA RESIDUAL

Para el tratamiento de agua residual se debe observar la relación entre la capacidad de metabolismo con la materia orgánica por microorganismos nativos y el volumen de contaminación. El trabajo cooperativo de los tres grupos de microorganismos presentes en el EM Agua permiten mayor eficiencia en el tratamiento (46). Teniendo los siguientes beneficios:

- Sintetiza la materia orgánica, reduciendo valores de DBO, DQO, turbidez, sólidos suspendidos, equilibra el pH y el oxígeno disuelto.
- Degrada aceites y grasas.
- Reduce los malos olores, lodos sedimentados.
- Elimina o reduce la concentración de microorganismos patógenos.

Etapas en la aplicación del EM Agua

- a. Aplicación de choque:** Esta viene a ser la primera aplicación y contacto directo del EM Agua con el medio acuático; donde los microorganismos se adaptan al nuevo ambiente que tiene las características típicas de aguas residuales, donde las condiciones fisicoquímicas y microbiológicas influyen mucho en el manejo y tratamiento del EM Agua. (46)
- b. Aplicación de mantenimiento:** Conocida también como aplicación de optimización, se recomienda hacer esta segunda aplicación pasado los 13 a 15 días de iniciado el tratamiento, durante esta fase se establecerá a los microorganismos para una buena depuración, cubriendo así el 100% de población asentada en las unidades de la planta depuradora, el volumen de microorganismos activados a utilizar dependerá del volumen (m^3) de agua a tratar. (46)

2.2.6. CRITERIOS BÁSICOS DE DISEÑO

El tratamiento de aguas residuales, es una necesidad básica para el desarrollo de una población, debido a ello las tecnologías actuales nos muestran conocimientos de ingeniería que implican más que construcción es el diseño, ya que es la capacidad de optimizar los procesos de tratamiento.

Uno de los criterios más relevantes a tener en cuenta cuando se trabajan con microorganismos, es la aireación, este es el proceso mediante el cual se proporciona oxígeno a la mezcla de agua residual y organismos aerobios y anaerobios, como parte de las funciones principales están, la transferencia de oxígeno disuelto, remoción de dióxido de carbono, H₂S, hierro, manganeso, metano, cloro, amoníaco, y compuestos volátiles (18).

Los procesos de tratamiento como los lodos activados, requieren de oxígeno disuelto de 0,2 a 2,0 mg/L, con el fin de asegurar y satisfacer el requerimiento de oxígeno de las bacterias inmersas en el tratamiento, para el caso de los EM Agua, no se encontró bibliografía que detalle el rango de exigencia de oxígeno (15).

2.2.7. FACTORES CLIMÁTICOS

a. Temperatura ambiental

Esta dependerá mucho de las condiciones climáticas de la zona, ya sea un día nublado o soleado, en zonas tropicales las temperaturas pueden variar de 22 °C a 40 °C , mientras en la sierra o zonas de altitud mayor a 3200 m.s.n.m. estas fluctúan en, menor a 0°C hasta los 25°C aproximadamente (47). En general y para los intervalos de temperatura normales en agua, se puede decir que la velocidad de degradación en una planta de tratamiento, aumenta con la temperatura, en especial en lo que concierne a la actividad de las bacterias. Estos fenómenos son retardados por las bajas temperaturas. Una caída de 10°C en la temperatura reducirá la actividad microbiológica aproximadamente 50%. (48)

b. Radiación Solar

Esta dependerá de la estación en la que se encuentre la zona de estudio, por lo general en épocas de invierno se presentan índices de radiación bajos, y durante verano esta se incrementa, tener en consideración que durante el invierno también se llegan a presenciar horas y días de intensa radiación.

La luz es fundamental para la actividad fotosintética, ésta depende no solo de la luz que alcanza la superficie del agua, sino de la que penetra en profundidad. Este fenómeno afecta a dos parámetros importantes el oxígeno disuelto y el pH, ocasionando que durante la noche se presenten valores mínimos al final de la noche, y aumento durante las horas de luz, hasta alcanzar valores máximos a medio día. (8).

c. Vientos

El viento tiene un efecto importante en el comportamiento de la evaporación del agua, y la mezcla vertical del aire atmosférico con el agua, haciendo que la DBO, oxígeno disuelto, bacterias y algas, tengan un mejor grado de estabilización en el agua residual al tratar. (15).

d. Evaporación

Está relacionada con la temperatura alcanzada en el agua, temperatura del ambiente y los vientos, cuanto mayor sean estos factores los índices de evaporación subirán, el efecto principal de la evaporación es la concentración de los sólidos que contiene el agua residual. (8).

e. Precipitaciones

Este factor es predominante en estación de invierno, ya que se intensifica, este tiene mucha relación con la polución en la zona de trabajo, investigaciones indican que las partículas de agua tienden a unirse con material particulado, precipitando y así contaminando los suelos y el agua. (49). El oxígeno disuelto suele disminuir después de precipitaciones moderadas, debido a la demanda adicional de oxígeno, provocado por los sólidos que se adhieren a las gotas de agua de lluvia. Otro efecto de la lluvia es una cierta oxigenación en la zona superficial de los contenedores, debido tanto al propio contenido en oxígeno de la lluvia como a la turbulencia que provoca con su caída. (48).

f. Polución

Este factor está relacionado a la dirección de los vientos, y las actividades desarrolladas cerca al área de trabajo, si bien es cierto estas partículas están formadas por minerales que contienen metales y otros compuestos que derivan de estos, su influencia en el agua se ve marcado en el grado de precipitación que tengan estas partículas, concluyendo que su influencia no es significativa para este caso, ya que no se evidencio presencia de actividades que conlleven a la polución en la zona. (15).

2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

Abreviaturas:

- AR: Agua Residual
- ARD: Aguas Residuales Domésticas

- DBO: Demanda Bioquímica de Oxígeno
- DQO: Demanda Química de Oxígeno
- D.S: Decreto Supremo
- EM Agua: Microorganismos Eficaces de Agua
- LMP: Límite Máximo Permisible
- UE: Unidades Experimentales
- MINAM: Ministerio del Ambiente
- OD: Oxígeno Disuelto
- pH: Potencial de Hidrógeno
- PTAR: Planta de Tratamiento de Aguas Residuales
- R.M: Resolución Ministerial

Términos Usados:

- a. **Cloacas:** Es aquel que esté compuesto por un sistema de recolección de aguas residuales, normalmente son ubicados en las ciudades como tuberías subterráneas (21).
- b. **Natas:** Finas capas de espuma superficial formados por procesos químicos o biológicos en los sistemas de tratamiento de aguas residuales (15).
- c. **Biota:** Conjunto de organismos biológicos, formados por bacterias, protozoos, algas, etc (50).
- d. **Fango:** Lodo formado por los sedimentos finos, presentes en el agua residual, durante procesos de tranquilidad o quietud de estas aguas (48).
- e. **Metabolismo:** Totalidad de las reacciones químicas que se producen en una célula, casi todas están catalizadas por una enzima (50).
- f. **Bioacumulación:** Aumento progresivo de la cantidad de una sustancia en un organismo, órgano o tejido, como consecuencia de que la velocidad de absorción es superior a la velocidad de eliminación (51).
- g. **Biomagnificación:** Incremento de la concentración de una sustancia en los organismos consumidores de niveles más elevados (51).

- h. **Epidemia:** Enfermedad cuya incidencia aumenta repentinamente, por encima del nivel normal, en una población determinada (24).
- i. **Tiempo de retención:** Tiempo promedio que demora las aguas residuales en el proceso de tratamiento (15).
- j. **Biotecnología:** Uso o aplicación de tecnología biológica para purificación y tratamiento de aguas, alimentos, medicina, etc. (24).
- k. **Relaciones sinergistas:** Es aquella relación nutricional donde los microorganismos, producen niveles de alimentos beneficios y recíprocos entre los mismos (50).
- l. **Comensalismo:** Tipo de simbiosis en la cual un individuo se beneficia de la asociación y el otro no es beneficiado ni perjudicado (50).
- m. **Gremio:** Grupo de microorganismos que cumplen una función dentro del sistema (50).
- n. **Biorremediación:** Utilización de procesos biológicos para eliminar o degradar contaminantes de ambientes específicos. La biorremediación puede llevarse a cabo modificando el ambiente para acelerar procesos biológicos, ya sea con o sin la adición de microorganismos específicos (51).
- o. **Quelación:** Proceso mediante el cual un elemento capta a otro por medios mecánicos de sujeción, para establecer un tipo de relación simbiótica, y mantener el sistema operando con eficacia (51).
- p. **Inhibición de patógenos:** proceso por el que la presencia de microorganismos u otros factores intervienen en el desarrollo normal de la activación y reproducción de patógenos (24).
- q. **Efecto antimicrobiano:** es el efecto producido por sustancias u otros factores, que demuestran la capacidad de reducir la presencia de microorganismos (24).
- r. **Incubación:** Proceso mediante el cual se cultivan microorganismos a condiciones controladas de temperatura, humedad y otras con el propósito de observar la formación de bacterias (28).
- s. **Sustancias bioactivas:** Compuestos que son utilizados para mejorar la actividad microbiana, mejorando las capacidades de degradación, síntesis y reproducción (50).
- t. **Fermentación:** Proceso productor de energía en el cual una molécula orgánica es oxidada (28).
- u. **Sustancias antagónicas:** es aquel compuesto que tiene como característica principal inhibir o destruir, la actividad microbiana en soluciones acuosas (50).

- v. **Biolixiviación:** Proceso de extracción de metales en minerales, usando técnicas y mecanismos microbianos de solubilización. Esta es usada en la industria minera y en biorremediación de ambientes contaminados por depósitos mineros (52).
- w. **Depuración:** Es un proceso que consiste en la eliminación de residuos como aceites, material flotante, compuestos amoniacales, microorganismos patógenos, etc (52).

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

3.1. MÉTODOS Y ALCANCE DE LA INVESTIGACIÓN

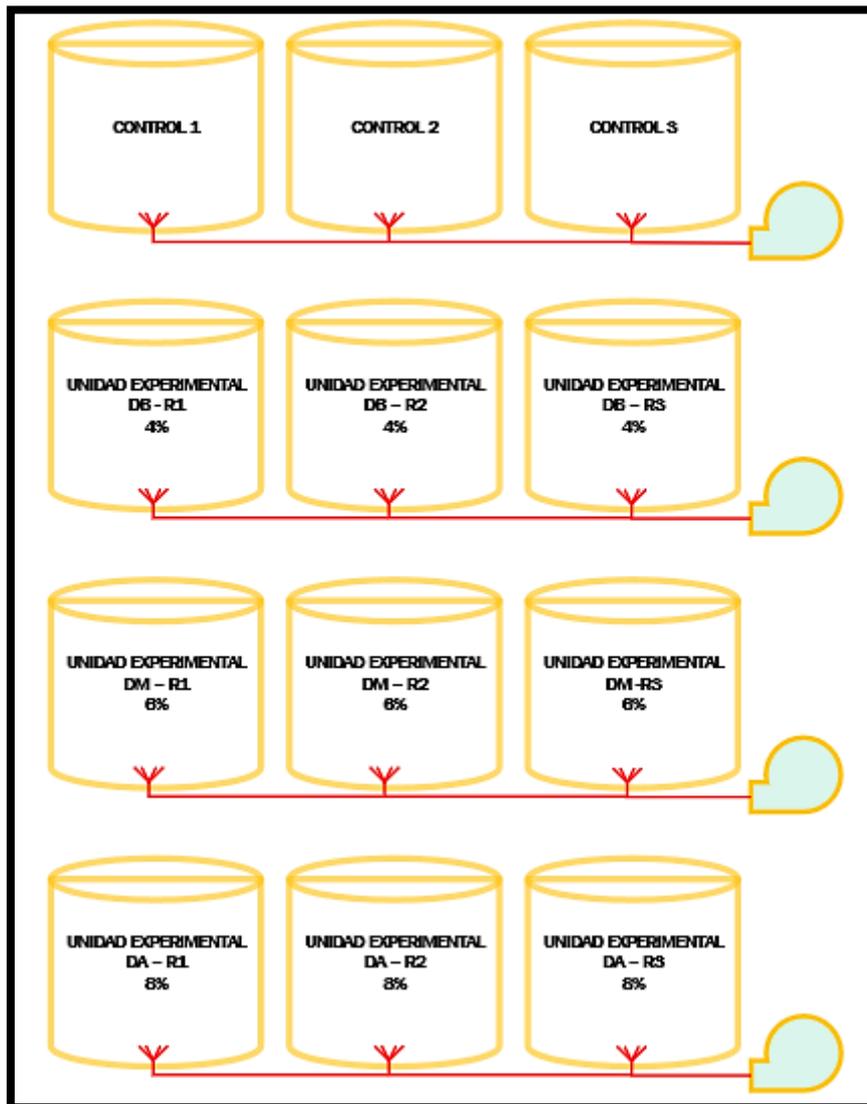
3.1.1. METODOLOGÍA GENERAL DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación se estructura según a lo mencionado por José Cegarra (53), ya que se plantearon hipótesis, acerca de lo que posiblemente sucedería, se realizó la experimentación para obtener resultados que luego fueron procesados, ya que se dio solución a un problema planteado, y se comprobó con los datos obtenidos. El método que tiene estos conceptos básicos y estructura, es el hipotético deductivo.

3.1.2. MÉTODO ESPECÍFICO

Para dar respuesta a los objetivos planteados, esta investigación tiene como método específico la investigación experimental (53), donde se observó el efecto de la aplicación de EM Agua, en el afluente del biorreactor, usando agua residual previamente tratada en el decantador primario; se usó para esta investigación 12 unidades experimentales, los que se dividieron en grupos de 3 como se muestra en la figura 1, el primer grupo unidades control, el segundo grupo, primera dosis al 4%, el tercer grupo, segunda dosis al 6%, y el cuarto grupo, tercera dosis al 8%, estas unidades experimentales fueron de material plástico, baldes de capacidad de 20 L.

Figura 4: Se muestra el prototipo de unidades experimentales y control



Fuente: Propia.

Sobre los análisis de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos, estas fueron enviadas y analizadas en el laboratorio de SGS del Perú S.A.C., en la ciudad de Lima, quienes al cabo de unos días enviaron el reporte completo del análisis de los mismos.

La experimentación se realizó a temperatura y condiciones, que se asemejaron al PTAR, es por ello que las unidades se ubicaron estratégicamente en los lechos de secado, libre de lodos, estructura hecha de cemento.

Antes de la experimentación se tuvo una línea base de los parámetros Físicoquímico y Microbiológico, la primera muestra fue tomada al ingreso de Aguas Residuales al biorreactor, código de estación: LB-I, luego que estas hayan pasado por el decantador primario, y la segunda muestra fue tomada a la salida de aguas tratadas de la PTAR,

Código de estación: LB-S, luego estas se enviaron a Lima, para su posterior análisis en los laboratorios de SGS del Perú S.A.C. Estos resultados sirvieron para comparar los parámetros luego de la experimentación y así analizar los resultados.

El proceso de implementación, ejecución, control y seguimiento, y obtención de resultados, duro 45 días aproximadamente, durante este tiempo, se hizo la implementación, previa coordinación con las autoridades y responsable de planta, luego la Activación e inoculación de EM Agua que duro aproximadamente 7 días para obtener EM Agua Activado para luego realizar la Aplicación de Choque según dosificación, luego de 14 días como indica el manual de uso de EM, (46) se hizo la Aplicación de Mantenimiento, durante este proceso se hizo el control los parámetros de campo cada 2 días, en 39 días y con permisos otorgados por el responsable de planta, los resultados de laboratorio fueron reportados a los 15 días después del envió de la muestra.

Cada unidad experimental tuvo un sistema de aireación que sirvió para que las bacterias aeróbicas y otras, obtengan oxígeno, para la degradación de Materia Orgánica; este sistema fue diseñado por el investigador de esta tesis, teniendo en consideración teoría previamente mencionada.

Luego de haber transcurrido el tiempo estimado se hizo la toma de muestra final la que fue enviada a analizar para luego de 15 días, fuese enviado el informe de laboratorio detallando el resultado final de los tratamientos.

3.1.3. TIPO DE INVESTIGACIÓN

Según José Cegarra (53), el tipo de investigación que está acorde a lo desarrollado en esta tesis es aplicada, ya que se basó en conocimientos y teorías de fundamentación científica, para la aplicación y observación, a corto plazo con resultados que podrían servir como base para la implementación y posterior uso en la planta.

3.1.4. NIVEL

Este fue Explicativo, ya que durante el tiempo que duró esta investigación se pudo observar una relación Causa – Efecto, entre la aplicación de EM Agua y su posterior resultado (53).

3.1.5. ALCANCE

Con este trabajo de investigación se pretende dejar en constancia el efecto de la aplicación de EM Agua, en parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, además como posible solución al problema de la contaminación de ríos y lagos producto del vertimiento de aguas residuales directamente.

Este trabajo como bien se mencionó, se realizó a nivel experimental, por ello los resultados y datos obtenidos en campo, podrían ser usados como referencia para su aplicación directa en otras plantas de tratamiento que tengan las condiciones ambientales, estructura y tecnología similar a la planta donde se desarrolló esta investigación.

3.2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

Para hacer el diseño de investigación se tomó como referencia lo mencionado por Jose Cegarra (53), por ello el tipo de investigación fue experimental, de un solo grupo con una prueba antes y después del experimento:

$$GE: O1 \rightarrow X2 \rightarrow O2$$

Donde:

GE = Muestra de Investigación

O1 y O2 = Pruebas antes y después del experimento

X2 = Aplicación del experimento en dos tiempos distintos.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. POBLACIÓN

Se considera como población de este estudio al volumen de agua que ingresa al biorreactor, el cual es 3,883 l/s, este volumen fue hallado mediante el método volumétrico, usando un balde de 20 litros y un cronometro, cabe mencionar que el flujo de agua no es constante en el tiempo, ya que depende del volumen de agua que ingresa a la PTAR.

3.3.2. MUESTRA

Se está considerando como muestra a los 20 litros de agua residual, tomada para las 12 unidades experimentales, en los baldes del mismo volumen, esta fue tomada en la tubería que es afluente al biorreactor, se retiró un total de 240 litros de agua residual, se tomó como referencia el trabajo realizado por Atilio Valdez Pino (9) quien uso baldes de 20 litros, además de Juanita Cardona Gómez y Luisa García Galindo (11) que usaron baldes de PVC con capacidad 250 L

3.4. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.4.1. UBICACIÓN DE LA ZONA DE TRABAJO

El lugar de investigación está ubicado en la provincia de Concepción, departamento de Junín.

Coordenadas UTM:

Norte: 8681164

Este: 464867

Altitud: 3210

Figura 5: Ubicación de la PTAR – Concepción - Junín



Fuente: Google Maps (54)

3.4.2. EQUIPOS Y MATERIALES UTILIZADOS

El equipo que se usó para el control y seguimiento de parámetros de campo es un multiparámetro, marca Hanna, este equipo arroja los siguientes datos:

- Temperatura.
- pH.
- Oxígeno disuelto.
- Conductividad eléctrica.

Para el envío de las muestras se usaron los siguientes envases:

Tabla 2: Volúmenes de muestras de agua por parámetro a analizar

| PARÁMETRO | TIPO DE ENVASE | TAMAÑO MÍNIMO DE MUESTRA | PRESERVANTE |
|--|-------------------|--------------------------|---|
| Aceites y Grasas | Vidrio Ámbar | 500 ml | 2.5mL de Ácido Sulfúrico (H ₂ SO ₄). |
| Coliformes Termotolerantes | Plástico, Estéril | 250 ml | 2.5mL de Tiosulfato al 10% |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) | Plástico | 1 litro | No requiere. |
| Demanda Química de Oxígeno | Plástico | 100 ml | 2.5mL de Ácido Sulfúrico (H ₂ SO ₄). |
| Sólidos Totales en Suspensión | Plástico | 1 litro | No requiere. |
| Metales Totales | Plástico | 100 ml | 0,3 ml o 6 gotas de Ácido Nítrico (HNO ₃). |

Fuente: Propia, referencia, procedimiento de monitoreo de agua, SGS, (55).

Y los materiales usados en la etapa experimental fueron:

- 12 baldes de 20 litros.
- 20 metros de mangueras de plástico.
- Reguladores de flujo.
- 4 bombas de aire de dos salidas, modelo para peceras.
- Extensión eléctrica de 50 metros.
- Agua destilada
- Buffers de ajuste y verificación de pH, rangos de 4, 7 y 10.

Para la activación de EM Agua se usaron:

- 09 botellas de plástico de 650 ml, 1 L, y 3 Litros.
- 03 jeringas de 60 ml.
- Guantes de látex y mascarillas.

Para asegurar la calidad de las muestras enviadas al laboratorio se usaron los siguientes consumibles:

- Para el envío de muestras línea base 01 cooler y para el envío de muestras finales 03 coolers.
- 10 gelpack por cooler haciendo un total de 40 gelpack.
- Preservantes: Ácido sulfúrico, Ácido nítrico y Tiosulfato de sodio al 10%.

3.4.3. MÉTODOS DE REFERENCIA.

Tabla 3: Métodos de referencia de toma de muestra y análisis de laboratorio.

| PARÁMETRO | CONSIDERACIONES PARA LA TOMA DE MUESTRAS | MÉTODO DE ENSAYO EN LABORATORIO DE SGS DEL PERÚ S.A.C. | REFERENCIA |
|--|--|--|-----------------------------|
| Coliformes Termotolerantes | Según al procedimiento de muestreo de SGS, las muestras microbiológicas son tomadas primeras, no se enjuagan, y se preservan con 0,5 ml de Tiosulfato de sodio al 10%, en envases esterilizados. | SMEWW – APHA – WEF Part 9221E.1, 22 nd Ed. 2012 | Métodos SGS del Perú S.A.C. |
| Aceites y grasas | Muestras tomadas en un envase de vidrio ambar, de la parte superficial, de los baldes o Unidades Experimentales, preservado con 2,5 ml de Ácido Sulfúrico, hasta llegar a un pH menor a 2. | ASTM D3921 – 96 (Reapproved 2011). Standard Test Method for Oil and Grease and Petroleum Hydrocarbons in Water – (Validado) 2014 | Métodos SGS del Perú S.A.C. |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) | Muestras tomadas en envases de plástico, sin burbuja, no se preserva. | SMEWW – APHA – AWWA – WEF Part 5210 B. 2012; 22nd Ed. Biochemical Oxigen Demand (BOD): Test. | Métodos SGS del Perú S.A.C. |
| Demanda química de oxígeno (DQO) | Muestras tomadas en envase de plástico, se preserva con 0,5 ml de Ácido Sulfúrico, hasta llegar a un pH menor a 2. | SMEWW – APHA – AWWA – WEF Part 5220 B. 2012; 22nd Ed. Chemical Oxigen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method | Métodos SGS del Perú S.A.C. |

| | | | |
|--------------------------------------|---|--|-------------------------------------|
| Sólidos totales en suspensión | Muestras tomadas en envase de plástico, no se preserva, pero antes de su colección se homogeniza la muestra. | SMEWW – APHA – AWWA – WEF Part 2540-D. 2012; 22nd Solids: Total Suspended Solids dried ad 103-105°C | Métodos SGS del Perú S.A.C. |
| Metales totales | Muestras tomadas en envase de plástico, se preserva con 0,3 ml de Ácido Nítrico. | EPA - 200.8 (Validado) | Métodos SGS del Perú S.A.C. |
| Temperatura | Para medir este parámetro se hizo la lectura de forma directa en las unidades experimentales, previo el equipo fue enjuagado y limpiado con agua destilada. | Se puede determinar por medio de un termómetro, Incluido como sensor en el equipo HANNA. | Uso de Equipo Multiparametro HANNA. |
| pH | Para medir este parámetro se hizo la lectura de forma directa en las unidades experimentales, previo el equipo fue enjuagado y limpiado con agua destilada. | El pH se determinó por medio de un pHmetro, Incluido como sensor en el equipo HANNA. aunque también se puede utilizar papel indicador. | Uso de Equipo Multiparametro HANNA. |
| Conductividad eléctrica | Para medir este parámetro se hizo la lectura de forma directa en las unidades experimentales, previo el equipo fue enjuagado y limpiado con agua destilada. | Se determinó por medio del sensor de Conductividad incluido en el equipo HANNA. | Uso de Equipo Multiparametro HANNA. |

| | | | |
|-------------------------|---|---|-------------------------------------|
| Oxígeno disuelto | Para medir este parámetro se hizo la lectura de forma directa en las unidades experimentales, previo el equipo fue enjuagado y limpiado con agua destilada. | Se determinó por medio del sensor de oxígeno incluido en el equipo HANNA. | Uso de Equipo Multiparametro HANNA. |
|-------------------------|---|---|-------------------------------------|

Fuente: Procedimiento de muestreo y Métodos SGS (55).

3.4.4. INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS EN CAMPO

Se usaron bitácoras manuales, para el registro de datos de campo, como se muestra en el Anexo N° 12, los que luego fueron copiados a tablas de excel con los datos de campo de pH, temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto.

Para los datos de laboratorio se usó el formato establecido por el laboratorio, entregado en el informe de ensayo, que luego fue copiado a planillas de excel para su posterior análisis estadístico.

3.4.5. PROCEDIMIENTO

Antes de iniciar con el trabajo de investigación, se pidió los permisos correspondientes, a la Empresa Prestadora de Servicios – E.P.S. Mantaro. Donde se detalló las fechas, materiales y actividades que se desarrollaron. Como parte de esta investigación, a continuación, se muestra los procedimientos:

- **Inspección Inicial**

Durante esta etapa, se visitó la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales en Concepción, siendo guiado por el personal técnico a cargo como se evidencia en el Anexo N° 26. En este periodo de tiempo se hicieron preguntas cruciales que sirvieron para complementar la información a esta investigación, además de ello se verificó la habilitación del área de trabajo y los puntos con fluido eléctrico, ya que se usó un equipo de bombeo de oxígeno para las unidades experimentales.

- **Muestreo de Línea Base**

- a. Como primera actividad, se coordinó y preparó los materiales en laboratorio, estos fueron enviados, en coolers con los materiales y consumibles que se usaron para el muestreo.
- b. Se acordó y presentó al personal responsable de la PTAR, sobre las actividades desarrolladas, además de ello se solicitó los permisos respectivos, para retirar las muestras.
- c. Muestreo: Luego de los permisos, se trasladó a los puntos de monitoreo, se verificó el correcto fluido de AR, y se procedió a retirar las muestras con un balde de plástico como indica el procedimiento para muestreo (55), luego de

ello se homogenizó y se extrajeron las muestras en el siguiente orden, primero los parámetros microbiológicos, luego los organolépticos, y luego los fisicoquímicos (55), para los respectivos puntos de muestreo que son: LB – I, LB – S, como se muestra en el Anexo N° 27.

- d. Rotulado de muestras: Se limpiaron los frascos, luego se etiquetó los datos como procedencia de la muestra, código de estación, fecha, hora, parámetro a analizar y se detalló si se preservó la muestra.
 - e. Acondicionamiento y transporte: Luego del rotulado, las muestras fueron ingresadas al cooler, y se conservó la temperatura a 4°C, como indica el procedimiento, para ello se usó gelpack refrigerado, enviado por el laboratorio, terminado ello se trasladó las muestras a la empresa de transportes, que se encargó del envío los coolers a Lima, donde el courier de SGS del Perú, gestionó la recepción e ingreso de las muestras al laboratorio.
 - f. Análisis: Ya ingresadas las muestras al laboratorio, se realizaron los siguientes análisis: Sólidos Totales en Suspensión, DBO, DQO, Aceites y Grasas, Coliformes Termotolerantes; Una vez obtenido los resultados se envió el informe vía correo electrónico.
- **Cálculo de dosis para la activación del EM Agua**
 - a. Para la activación de EM Agua, se tomaron en cuenta la proporcionalidad de Agua, Melaza de caña y EM Agua según los criterios de FUNDASES Colombia (56) el que menciona:

Tabla 4: Criterios de proporcionalidad para activación de EM Agua

| DESCRIPCIÓN | PORCENTAJE |
|---|------------|
| 2 Litros de EM agua | 5% |
| 2 Litros de Melaza de Caña | 5% |
| 18 Litros de Agua Limpia o de Manantial | 90% |
| Total | 100% |

Fuente: FUNDASES Colombia (56)

- b. Teniendo los conceptos anteriores establecemos las dosis y el volumen de agua residual con la que se experimentó, esta proporcionalidad de dosis, tiene como referencia los trabajos de investigación realizados por FUNDASES Colombia (56), quienes establecen Dosis baja, Media y Alta, al 4%, 6%, Y 8% respectivamente, como se especifica en el siguiente cuadro:

Tabla 5: Porcentaje de dosis y volumen de agua residual a experimentar.

| DESCRIPCIÓN | DOSIS DE EM AGUA | VOLUMEN DE AGUA RESIDUAL POR UNIDAD EXPERIMENTAL |
|------------------|------------------|--|
| Dosis Alta (DA) | 8% | 20 Litros |
| Dosis Media (DM) | 6% | 20 Litros |
| Dosis Baja (DB) | 4% | 20 Litros |
| Unidades Control | 0% | 20 Litros |

Fuente: Propia.

- c. Hallamos los volúmenes de EM Agua:

Tabla 6: Cálculo de dosis de EM Agua.

| DESCRIPCIÓN | ECUACIÓN PARA HALLAR LAS DOSIS | EM AGUA |
|------------------------|---|---------|
| Dosis Alta (DA) 8% | $\frac{5 \text{ L de EM Agua}}{1000 \text{ l de AR}} \times 20 \text{ L de AR}$ | 100 ml |
| Dosis Media (DM) 6% | $\frac{6\% \text{ EM DM} \times 100 \text{ ml EM DA}}{8\% \text{ EM DA}}$ | 75ml |
| Dosis Baja (DB) 4% | $\frac{4\% \text{ EM DB} \times 100 \text{ ml EM DA}}{8\% \text{ EM DA}}$ | 50 ml |

Fuente: Propia

- d. Según la proporcionalidad 1:1 de EM Agua con melaza de caña, se demuestra que:

Tabla 7: Volúmenes de EM Agua y melaza de caña

| DESCRIPCIÓN | EM AGUA | MELAZA DE CAÑA |
|---------------------------|---------|----------------|
| Dosis Alta (DA) 8% | 100 ml | 100 ml |
| Dosis Media (DM) 6% | 75 ml | 75 ml |
| Dosis Baja (DB) 4% | 50 ml | 50 ml |

Fuente: Propia

- e. Hallamos los volúmenes de agua limpia o de manantial.

Tabla 8: Cálculo de dosis de agua limpia o de manantial.

| DESCRIPCIÓN | ECUACIÓN PARA HALLAR LAS DOSIS | AGUA LIMPIA (AL) O DE MANANTIAL |
|---------------------------|--|---------------------------------|
| Dosis alta (DA) 8% | $\frac{8\% EM DA \times 450 ml AL}{4\% EM DB}$ | 900 ml |
| Dosis media (DM) 6% | $\frac{6\% EM DM \times 450 ml AL}{4\% EM DB}$ | 675ml |
| Dosis baja (DB) 4% | $\frac{18 L de AL}{2 l de EM} \times 50 ml EM Dosis$ | 450 ml |

Fuente: Propia.

- f. El siguiente cuadro muestra la disolución total que se usara para la activación de EM Agua, como aplicación de choque y de mantenimiento.

Tabla 9: Volúmenes totales de EM Agua, melaza y agua limpia para aplicación de choque y mantenimiento.

| DESCRIPCIÓN | EM AGUA | MELAZA DE CAÑA | AGUA LIMPIA O DE MANANTIAL | MEZCLA TOTAL |
|------------------------|---------|----------------|----------------------------|--------------|
| Dosis alta (DA) 8% | 100 ml | 100 ml | 900 ml | 1100 ml |
| Dosis media (DM) 6% | 75 ml | 75 ml | 675 ml | 825 ml |
| Dosis baja (DB) 4% | 50 ml | 50 ml | 450 ml | 550 ml |

Fuente: Propia.

- **Activación del EM Agua.**

Antes de la activación del EM Agua se adquirió este producto de los distribuidores directos, BIOEM SAC, se hizo el cálculo de las dosis como se vio anteriormente, luego se realizó la activación y se esperó 07 días antes a su inoculación a las unidades experimentales.

- a. Agua natural: Para la presente investigación se utilizó, agua en diferentes proporciones para cada dosis experimental (Baja Media y Alta) se utilizó agua de manantial, libre de cloro y otros químicos como se muestra en el Anexo N° 22.
- b. Melaza de caña: esta fue vendida y obtenida del distribuidor de EM Agua, está compuesta de nutrientes que son necesarios para la activación del EM Agua mostrado en el Anexo N° 22.
- c. Materiales y condiciones: durante esta etapa se verificó y acondicionó los materiales (2 galones de Agua de manantial, 1 galón de 4 litros de EM Agua y 7 kg de melaza) en una zona libre de polvos, debidamente desinfectado y limpiado con anterioridad, para nuestro caso se usó una mesa, además de

ello para la manipulación del EM Agua y sus componentes, usamos guantes de látex, y para la correcta distribución de las dosis, se usaron jeringas de 60 ml, la dosificación y mezcla del EM Agua y sus componentes fueron realizados en botellas de plástico debidamente desinfectados, rotulados y con cierre hermético.

- d. Luego de tener todos los materiales, se procede a realizar la activación del EM Agua, como indica el manual de uso de microorganismos eficaces (46) se usó recipientes de plástico (botellas) donde se realizó la mezcla de Agua limpia o de manantial, melaza y EM Agua en estado de latencia, según la dosis hallada anteriormente, ver Tabla N° 10 obteniendo 9 recipientes dosificados.

Tabla 10: Descripción de las Unidades Experimentales y sus dosis.

| UNIDADES EXPERIMENTALES | DESCRIPCIÓN | DOSIS DE EM AGUA |
|-------------------------|--------------------------------------|-----------------------|
| Control 1 | Unidad control, repetición 1. | No se añadió EM Agua. |
| Control 2 | Unidad control, repetición 2. | |
| Control 3 | Unidad control, repetición 3. | |
| DB – R1 | Unidad de dosis baja, Repetición 1. | 4% de EM Agua. |
| DB – R2 | Unidad de dosis baja, Repetición 2. | |
| DB – R3 | Unidad de dosis baja, Repetición 3. | |
| DM – R1 | Unidad de dosis media, Repetición 1. | 6% de EM Agua. |
| DM – R2 | Unidad de dosis media, Repetición 2. | |
| DM – R3 | Unidad de dosis media, Repetición 3. | |
| DA – R1 | Unidad de dosis alta, Repetición 1. | 8% de EM Agua. |
| DA – R2 | Unidad de dosis alta, Repetición 2. | |
| DA – R3 | Unidad de dosis alta, Repetición 3. | |

Fuente: Propia

- e. Acondicionamiento: Luego de la activación, se procedió a almacenar los recipientes, en condiciones aptas para el crecimiento microbiano, como indica el manual de uso de microorganismos efectivos (46) quedaron habilitados en ambientes libre de luz solar, a temperatura ambiente y manteniendo un pH promedio de 3,5 a 4,5, durante 7 días.
- f. Seguimiento: Para verificar que el pH se mantuvo constante, se usó papel tornasol, y a partir del quinto día se observó la presencia de una capa blanca, según J. M. Willey, L.M. Sherwood, C. J. Woolverton. (24) son características de la presencia de hongos en el agua como lo muestra el Anexo N° 28, además, según al manual de uso de microorganismos eficaces (46) estos son indicadores del correcto crecimiento de las bacterias y hongos del EM Agua, y que ya está listo para su uso.
- g. Pasado los 7 días el EM Agua Activado estuvo listo para su uso.

- **Recolección de Muestras para las Unidades Experimentales**

- a. Antes de retirar las muestras, se coordinó con el personal de planta, indicando de la ejecución e inicio de actividades dentro de planta.
- b. Luego de los permisos, se trasladó al punto de monitoreo, que vendría a ser el ingreso de AR al biorreactor, se verificó el correcto fluido de AR, y se procedió a retirar las muestras con un balde de plástico de 5 litros como lo muestra el Anexo N° 29, estos volúmenes de agua fueron distribuidos equitativamente en los 12 baldes de 20 litros para ser usados como unidades experimentales.
- c. Los baldes con AR, fueron trasladados a las plataformas de secado de lodos, previamente fue limpiada, y se ordenó en grupos de 3, es en esta área donde se trabajó y ejecuto las actividades principales de esta investigación.

- **Inoculación de EM Agua – Aplicación de Choque**

- a. Antes de inocular el EM Agua, se hizo la medición de los parámetros de campo, pH, temperatura, conductividad eléctrica y oxígeno disuelto.

- b. Con las unidades experimentales ya separadas y ordenadas, se procedió a inocular el EM Agua, anteriormente preparado y separado por dosis como lo muestra el Anexo N° 29.
- c. Se usó una vara de madera, previamente limpiada y desinfectada, para cada unidad experimental, esta permitió homogenizar la solución de EM Agua y agua residual previamente recolectado.
- d. Haciendo uso del equipo multiparámetro se hizo otra lectura de los parámetros de campo, así se verificó que el parámetro de pH mantuvo un margen de 4,50 a 5,20.

- **Seguimiento y Control**

- a. Esta actividad se desarrolló cada 2 días, durante 39 días, y en horarios y fechas laborables para el sector público mostrado en el Anexo N° 30.
- b. Durante ese tiempo se hizo el seguimiento y control de las unidades experimentales, esta actividad consistió en observar el cambio de las características físicas y hacer el control de los parámetros de campo haciendo uso del Multiparámetro.
- c. Además, se insufló aire, con ayuda de equipos de bombeo, haciendo un flujo aproximado de 1,5 mg/L en las unidades experimentales para mejorar la actividad microbiana en las mismas.

- **Inoculación de EM Agua – Aplicación de Mantenimiento**

- a. Antes de realizar la segunda aplicación de EM Agua en las unidades experimentales, se realizó la activación de EM teniendo en cuenta las dosis mostradas en la Tabla N° 9.
- b. Con las unidades experimentales ya separadas y ordenadas con anterioridad, se procedió a inocular el EM Agua – Aplicación de choque como menciona el manual de manejo de microorganismos eficaces (46), y es mostrada en el Anexo N° 31.

- c. Se usó una vara de madera, previamente limpiada y desinfectada, para cada unidad experimental, esta permitió homogenizar la solución de EM Agua y agua residual previamente recolectado.
 - d. Haciendo uso del equipo multiparámetro se hizo una lectura inicial y luego de la inoculación se hizo otra, de los parámetros de campo, así se verificó que el parámetro de pH mantuvo un margen de 4,50 a 5,20.
 - e. Por consiguiente, se siguió con el control de los Parámetros de campo cada dos días, como se muestra en el Anexo N° 32.
- **Muestreo final en las unidades experimentales.**
 - a. Antes de iniciar con esta actividad se hizo la coordinación con el laboratorio para el envío de frascos y materiales consumibles para la recolección de las muestras, estas fueron enviadas días previos a realizar esta actividad.
 - b. Muestreo: Se recolectó las muestras de cada unidad experimental, incluyendo los controles, en recipientes de plástico y vidrio como es mostrado en el Anexo N° 33.
 - c. Rotulado de muestras: Se etiquetaron los frascos con los datos, principales que son: Estación de muestreo, fecha y hora de muestreo, tipo de muestra y Lugar de muestreo.
 - d. Acondicionamiento y transporte: Luego del rotulado, las muestras fueron ingresadas al cooler, y se conservó la temperatura a 4°C, como indica el procedimiento, para ello se usó gelpack refrigerado, enviado por el laboratorio, terminado ello se trasladó las muestras a la empresa de transportes, que se encargó del envío los coolers a Lima, donde el Courier de SGS del Perú, gestionó la recepción e ingreso de las muestras al laboratorio.
 - e. Análisis: Ya ingresadas las muestras al laboratorio, se realizaron los siguientes análisis: Sólidos Totales en Suspensión, DBO, DQO, Aceites y Grasas, Coliformes Termotolerantes; Una vez obtenido los resultados se envió el informe vía correo electrónico.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS DEL TRATAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

4.1.1. ANÁLISIS GENERAL

En la Tabla N° 11 se muestra el rango de resultados obtenidos de parámetros Fisicoquímicos y Microbiológicos para las unidades experimentales:

Tabla 11: Rango de variación de parámetros para unidades experimentales.

| Parametros | Linea Base | | Control | Unidades Experimentales |
|-------------------------------|------------|-------|---------------|-------------------------|
| | LB-I | LB-S | | |
| Coliformes Termotolerantes | 2300000 | 70000 | <1,8 | <1,8 |
| Solidos Totales en Suspension | 21 | 25 | 298 - 354 | 137 - 668 |
| Demanda Bioquimica de Oxigeno | 62,9 | 30,5 | 223,3 - 257 | 1985 - 3823,3 |
| Demanda Quimica de Oxigeno | 143,2 | 75,4 | 459,1 - 481,4 | 4895,7 - 10610,1 |
| Aceites y Grasas | 5,4 | 1,3 | 2 - 3,7 | 2,3 - 11,3 |

Fuente: Propia, datos obtenidos de resultados de laboratorio SGS.

De acuerdo lo observado se evidencia que, en el caso de los coliformes fecales o termotolerantes hay una disminución significativa cuando se realiza la aplicación del EM Agua, bien sea para los controles y unidades experimentales, en cuanto a los resultados de línea base, para el tratamiento con lodos activados, hay cierta disminución, de la muestra tomada en el ingreso de agua residual al Bioreactor (LB-I), con la tomada en la salida de la PTAR (LB-S).

En cuanto a los Sólidos Totales en Suspensión, la variación de este parámetro dependió de la aplicación de EM Agua, tal vez no directamente, pero el incremento de este dato en las dosis altas se debió mucho a este. Y para los Aceites y Grasas se observa que los datos son variables, no dependientes de las dosis de EM Agua, observando que hay disminución como aumento de ese parámetro, con relación a los aceites y grasas.

Para los parámetros de Demanda Bioquímica de Oxígeno y Demanda Química de Oxígeno, se observa cierta relación directa con las dosis aplicadas de EM Agua, conforme la dosis aumentaba este parámetro lo hacía de igual manera, observando una tendencia al incremento, según Jairo Romero (15) la relación que existe entre DBO y DQO es de 1 a 2 respectivamente, en proporciones aproximadas, por lo tanto los datos obtenidos de laboratorio si cuentan con esta relación para todas las unidades experimentales.

4.1.2. CONTAMINANTES MICROBIOLÓGICOS

A continuación, se muestran los datos obtenidos luego del análisis en laboratorio, las unidades experimentales analizadas están conformadas por los puntos de línea base de ingreso (LB – I), y línea base de salida (LB - S), y las respectivas unidades experimentales, cada una con 3 repeticiones y las unidades de control.

Tabla 12: Resultados de análisis en laboratorio, unidades reportadas en número más probable/100 ml, de coliformes fecales

| Numeracion de Coliformes Fecales o Termotolerantes | |
|---|-------------------------|
| Unidad Experimental | Resultados (NMP/100 ml) |
| LB-I | 2300000 |
| LB-S | 70000 |
| Control 1 | <1,8 |
| Control 2 | <1,8 |
| Control 3 | <1,8 |
| DB - R1 | <1,8 |
| DB - R2 | 2,8 |
| DB - R3 | <1,8 |
| DM - R1 | <1,8 |
| DM - R2 | <1,8 |
| DM - R3 | <1,8 |
| DA - R1 | <1,8 |
| DA - R2 | <1,8 |
| DA - R3 | <1,8 |

Fuente: Propia, Reporte de resultados, Laboratorio SGS del Perú

Luego de procesar los datos anteriores, se realiza la prueba de hipótesis:

- Hipótesis alterna (H1): La aplicación de EM Agua permite reducir contaminantes microbiológicos mejor que el método convencional.
- Hipótesis nula (H0): La aplicación de EM Agua NO permite reducir contaminantes microbiológicos mejor que el método convencional.

Hipótesis estadística:

| |
|--|
| H1: $\mu_{\text{conv}} > \mu_{\text{EM}}$ |
| H0: $\mu_{\text{conv}} \leq \mu_{\text{EM}}$ |

Tipo de Prueba: Unilateral Derecha

En la siguiente tabla 13 se muestra la prueba de medias independientes estadística de t student, aplicada a los promedios del resultado obtenido en laboratorio para coliformes fecales.

Tabla 13: Prueba T Student para coliformes fecales

| Prueba de Muestras Independientes para Coliformes Fecales | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|---|-------|-------------------------------------|-------|------------------|----------------------|------------------------------|--|-----------------|
| | | Prueba de Levene de igualdad de varianzas | | Prueba t para la igualdad de medias | | | | | | |
| | | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
| | | | | | | | | | Inferior | Superior |
| NMP/100ml | Se asumen varianzas iguales | 15,941 | 0,016 | 2088,433 | 4 | 0,000 | 69965,200000000 | 33,501293507 | 69872,185497624 | 70058,214502376 |
| | No se asumen varianzas iguales | | | 2088,433 | 2,000 | 0,000 | 69965,200000000 | 33,501293507 | 69821,056388540 | 70109,343611460 |

Fuente: Programa - SPSS

Prueba de varianzas:

| |
|--|
| H0: Las varianzas son iguales. |
| H1: Las varianzas son diferentes. |

P (sig)= 0.016 es menor que la significancia que tiene un valor de 0.05 por tanto se rechaza la Ho, entonces las varianzas son diferentes.

Prueba de medias (principal):

Antes de realizar la prueba de medias debemos realizar el ajuste, para ello se debe tener en consideración, la siguiente tabla:

Tabla 14: Ajuste en SPSS para pruebas unilaterales t student

| | t Negativo | t Positivo |
|--------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Cola izquierda | $Pf = \frac{Sig}{2}$ | $Pf = 1 - \frac{Sig}{2}$ |
| Cola unilateral derecha | $Pf = 1 - \frac{Sig}{2}$ | $Pf = \frac{Sig}{2}$ |

Fuente: Manual de SPSS (57)

Luego de tener en consideración lo anterior, nos damos cuenta que nuestra *t* es positiva según la tabla 13, además que si la hipótesis estadística alterna lleva el símbolo mayor se considera como cola derecha, cuando el símbolo es menor consideramos cola unilateral izquierda.

Por lo tanto, usaremos la siguiente ecuación para realizar el ajuste:

$$Pf = \frac{Sig}{2}$$

Remplazando los datos:

$$Pf = \frac{0.000000229}{2} = 0.0000001145$$

El valor de *Pf* es menor que la significancia igual a 0.05, por lo tanto, se rechaza la *H₀* y acepto la alterna.

Por lo tanto, existen evidencias suficientes en la muestra para afirmar que la aplicación de EM Agua, en dosis Bajas, Medias y Altas, permite reducir significativamente los contaminantes microbiológicos a valores menores a 1,8 NMP/100 ml, mejor al método convencional el cual usa tecnología de lodos activados para el tratamiento de aguas residuales, el que tuvo como resultados luego del tratamiento 70000 NMP/100 ml.

Esto es debido a que la actividad de los microorganismos ácido lácticos, acidifican el agua llegando a valores menores a 5 (30), además de ello es el comensalismo de algunos organismos el que tuvo como efecto la disminución de coliformes fecales, esta prueba se hizo con un nivel de confianza del 95%.

4.1.3. CONTAMINANTES METÁLICOS

El reporte realizado por laboratorio, incluyó 49 metales, a los que se está haciendo el análisis estadístico es a 8, que están incluidos como metales importantes en el descarte de contaminación, (15).

A continuación, realizamos la prueba de hipótesis:

- Hipótesis alterna (*H₁*): La dosis óptima de EM Agua permite Incrementar el contenido de contaminantes metálicos mejor al método convencional.
- Hipótesis nula (*H₀*): La dosis óptima de EM Agua No permite Incrementar el contenido de contaminantes metálicos mejor al método convencional.

Hipótesis estadística:

| | |
|-----------------------|---|
| H₁: | μ convencional < μ EM Agua |
| H₀: | μ convencional \geq μ EM Agua |

Tipo de Prueba: Unilateral derecha

A continuación, se muestra los resultados de laboratorio y las pruebas aplicadas a los promedios obtenidos en laboratorio para los 8 metales más importantes.

Arsénico

Tabla 15: Resultados de análisis en laboratorio, de Arsénico en el AR y las UE.

| Arsénico | |
|---------------------|-------------------|
| Unidad Experimental | Resultados (mg/L) |
| LB - I | 0,01410 |
| LB - S | 0,01211 |
| Control 1 | 0,00877 |
| Control 2 | 0,00900 |
| Control 3 | 0,00917 |
| DB - R1 | 0,02678 |
| DB - R2 | 0,02627 |
| DB - R3 | 0,02627 |
| DM - R1 | 0,02633 |
| DM - R2 | 0,02729 |
| DM - R3 | 0,02849 |
| DA - R1 | 0,02775 |
| DA - R2 | 0,03386 |
| DA - R3 | 0,03073 |

Fuente: Reporte de resultados, Laboratorio SGS del Perú.

En la siguiente tabla se muestra la prueba de medias independientes, estadística de t student, aplicada a los promedios del resultado obtenido en laboratorio para Arsénico.

Tabla 16: Prueba t student, para Arsénico.

| Prueba de Muestras Independientes para Arsénico | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|---|-------|-------------------------------------|-------|------------------|----------------------|------------------------------|--|--------------|
| | | Prueba de Levene de igualdad de varianzas | | Prueba t para la igualdad de medias | | | | | | |
| | | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
| | | | | | | | | | Inferior | Superior |
| mg/L | Se asumen varianzas iguales | 11,521 | 0,027 | -12,194 | 4 | 0,000 | -0,016086667 | 0,001319272 | -0,019749552 | -0,012423781 |
| | No se asumen varianzas iguales | | | -12,194 | 2,000 | 0,007 | -0,016086667 | 0,001319272 | -0,021763035 | -0,010410299 |

Fuente: Programa - SPSS

Prueba de varianzas:

H₀: Las varianzas son iguales.

H₁: Las varianzas son diferentes.

P (sig)= 0.027 es menor que la significancia que tiene un valor de 0.05 por tanto se rechaza la H₀, entonces las varianzas son diferentes.

Prueba de medias:

Antes de realizar la prueba de medias debemos realizar el ajuste, para ello se debe tener en consideración, la tabla 14:

Luego de tener en consideración lo anterior, nos damos cuenta que nuestra t es negativa según la tabla 16, además que la hipótesis estadística alterna lleva el símbolo menor por ello consideramos cola izquierda.

Por lo tanto, usaremos la siguiente ecuación para realizar el ajuste:

$$Pf = \frac{Sig}{2}$$

Remplazando los datos:

$$Pf = \frac{0.00666}{2} = 0.00333$$

El valor de Pf es menor que la significancia igual a 0.05, por lo tanto, se rechaza la Ho y acepto la alterna.

Cadmio

Tabla 17: Resultados de análisis en laboratorio, de Cadmio en el AR y las UE

| Cadmio | |
|---------------------|-------------------|
| Unidad Experimental | Resultados (mg/L) |
| LB - I | <0,00003 |
| LB - S | <0,00003 |
| Control 1 | 0,00032 |
| Control 2 | 0,00028 |
| Control 3 | 0,00023 |
| DB - R1 | 0,00061 |
| DB - R2 | 0,00068 |
| DB - R3 | 0,00073 |
| DM - R1 | 0,00083 |
| DM - R2 | 0,00081 |
| DM - R3 | 0,00088 |
| DA - R1 | 0,00098 |
| DA - R2 | 0,00101 |
| DA - R3 | 0,00087 |

Fuente: Reporte de resultados, Laboratorio SGS del Perú

En la siguiente tabla se muestra la prueba de medias independientes, estadística de t student, aplicada a los promedios del resultado obtenido en laboratorio para Cadmio.

Tabla 18: Prueba t student, para Cadmio

| Prueba de Muestras Independientes para Cadmio | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|---|-------|-------------------------------------|-------|------------------|----------------------|------------------------------|--|--------------|
| | | Prueba de Levene de igualdad de varianzas | | Prueba t para la igualdad de medias | | | | | | |
| | | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
| | | | | | | | | | Inferior | Superior |
| mg/L | Se asumen varianzas iguales | 5,871 | 0,073 | -9,738 | 4 | 0,001 | -0,000792000 | 0,000081329 | -0,001017804 | -0,000566196 |
| | No se asumen varianzas iguales | | | -9,738 | 2,000 | 0,010 | -0,000792000 | 0,000081329 | -0,001141929 | -0,000442071 |

Fuente: Programa - SPSS

Prueba de varianzas:

H₀: Las varianzas son iguales.

H₁: Las varianzas son diferentes.

P (sig)= 0.073 es mayor que la significancia que tiene un valor de 0.05 por tanto se rechaza la H₀, entonces las varianzas son diferentes.

Prueba de medias:

Con ajuste:

$$Pf = \frac{0.01038}{2} = 0.00519$$

El valor de Pf es menor que la significancia igual a 0.05, por lo tanto, se rechaza la H₀ y acepto la alterna.

Estroncio

Tabla 19: Resultados de análisis en laboratorio, de Estroncio en el AR y las UE.

| Estroncio | |
|---------------------|-------------------|
| Unidad Experimental | Resultados (mg/L) |
| LB - I | 0,24090 |
| LB - S | 0,24890 |
| Control 1 | 0,11870 |
| Control 2 | 0,11900 |
| Control 3 | 0,11980 |
| DB - R1 | 0,33940 |
| DB - R2 | 0,35820 |
| DB - R3 | 0,35170 |
| DM - R1 | 0,40720 |
| DM - R2 | 0,37260 |
| DM - R3 | 0,32150 |
| DA - R1 | 0,53380 |
| DA - R2 | 0,54190 |
| DA - R3 | 0,55310 |

Fuente: Reporte de resultados, Laboratorio SGS del Perú.

En la siguiente tabla se muestra la prueba de medias independientes, estadística de t student, aplicada a los promedios del resultado obtenido en laboratorio para Estroncio.

Tabla 20: Prueba t student, para Estroncio

| Prueba de Muestras Independientes para Estroncio | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|---|-------|-------------------------------------|-------|------------------|----------------------|------------------------------|--|-------------|
| | | Prueba de Levene de igualdad de varianzas | | Prueba t para la igualdad de medias | | | | | | |
| | | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
| | | | | | | | | | Inferior | Superior |
| mg/L | Se asumen varianzas iguales | 15,100 | 0,018 | -2,772 | 4 | 0,050 | -0,171033333 | 0,061703043 | -0,342348446 | 0,000281780 |
| | No se asumen varianzas iguales | | | -2,772 | 2,000 | 0,109 | -0,171033333 | 0,061703043 | -0,436520102 | 0,094453435 |

Fuente: Programa - SPSS

Prueba de varianzas:

| |
|--|
| H₀ : Las varianzas son iguales. |
| H₁ : Las varianzas son diferentes. |

P (sig)= 0.018 es Menor que la significancia que tiene un valor de 0.05 por tanto se rechaza la H₀, entonces las varianzas son diferentes.

Prueba de medias:

Con ajuste:

$$Pf = \frac{0.10924}{2} = 0.05462$$

El valor de Pf es Menor que la significancia igual a 0.05, por lo tanto, se acepta la alterna (H₁) y rechazo la Nula.

Magnesio

Tabla 21: Resultados de análisis en laboratorio, de Magnesio en el AR y las UE

| Magnesio | |
|---------------------|-------------------|
| Unidad Experimental | Resultados (mg/L) |
| LB - I | 12,24100 |
| LB - S | 14,31600 |
| Control 1 | 10,80200 |
| Control 2 | 10,60200 |
| Control 3 | 10,31700 |
| DB - R1 | 63,61700 |
| DB - R2 | 64,02500 |
| DB - R3 | 70,76500 |
| DM - R1 | 71,89100 |
| DM - R2 | 79,59200 |
| DM - R3 | 74,13700 |
| DA - R1 | 94,62900 |
| DA - R2 | 95,97600 |
| DA - R3 | 94,69000 |

Fuente: Reporte de resultados, Laboratorio SGS del Perú

En la siguiente tabla se muestra la prueba de medias independientes, estadística de t student, aplicada a los promedios del resultado obtenido en laboratorio para Magnesio.

Tabla 22: Prueba t student, para Magnesio

| Prueba de Muestras Independientes para Magnesio | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|---|-------|-------------------------------------|-------|------------------|----------------------|------------------------------|--|--------------|
| | | Prueba de Levene de igualdad de varianzas | | Prueba t para la igualdad de medias | | | | | | |
| | | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
| | | | | | | | | | Inferior | Superior |
| mg/L | Se asumen varianzas iguales | 8,287 | 0,045 | -7,541 | 4 | 0,002 | -64,49755667 | 8,55309188 | -88,24474675 | -40,75036658 |
| | No se asumen varianzas iguales | | | -7,541 | 2,000 | 0,017 | -64,49755667 | 8,55309188 | -101,29854079 | -27,69657254 |

Fuente: Programa - SPSS

Prueba de varianzas:

| |
|--|
| H₀ : Las varianzas son iguales. |
| H₁ : Las varianzas son diferentes. |

P (sig)= 0.045 es Menor que la significancia que tiene un valor de 0.05 por tanto se rechaza la Ho, entonces las varianzas son diferentes.

Prueba de medias:

Con ajuste:

$$Pf = \frac{0.01713}{2} = 0.00857$$

El valor de Pf es menor que la significancia igual a 0.05, por lo tanto, se rechaza la Ho y acepto la alterna.

Manganeso

Tabla 23: Resultados de análisis en laboratorio, de Manganeso en el AR y las UE

| Manganeso | |
|---------------------|-------------------|
| Unidad Experimental | Resultados (mg/L) |
| LB - I | 0,04983 |
| LB - S | 0,06226 |
| Control 1 | 0,04841 |
| Control 2 | 0,04774 |
| Control 3 | 0,05121 |
| DB - R1 | 0,23617 |
| DB - R2 | 0,22909 |
| DB - R3 | 0,22697 |
| DM - R1 | 0,25527 |
| DM - R2 | 0,25143 |
| DM - R3 | 0,24864 |
| DA - R1 | 0,31762 |
| DA - R2 | 31221 |
| DA - R3 | 0,34816 |

Fuente: Reporte de resultados, Laboratorio SGS del Perú

En la siguiente tabla se muestra la prueba de medias independientes, estadística de t student, aplicada a los promedios del resultado obtenido en laboratorio para Manganeso.

Tabla 24: Prueba t student, para Manganeso

| Prueba de Muestras Independientes para Manganeso | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|---|-------|-------------------------------------|-------|------------------|----------------------|------------------------------|--|--------------|
| | | Prueba de Levene de igualdad de varianzas | | Prueba t para la igualdad de medias | | | | | | |
| | | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
| | | | | | | | | | Inferior | Superior |
| mg/L | Se asumen varianzas iguales | 11,299 | 0,028 | -7,173 | 4 | 0,002 | -0,207246667 | 0,028890640 | -0,287459941 | -0,127033392 |
| | No se asumen varianzas iguales | | | -7,173 | 2,000 | 0,019 | -0,207246667 | 0,028890640 | -0,331553056 | -0,082940278 |

Fuente: Programa - SPSS

Prueba de varianzas:

| |
|--|
| H₀ : Las varianzas son iguales. |
| H₁ : Las varianzas son diferentes. |

P (sig)= 0.028 es Menor que la significancia que tiene un valor de 0.05 por tanto se rechaza la H₀, entonces las varianzas son diferentes.

Prueba de medias:

Con ajuste:

$$Pf = \frac{0.01888}{2} = 0.00944$$

El valor de Pf es Menor que la significancia igual a 0.05, por lo tanto, se rechaza la H₀ y acepto la alterna.

Mercurio

Tabla 25: Resultados de análisis en laboratorio, de Mercurio en el AR y las UE

| Mercurio | |
|---------------------|-------------------|
| Unidad Experimental | Resultados (mg/L) |
| LB - I | <0,00009 |
| LB - S | <0,00009 |
| Control 1 | <0,00009 |
| Control 2 | <0,00009 |
| Control 3 | <0,00009 |
| DB - R1 | <0,00009 |
| DB - R2 | <0,00009 |
| DB - R3 | <0,00009 |
| DM - R1 | <0,00009 |
| DM - R2 | <0,00009 |
| DM - R3 | <0,00009 |
| DA - R1 | <0,00009 |
| DA - R2 | <0,00009 |
| DA - R3 | <0,00009 |

Fuente: Reporte de resultados, Laboratorio SGS del Perú

En la siguiente tabla se muestra la prueba de medias independientes, estadística de t student, aplicada a los promedios del resultado obtenido en laboratorio para Mercurio.

Tabla 26: Prueba t student, para Mercurio

| Prueba de Muestras Independientes para Mercurio | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|---|-------|-------------------------------------|-------|------------------|----------------------|------------------------------|--|-------------|
| | | Prueba de Levene de igualdad de varianzas | | Prueba t para la igualdad de medias | | | | | | |
| | | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
| | | | | | | | | | Inferior | Superior |
| mg/L | Se asumen varianzas iguales | 0,727 | 0,442 | -0,632 | 4 | 0,561 | -0,000000667 | 0,000001054 | -0,000003593 | 0,000002260 |
| | No se asumen varianzas iguales | | | -0,632 | 3,448 | 0,567 | -0,000000667 | 0,000001054 | -0,000003788 | 0,000002454 |

Fuente: Programa - SPSS

Prueba de varianzas:

H₀: Las varianzas son iguales.

H₁: Las varianzas son diferentes.

P (sig)= 0.442 es Mayor que la significancia que tiene un valor de 0.05 por tanto se rechaza la H₀, entonces las varianzas son diferentes.

Prueba de medias:

Con ajuste:

$$Pf = \frac{0.56656}{2} = 0.28328$$

El valor de Pf es Mayor que la significancia igual a 0.05, por lo tanto, se acepta la H₀ y se rechaza la alterna.

Plomo

Tabla 27: Resultados de análisis en laboratorio, de Plomo en el AR y las UE.

| Plomo | |
|---------------------|-------------------|
| Unidad Experimental | Resultados (mg/L) |
| LB - I | 0,00170 |
| LB - S | 0,00070 |
| Control 1 | 0,00280 |
| Control 2 | 0,00300 |
| Control 3 | 0,00260 |
| DB - R1 | 0,01310 |
| DB - R2 | 0,01090 |
| DB - R3 | 0,01010 |
| DM - R1 | 0,01330 |
| DM - R2 | 0,01520 |
| DM - R3 | 0,01830 |
| DA - R1 | 0,01140 |
| DA - R2 | 0,01320 |
| DA - R3 | 0,01760 |

Fuente: Reporte de resultados, Laboratorio SGS del Perú

En la siguiente tabla se muestra la prueba de medias independientes, estadística de t student, aplicada a los promedios del resultado obtenido en laboratorio para Plomo.

Tabla 28: Prueba t student, para Plomo

| Prueba de Muestras Independientes para Plomo | | | | | | | | | | |
|--|--------------------------------|---|-------|-------------------------------------|-------|------------------|----------------------|------------------------------|--|--------------|
| | | Prueba de Levene de igualdad de varianzas | | Prueba t para la igualdad de medias | | | | | | |
| | | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
| | | | | | | | | | Inferior | Superior |
| mg/L | Se asumen varianzas iguales | 6,896 | 0,058 | -10,489 | 4 | 0,000 | -0,012978000 | 0,001237344 | -0,016413419 | -0,009542581 |
| | No se asumen varianzas iguales | | | -10,489 | 2,000 | 0,009 | -0,012978000 | 0,001237344 | -0,018301863 | -0,007654137 |

Fuente: Programa - SPSS

Prueba de varianzas:

| |
|--|
| H₀ : Las varianzas son iguales. |
| H₁ : Las varianzas son diferentes. |

P (sig)= 0.058 es mayor que la significancia que tiene un valor de 0.05 por tanto se rechaza la H₀, entonces las varianzas son diferentes.

Prueba de medias:

Con ajuste:

$$Pf = \frac{0.00897}{2} = 0.00449$$

El valor de Pf es menor que la significancia igual a 0.05, por lo tanto, se rechaza la H₀ y acepto la alterna.

Zinc

Tabla 29: Resultados de análisis en laboratorio, de Zinc en el AR y las UE

| Zinc | |
|---------------------|-------------------|
| Unidad Experimental | Resultados (mg/L) |
| LB - I | 0,02480 |
| LB - S | 0,00970 |
| Control 1 | 0,02680 |
| Control 2 | 0,02770 |
| Control 3 | 0,02810 |
| DB - R1 | 0,15320 |
| DB - R2 | 0,14130 |
| DB - R3 | 0,13970 |
| DM - R1 | 0,20720 |
| DM - R2 | 0,22830 |
| DM - R3 | 0,26450 |
| DA - R1 | 0,23430 |
| DA - R2 | 0,24160 |
| DA - R3 | 0,26620 |

Fuente: Reporte de resultados, Laboratorio SGS del Perú

En la siguiente tabla se muestra la prueba de medias independientes, estadística de t student, aplicada a los promedios del resultado obtenido en laboratorio para Zinc.

Tabla 30: Prueba t student, para Zinc

| Prueba de Muestras Independientes para Zinc | | | | | | | | | | |
|---|--------------------------------|---|-------|-------------------------------------|-------|------------------|----------------------|------------------------------|--|--------------|
| | | Prueba de Levene de igualdad de varianzas | | Prueba t para la igualdad de medias | | | | | | |
| | | F | Sig. | t | gl | Sig. (bilateral) | Diferencia de medias | Diferencia de error estándar | 95% de intervalo de confianza de la diferencia | |
| | | | | | | | | | Inferior | Superior |
| mg/L | Se asumen varianzas iguales | 13,969 | 0,020 | -6,187 | 4 | 0,003 | -0,198777667 | 0,032128778 | -0,287981456 | -0,109573877 |
| | No se asumen varianzas iguales | | | -6,187 | 2,000 | 0,025 | -0,198777667 | 0,032128778 | -0,337016642 | -0,060538691 |

Fuente: Programa - SPSS

Prueba de varianzas:

| |
|--|
| H₀ : Las varianzas son iguales. |
| H₁ : Las varianzas son diferentes. |

P (sig)= 0.020 es menor que la significancia que tiene un valor de 0.05 por tanto se rechaza la H₀, entonces las varianzas son diferentes.

Prueba de medias:

Con ajuste:

$$Pf = \frac{0.02514}{2} = 0.01257$$

El valor de Pf es menor que la significancia igual a 0.05, por lo tanto, se rechaza la H₀ y acepto la alterna.

Luego de haber realizado el análisis estadístico, se podría decir que existen evidencias suficientes en las muestras para afirmar que la aplicación de EM Agua permite incrementar significativamente los contaminantes metálicos mejor al método convencional, como el caso de Arsénico que con el método convencional presentó valores de 0,01211 mg/L, Cadmio que presentó valores iniciales de 0,00003 mg/L, Estroncio de 0,24890 mg/L, Magnesio de 14,31600 mg/L, Manganeso de 0,06226 mg/L, Plomo de 0,00070 mg/L y Zinc de 0,00970, los que fueron aumentando conforme la concentración de EM Agua era más alta, con excepción de mercurio, ya que el valor arrojado es menor y está fuera del límite de detección por parte de laboratorio. Lo expresado, anteriormente, se hizo con pruebas a un nivel de confianza del 95%.

4.1.4. PARÁMETROS DE CAMPO

A continuación, se muestran los datos obtenidos durante 39 días de seguimiento y control de los parámetros de campo, para todas las unidades experimentales, se consideraron, como buenas prácticas, que antes de la medición de los parámetros se hizo la verificación y calibración del equipo multiparámetro usando buffers de Ph y conductividad, el registro de datos se realizó en una bitácora de campo, para luego pasar los datos a las planillas excel, que se muestran en los Anexos N° 2, 3, 4 y 5.

A continuación, realizamos la prueba de hipótesis:

- Hipótesis alterna (H1): Si existe correlación negativa entre los parámetros de campo con respecto al tiempo de tratamiento en las diferentes dosis.
- Hipótesis nula (H0): No existe correlación negativa entre los parámetros de campo con respecto al tiempo de tratamiento en las diferentes dosis.

Hipótesis estadística:

| | |
|-----------------------|------------------------------------|
| H₁: | $\rho \neq 0$ (Si hay correlación) |
| H₀: | $\rho = 0$ (No hay correlación) |

Tipo de prueba: Bilateral Derecha.

En los siguientes análisis estadísticos se muestra los días de seguimiento y control, promedios obtenidos de los datos de campo, para las unidades experimentales de Control, Dosis Baja (DB), Dosis Media (DM), y Dosis Alta (DA). de los parámetros de ph, temperatura, conductividad y oxígeno disuelto.

pH

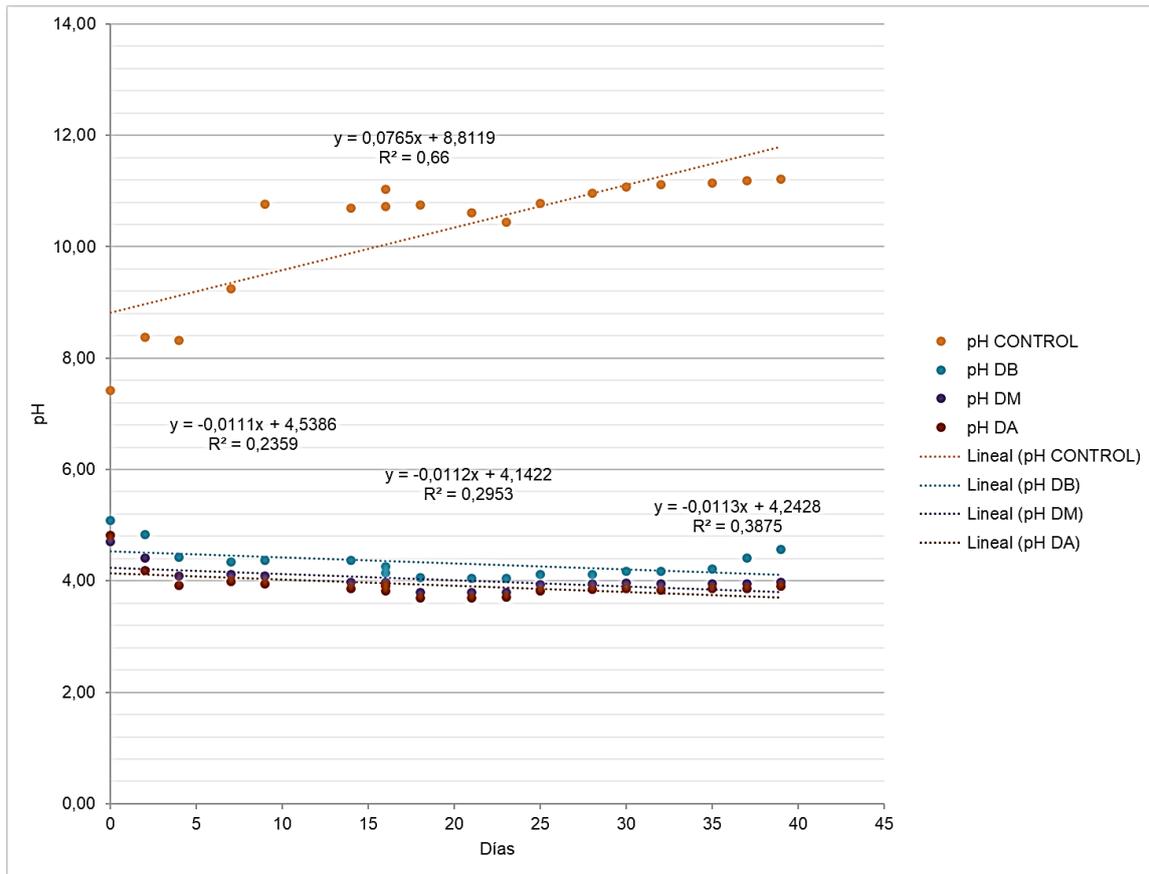
Tabla 31: Promedio de datos de pH, tomados durante los días de experimentación

| pH | | | | |
|------|---------|------|------|------|
| DIAS | CONTROL | DB | DM | DA |
| 0 | 7,42 | 5,09 | 4,71 | 4,82 |
| 2 | 8,38 | 4,83 | 4,41 | 4,19 |
| 4 | 8,32 | 4,42 | 4,08 | 3,92 |
| 7 | 9,25 | 4,35 | 4,11 | 3,99 |
| 9 | 10,77 | 4,36 | 4,09 | 3,95 |
| 14 | 10,69 | 4,37 | 3,98 | 3,86 |
| 16 | 10,72 | 4,26 | 3,98 | 3,91 |
| 16 | 11,03 | 4,14 | 3,91 | 3,82 |
| 18 | 10,75 | 4,06 | 3,79 | 3,70 |
| 21 | 10,61 | 4,05 | 3,80 | 3,70 |
| 23 | 10,44 | 4,04 | 3,80 | 3,70 |
| 25 | 10,78 | 4,12 | 3,94 | 3,82 |
| 28 | 10,96 | 4,12 | 3,95 | 3,84 |
| 30 | 11,07 | 4,17 | 3,97 | 3,87 |
| 32 | 11,12 | 4,18 | 3,95 | 3,84 |
| 35 | 11,14 | 4,21 | 3,95 | 3,86 |
| 37 | 11,19 | 4,41 | 3,95 | 3,87 |
| 39 | 11,22 | 4,56 | 3,97 | 3,90 |

Fuente: propia

En la figura N° 6 se detalla el diagrama de dispersión de los datos de pH con relación a los días de seguimiento y control.

Figura 6: Diagrama de dispersión del pH



Fuente: propia

En la Tabla N° 32 se muestra la matriz de correlación con puntos críticos para los datos de Ph.

Tabla 32: Matriz de Correlación de pH

| | <i>DIAS</i> | <i>CONTROL</i> | <i>DB</i> | <i>DM</i> | <i>DA</i> |
|----------------|-------------|----------------|-----------|-----------|-----------|
| <i>DIAS</i> | 1,000 | | | | |
| <i>CONTROL</i> | ,812 | 1,000 | | | |
| <i>DB</i> | -,486 | -,736 | 1,000 | | |
| <i>DM</i> | -,623 | -,822 | ,928 | 1,000 | |
| <i>DA</i> | -,543 | -,766 | ,901 | ,972 | 1,000 |

Fuente: Propia

En la siguiente tabla 33, se muestran los valores para el coeficiente de correlación.

Tabla 33: Valores críticos del coeficiente de correlación de rangos de Spearman

| <i>n</i> | $\alpha = 0.10$ | $\alpha = 0.05$ | $\alpha = 0.02$ | $\alpha = 0.01$ |
|----------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| 5 | .900 | — | — | — |
| 6 | .829 | .886 | .943 | — |
| 7 | .714 | .786 | .893 | .929 |
| 8 | .643 | .738 | .833 | .881 |
| 9 | .600 | .700 | .783 | .833 |
| 10 | .564 | .648 | .745 | .794 |
| 11 | .536 | .618 | .709 | .755 |
| 12 | .503 | .587 | .678 | .727 |
| 13 | .484 | .560 | .648 | .703 |
| 14 | .464 | .538 | .626 | .679 |
| 15 | .446 | .521 | .604 | .654 |
| 16 | .429 | .503 | .582 | .635 |
| 17 | .414 | .485 | .566 | .615 |
| 18 | .401 | .472 | .550 | .600 |
| 19 | .391 | .460 | .535 | .584 |
| 20 | .380 | .447 | .520 | .570 |
| 21 | .370 | .435 | .508 | .556 |
| 22 | .361 | .425 | .496 | .544 |
| 23 | .353 | .415 | .486 | .532 |
| 24 | .344 | .406 | .476 | .521 |
| 25 | .337 | .398 | .466 | .511 |
| 26 | .331 | .390 | .457 | .501 |
| 27 | .324 | .382 | .448 | .491 |
| 28 | .317 | .375 | .440 | .483 |
| 29 | .312 | .368 | .433 | .475 |
| 30 | .306 | .362 | .425 | .467 |

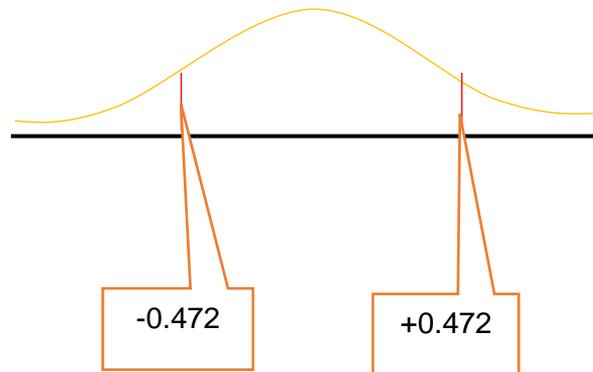
Fuente: Libro de estadística de Mario Triola (58)

Por lo tanto:

Para 18 datos muestrales a un 95% de confiabilidad obtenemos el siguiente valor crítico.

| | |
|----------------|--|
| ± 0,472 | Valor Crítico a 0,05 – Para 18 muestras al 95% de confiabilidad. |
|----------------|--|

Haciendo uso del método gráfico tomaremos una decisión:



- Días- control: Cae en zona de rechazo del H_0 entonces acepto la H_1 , existe relación positiva.
- Días – Dosis Baja: Cae en Zona de Rechazo del H_0 entonces acepto la H_1 , Existe relación Negativa.
- Días – Dosis Media: Cae en Zona de Rechazo del H_0 entonces acepto la H_1 , Existe relación Negativa.
- Días – Dosis Alta: Cae en Zona de Rechazo del H_0 entonces acepto la H_1 , Existe relación Negativa.

Temperatura

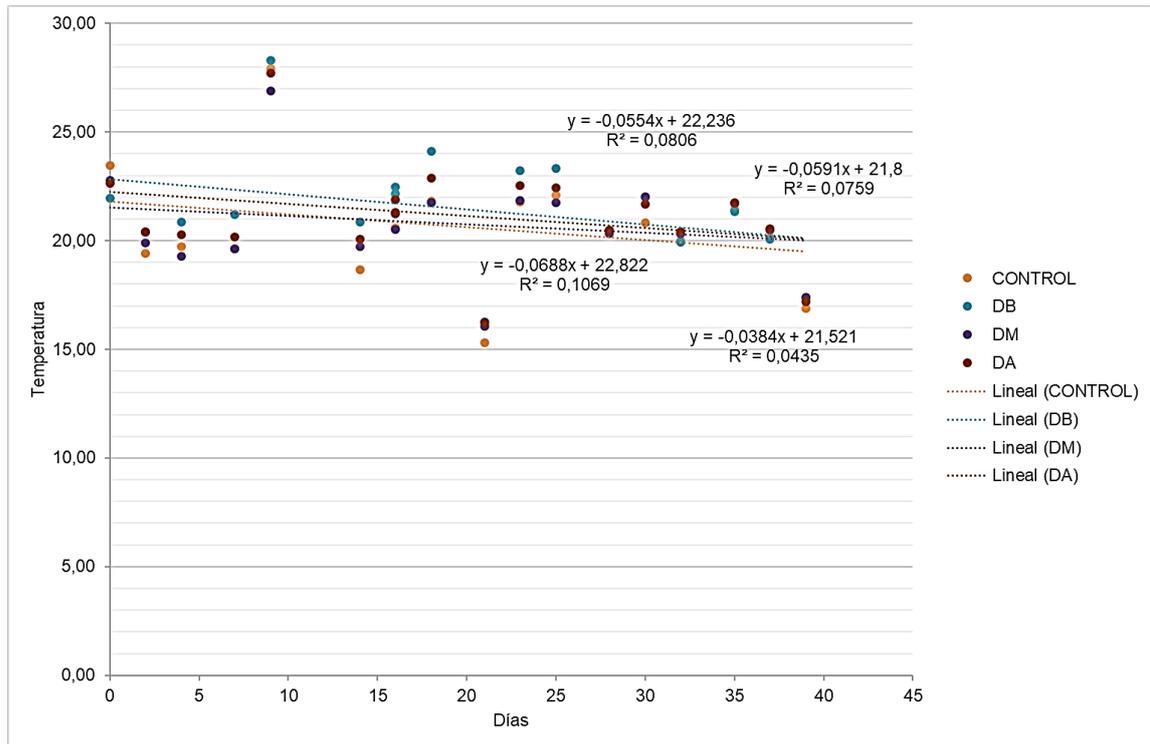
Tabla 34: Promedio de datos de Temperatura, tomados durante los días de experimentación

| TEMPERATURA | | | | |
|-------------|---------|-------|-------|-------|
| DIAS | CONTROL | DB | DM | DA |
| 0 | 23,47 | 21,97 | 22,77 | 22,63 |
| 2 | 19,43 | 20,37 | 19,90 | 20,40 |
| 4 | 19,73 | 20,87 | 19,30 | 20,27 |
| 7 | 19,63 | 21,20 | 19,63 | 20,17 |
| 9 | 27,93 | 28,30 | 26,90 | 27,70 |
| 14 | 18,67 | 20,87 | 19,73 | 20,07 |
| 16 | 21,27 | 22,47 | 21,23 | 21,90 |
| 16 | 20,60 | 22,17 | 20,53 | 21,30 |
| 18 | 21,83 | 24,10 | 21,77 | 22,87 |
| 21 | 15,30 | 16,27 | 16,07 | 16,23 |
| 23 | 21,80 | 23,23 | 21,87 | 22,53 |
| 25 | 22,10 | 23,33 | 21,77 | 22,43 |
| 28 | 20,30 | 20,47 | 20,33 | 20,47 |
| 30 | 20,83 | 22,00 | 22,03 | 21,67 |
| 32 | 20,00 | 19,93 | 20,30 | 20,40 |
| 35 | 21,43 | 21,33 | 21,70 | 21,73 |
| 37 | 20,13 | 20,07 | 20,47 | 20,57 |
| 39 | 16,90 | 17,37 | 17,40 | 17,20 |

Fuente: Propia

En la figura N° 7 se detalla el diagrama de dispersión de los datos de temperatura con relación a los días de seguimiento y control.

Figura 7: Diagrama de dispersión de temperatura



Fuente: Propia

En la tabla N° 35 se muestra la matriz de correlación con puntos críticos para los datos de Temperatura.

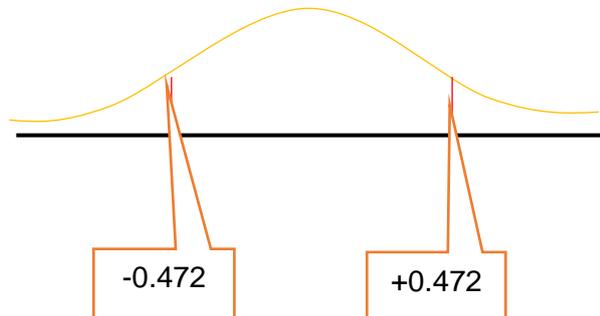
Tabla 35: Matriz de Correlación de Temperatura

| | <i>DIAS</i> | <i>CONTROL</i> | <i>DB</i> | <i>DM</i> | <i>DA</i> |
|----------------|--------------|----------------|-----------|-----------|-----------|
| <i>DIAS</i> | 1,000 | | | | |
| <i>CONTROL</i> | -,276 | 1,000 | | | |
| <i>DB</i> | -,327 | ,937 | 1,000 | | |
| <i>DM</i> | -,209 | ,985 | ,935 | 1,000 | |
| <i>DA</i> | -,284 | ,984 | ,976 | ,985 | 1,000 |

Fuente: Propia

± 0,472 Valor Crítico a 0,05 – Para 18 muestras al 95% de confiabilidad.

Haciendo uso del método gráfico tomaremos una decisión:



- Días- control: Cae en Zona de Rechazo del H_1 entonces acepto la H_0 , Existe relación Negativa.
- Días – Dosis Baja: Cae en Zona de Rechazo del H_1 entonces acepto la H_0 , Existe relación Negativa.
- Días – Dosis Media: Cae en Zona de Rechazo del H_1 entonces acepto la H_0 , Existe relación Negativa.
- Días – Dosis Alta: Cae en Zona de Rechazo del H_1 entonces acepto la H_0 , Existe relación Negativa.

Conductividad Eléctrica

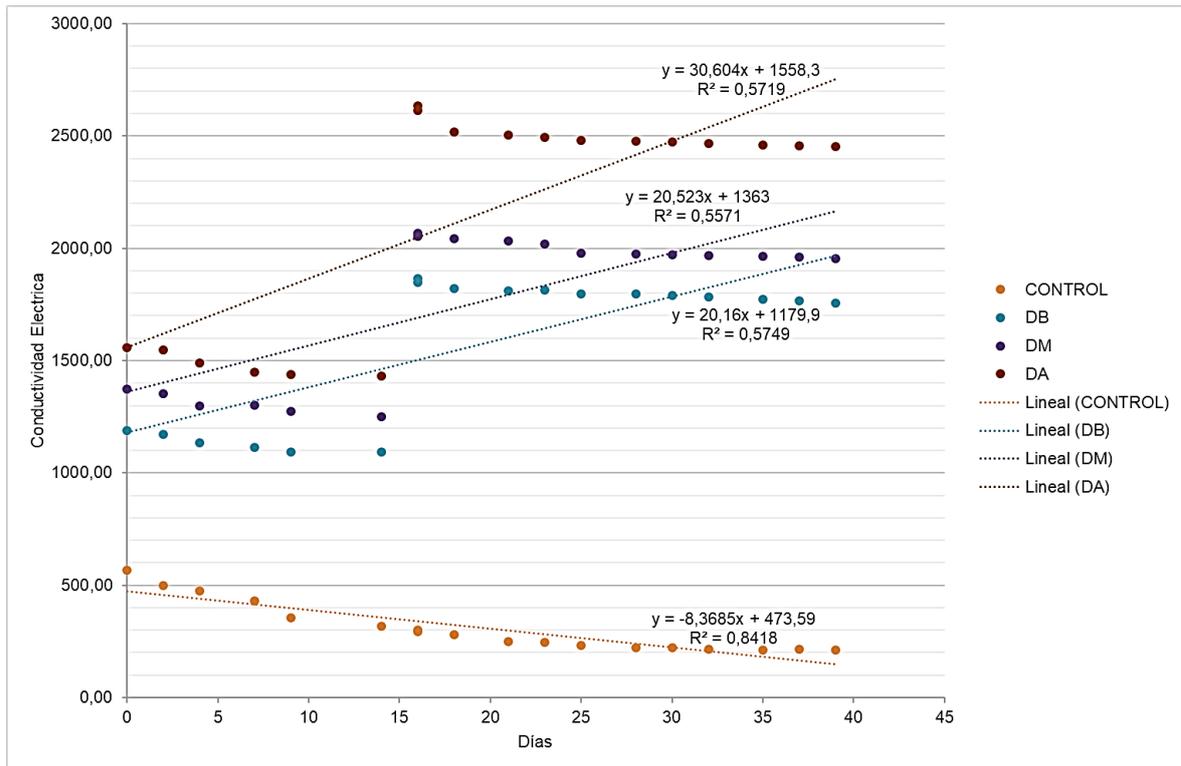
Tabla 36: Promedio de datos de Conductividad Eléctrica, tomados durante los días de experimentación

| CONDUCTIVIDAD ELECTRICA | | | | |
|-------------------------|---------|---------|---------|---------|
| DIAS | CONTROL | DB | DM | DA |
| 0 | 567,67 | 1189,33 | 1372,33 | 1558,00 |
| 2 | 499,33 | 1173,33 | 1353,00 | 1546,00 |
| 4 | 474,33 | 1132,67 | 1299,00 | 1490,33 |
| 7 | 429,67 | 1113,00 | 1302,67 | 1449,00 |
| 9 | 353,67 | 1095,00 | 1275,67 | 1439,00 |
| 14 | 317,00 | 1093,00 | 1250,00 | 1432,00 |
| 16 | 301,33 | 1864,00 | 2066,00 | 2633,00 |
| 16 | 294,33 | 1850,00 | 2055,00 | 2615,33 |
| 18 | 280,33 | 1819,67 | 2043,67 | 2519,33 |
| 21 | 250,33 | 1810,33 | 2033,00 | 2503,33 |
| 23 | 247,00 | 1813,33 | 2017,67 | 2492,67 |
| 25 | 231,00 | 1798,33 | 1978,00 | 2481,67 |
| 28 | 222,67 | 1796,00 | 1974,00 | 2476,33 |
| 30 | 221,67 | 1789,67 | 1971,67 | 2473,00 |
| 32 | 215,00 | 1782,67 | 1967,67 | 2466,33 |
| 35 | 213,33 | 1772,33 | 1964,33 | 2461,33 |
| 37 | 213,67 | 1767,00 | 1961,67 | 2455,33 |
| 39 | 213,00 | 1755,33 | 1955,67 | 2452,67 |

Fuente: Propia

En la figura N° 8 se detalla el diagrama de dispersión de los datos de Conductividad Eléctrica con relación a los días de seguimiento y control.

Figura 8: Diagrama de dispersión del Conductividad Eléctrica



Fuente: Propia

En la Tabla N° 37 se muestra la matriz de correlación con puntos críticos para los datos de Conductividad Eléctrica.

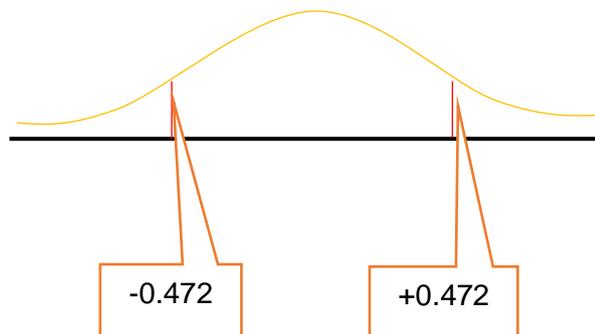
Tabla 37: Matriz de Correlación de Conductividad Eléctrica.

| | <i>DIAS</i> | <i>CONTROL</i> | <i>DB</i> | <i>DM</i> | <i>DA</i> |
|----------------|--------------|----------------|-----------|-----------|-----------|
| <i>DIAS</i> | 1,000 | | | | |
| <i>CONTROL</i> | -,917 | 1,000 | | | |
| <i>DB</i> | ,758 | -,808 | 1,000 | | |
| <i>DM</i> | ,746 | -,799 | ,999 | 1,000 | |
| <i>DA</i> | ,756 | -,807 | ,999 | ,999 | 1,000 |

Fuente: Propia.

± 0,472 Valor Crítico a 0,05 – Para 18 muestras al 95% de confiabilidad.

Haciendo uso del método gráfico tomaremos una decisión:



- Días- control: Cae en zona de rechazo del H_0 entonces acepto la H_1 , existe relación Negativa.
- Días – Dosis Baja: Cae en Zona de Rechazo del H_0 entonces acepto la H_1 , Existe relación Positiva.
- Días – Dosis Media: Cae en Zona de Rechazo del H_0 entonces acepto la H_1 , Existe relación Positiva.
- Días – Dosis Alta: Cae en Zona de Rechazo del H_0 entonces acepto la H_1 , Existe relación Positiva.

Oxígeno disuelto

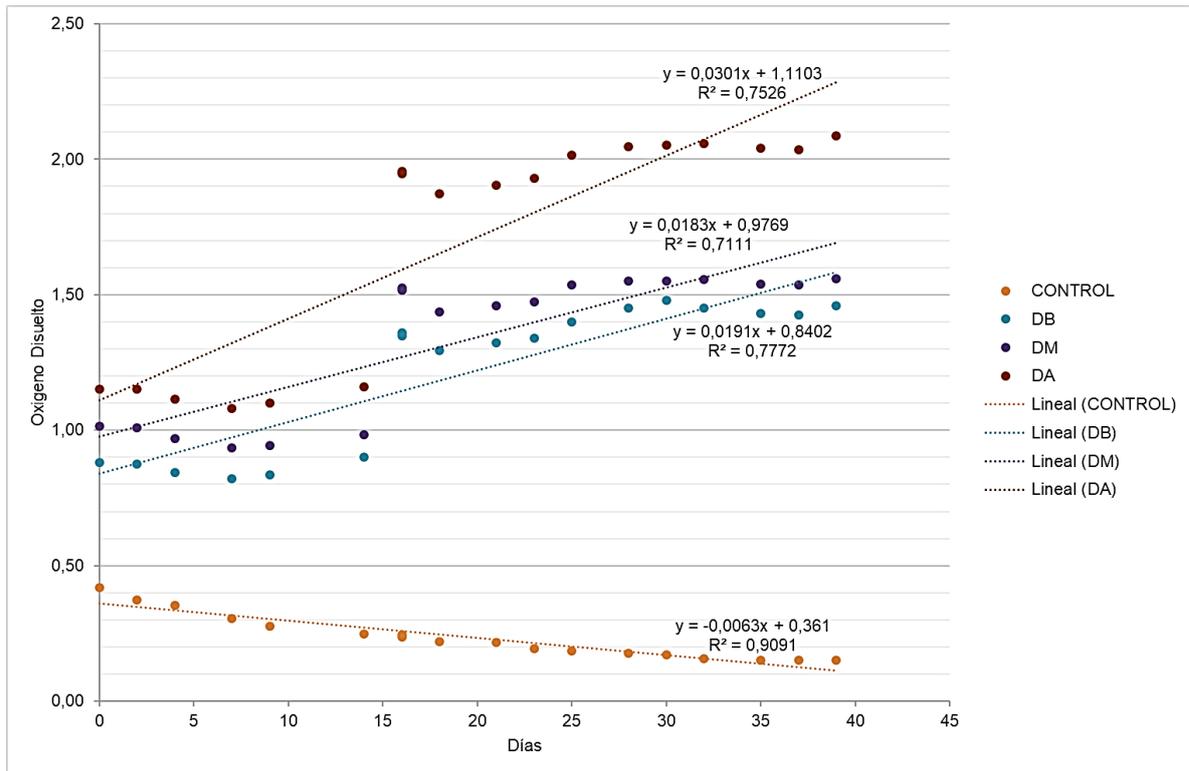
Tabla 38: Promedio de datos de oxígeno disuelto, tomados durante los días de experimentación

| OXIGENO DISUELTO | | | | |
|------------------|---------|------|------|------|
| DIAS | CONTROL | DB | DM | DA |
| 0 | 0,42 | 0,88 | 1,02 | 1,15 |
| 2 | 0,37 | 0,88 | 1,01 | 1,15 |
| 4 | 0,35 | 0,84 | 0,97 | 1,11 |
| 7 | 0,31 | 0,82 | 0,94 | 1,08 |
| 9 | 0,28 | 0,84 | 0,94 | 1,10 |
| 14 | 0,25 | 0,90 | 0,98 | 1,16 |
| 16 | 0,25 | 1,36 | 1,52 | 1,95 |
| 16 | 0,24 | 1,35 | 1,52 | 1,95 |
| 18 | 0,22 | 1,30 | 1,44 | 1,87 |
| 21 | 0,22 | 1,32 | 1,46 | 1,90 |
| 23 | 0,19 | 1,34 | 1,47 | 1,93 |
| 25 | 0,19 | 1,40 | 1,54 | 2,02 |
| 28 | 0,18 | 1,45 | 1,55 | 2,05 |
| 30 | 0,17 | 1,48 | 1,55 | 2,05 |
| 32 | 0,16 | 1,45 | 1,56 | 2,06 |
| 35 | 0,15 | 1,43 | 1,54 | 2,04 |
| 37 | 0,15 | 1,42 | 1,54 | 2,03 |
| 39 | 0,15 | 1,46 | 1,56 | 2,09 |

Fuente: Propia

En la figura N° 9 se detalla el diagrama de dispersión de los datos de oxígeno disuelto con relación a los días de seguimiento y control.

Figura 9: Diagrama de dispersión del oxígeno disuelto



Fuente: Propia

En la Tabla N° 39 se muestra la matriz de correlación con puntos críticos para los datos de oxígeno disuelto.

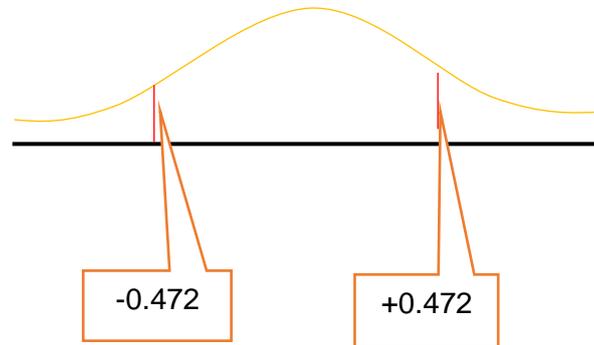
Tabla 39: Matriz de Correlación de Oxígeno Disuelto

| | <i>DIAS</i> | <i>CONTROL</i> | <i>DB</i> | <i>DM</i> | <i>DA</i> |
|----------------|--------------|----------------|-----------|-----------|-----------|
| <i>DIAS</i> | 1,000 | | | | |
| <i>CONTROL</i> | -,953 | 1,000 | | | |
| <i>DB</i> | ,882 | -,869 | 1,000 | | |
| <i>DM</i> | ,843 | -,837 | ,995 | 1,000 | |
| <i>DA</i> | ,868 | -,863 | ,998 | ,998 | 1,000 |

Fuente: Propia

± 0,472 Valor Crítico a 0,05 – Para 18 muestras al 95% de confiabilidad.

Haciendo uso del método gráfico tomaremos una decisión:



- Días- control: Cae en zona de rechazo del H_0 entonces acepto la H_1 , existe relación Negativa.
- Días – Dosis Baja: Cae en Zona de Rechazo del H_0 entonces acepto la H_1 , Existe relación Positiva.
- Días – Dosis Media: Cae en Zona de Rechazo del H_0 entonces acepto la H_1 , Existe relación Positiva.
- Días – Dosis Alta: Cae en Zona de Rechazo del H_0 entonces acepto la H_1 , Existe relación Positiva.

Para los parámetros de campo en el tiempo de 39 días que duró la experimentación se pudo observar cierta tendencia a la estabilidad en los últimos días, además de ello de la influencia de factores climáticos como la temperatura ambiental y radiación, que fueron más frecuentes durante el tiempo que duró esta investigación, además del impacto que generó la aplicación de Mantenimiento de EM Agua, a continuación, se detallan los resultados.

En cuanto al pH, se observa que existe correlación positiva en el control presentando valores alcalinos de 7,42 a 11,22, pero el comportamiento es distinto para las unidades experimentales donde se aplicó el EM Agua, ya que la correlación es negativa con respecto al tiempo, esto significa que conforme pasaron los días hubo una ligera disminución de pH, con valores que comprendieron rangos de 3,70 a 5,09.

Para temperatura, se observa que las unidades experimentales con dosis de EM Agua y los Controles no tuvieron correlación con los días, pero los datos tienen tendencia negativa. Esto es debido a que la temperatura dependió más de las condiciones climáticas de los días en los que se realizó el seguimiento, como temperatura ambiental y radiación, presentándose valores mínimos de 16,07 °C y máximos de 28,30 °C.

Para conductividad eléctrica, en el caso de las unidades Control la correlación es negativa, siendo igual para las unidades donde se aplicó el EM Agua, observando que cuando se hizo la Aplicación de Mantenimiento de EM Agua hubo un ligero aumento de este parámetro, pero se conservó la tendencia de disminución.

Para oxígeno disuelto, en el caso de las unidades control, se observó que existe correlación negativa con respecto al tiempo, debido al consumo de bacterias presentes en el agua residual, lo contrario paso a las unidades experimentales donde se aplicó el EM Agua, ya que la correlación de los datos fue positiva, acotando que cuando se hizo la aplicación de Mantenimiento de EM Agua hubo un ligero aumento de este parámetro, pero se conservó la tendencia al aumento, además se observó del consumo de este elemento por parte de los microorganismos para la degradación de Materia Orgánica, en proporciones mínimas, pero tuvo un ligero incremento debido a la actividad fotosintética de bacterias del EM Agua.

4.1.5. CONTAMINANTES FISICOQUÍMICOS

Para probar la hipótesis referida a los contaminantes fisicoquímicos, se promediaron los datos de laboratorio, que se evidenciaron en los anexos N° 6 y 7 esta información muestra los datos obtenidos de laboratorio para todas las unidades experimentales, antes y después de la aplicación de EM Agua.

A continuación, se realiza la prueba de hipótesis:

Hipótesis Nula (H_0): No existe correlación negativa entre las dosis de EM Agua con respecto a los parámetros fisicoquímicos de las unidades de estudio.

Hipótesis Alternativa (H_1): Si existe correlación negativa entre las dosis de EM Agua con respecto a los parámetros fisicoquímicos de las unidades de estudio.

Hipótesis Estadística:

| | |
|-----------------------|------------------------------------|
| H₀: | $\rho \neq 0$ (No hay correlación) |
| H₁: | $\rho = 0$ (Si hay correlación) |

Tipo de prueba: Bilateral Derecha.

Prueba de matriz de correlación con puntos críticos:

Tabla 40: Matriz de Correlación de Contaminantes Físicoquímicos

| | <i>Dosis</i> | <i>Sólidos Totales en Suspensión</i> | <i>Demanda Bioquímica de Oxígeno</i> | <i>Demanda Química de Oxígeno</i> | <i>Aceites y Grasas</i> |
|--------------------------------------|--------------|--------------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------|
| <i>Dosis</i> | 1,000 | | | | |
| <i>Sólidos Totales en Suspensión</i> | ,361 | 1,000 | | | |
| <i>Demanda Bioquímica de Oxígeno</i> | ,995 | ,295 | 1,000 | | |
| <i>Demanda Química de Oxígeno</i> | ,998 | ,412 | ,991 | 1,000 | |
| <i>Aceites y Grasas</i> | ,439 | -,672 | ,490 | ,387 | 1,000 |

Fuente: Propia

En la tabla 33, se muestran los valores para el coeficiente de correlación.

De acuerdo a ello, para el análisis de 5 datos muestrales, a un 95% de confiabilidad obtenemos el siguiente valor crítico:

| | |
|----------------|---|
| ± 0,950 | Valor Crítico a 0,05 – Para 5 datos muestrales al 95% de confiabilidad. |
|----------------|---|

En los siguientes análisis estadísticos se muestra los promedios de los datos de laboratorio, para las unidades experimentales de Control, Dosis Baja (DB), Dosis Media (DM), y Dosis Alta (DA).

Sólidos Totales en Suspensión

Tabla 41: Datos de Laboratorio de sólidos totales en suspensión de las unidades experimentales

| Sólidos Totales en Suspensión | |
|-------------------------------|-------------------|
| Unidad Experimental | Resultados (mg/L) |
| LB - I | 21 |
| LB - S | 25 |
| Control 1 | 298 |
| Control 2 | 300 |
| Control 3 | 354 |
| DB - R1 | 375 |
| DB - R2 | 344 |
| DB - R3 | 376 |
| DM - R1 | 368 |
| DM - R2 | 137 |
| DM - R3 | 261 |
| DA - R1 | 668 |
| DA - R2 | 308 |
| DA - R3 | 308 |

Fuente: Propia

En el siguiente cuadro se observa los promedios de los datos anteriormente detallados.

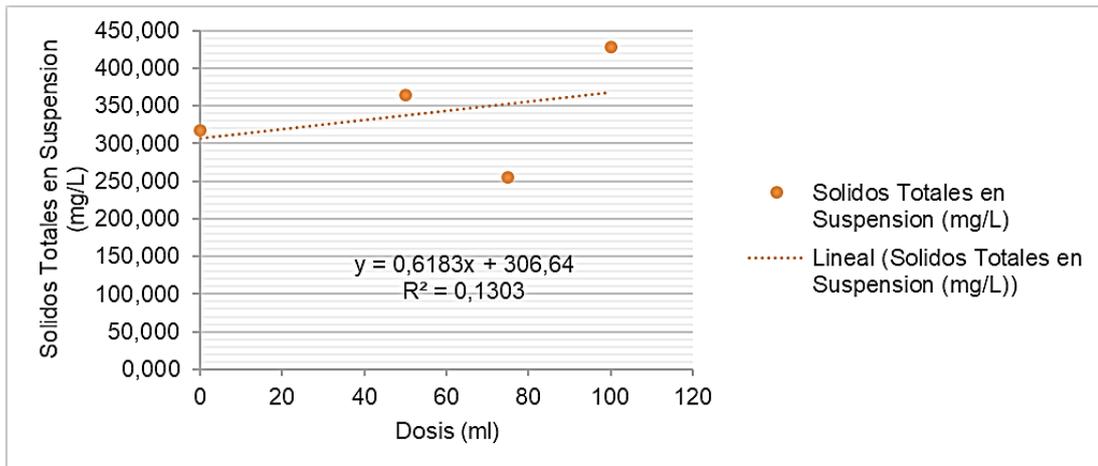
Tabla 42: Promedio de sólidos totales en suspensión, en relación a las dosis

| Unidades de Trabajo | Dosis (ml) | Sólidos Totales en Suspensión (mg/L) |
|---------------------|------------|--------------------------------------|
| Control | 0 | 317,333 |
| Dosis Baja (DB) | 50 | 365,000 |
| Dosis Media (DM) | 75 | 255,333 |
| Dosis Alta (DA) | 100 | 428,000 |

Fuente: Propia

En la figura N° 10 se detalla el diagrama de dispersión de los datos de sólidos totales en suspensión con relación a las dosis aplicadas a las unidades experimentales.

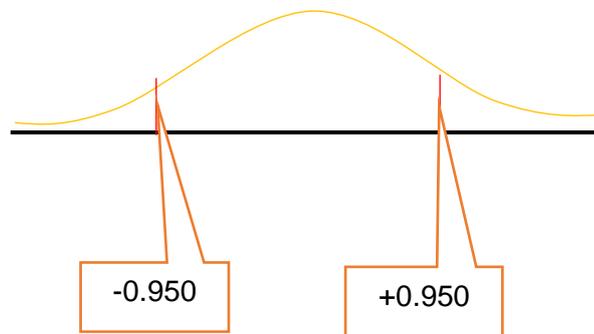
Figura 10: Diagrama de dispersión de Sólidos Totales en Suspensión



Fuente: Propia

De acuerdo a la matriz de correlación se obtuvo como valor por la relación de Dosis con los sólidos Totales en Suspensión igual a 0,361.

Haciendo uso del método gráfico tomaremos una decisión:



Cae en zona de aceptación del H_0 entonces rechazó la H_1 , por lo tanto, no existe correlación, pero la dispersión de datos es positiva con respecto a la dosis.

Demanda Bioquímica de Oxígeno

Tabla 43: Datos de laboratorio de demanda bioquímica de oxígeno de las unidades experimentales

| Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO) | |
|--|-------------------|
| Unidad Experimental | Resultados (mg/L) |
| LB - I | 62,9 |
| LB - S | 30,5 |
| Control 1 | 223,3 |
| Control 2 | 235,3 |
| Control 3 | 257 |
| DB - R1 | 2285 |
| DB - R2 | 1985 |
| DB - R3 | 2245 |
| DM - R1 | 3095 |
| DM - R2 | 3247,5 |
| DM - R3 | 2860 |
| DA - R1 | 3726,7 |
| DA - R2 | 3360 |
| DA - R3 | 3823,3 |

Fuente: Propia

En el siguiente cuadro se observa los promedios de los datos anteriormente detallados.

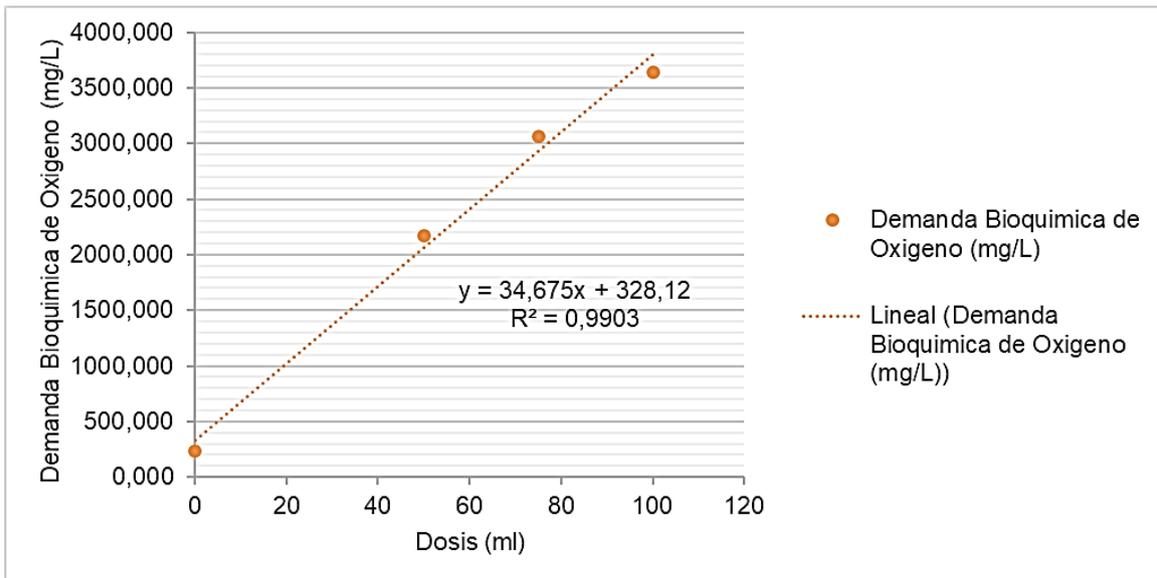
Tabla 44: Promedio de demanda bioquímica de oxígeno, en relación a las dosis

| Unidades de Trabajo | Dosis (ml) | Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/L) |
|---------------------|------------|--------------------------------------|
| Control | 0 | 238,533 |
| Dosis Baja (DB) | 50 | 2171,667 |
| Dosis Media (DM) | 75 | 3067,500 |
| Dosis Alta (DA) | 100 | 3636,667 |

Fuente: Propia

En la figura N° 11 se detalla el diagrama de dispersión de los datos de demanda bioquímica de oxígeno con relación a las dosis aplicadas a las unidades experimentales.

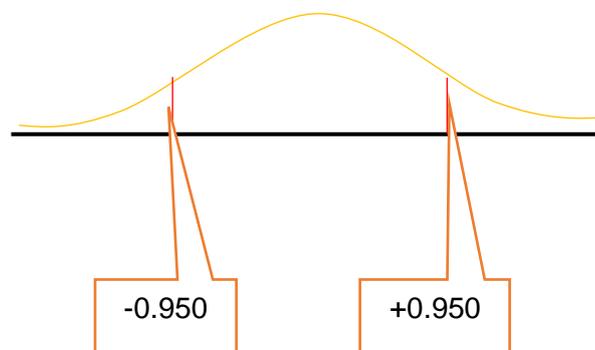
Figura 11: Diagrama de dispersión de demanda bioquímica de oxígeno



Fuente: Propia

De acuerdo a la matriz de correlación se obtuvo como valor por la relación de dosis con la demanda bioquímica de oxígeno igual a 0,995.

Haciendo uso del método gráfico tomaremos una decisión:



Cae en zona de rechazo del H_0 entonces acepto la H_1 , Si existe correlación de datos, pero esta no es negativa, al contrario, es positiva con respecto a la dosis.

Demanda Química de Oxígeno

Tabla 45: Datos de laboratorio de demanda química de oxígeno de las unidades experimentales

| Demanda Química de Oxígeno (DQO) | |
|---|-------------------|
| Unidad Experimental | Resultados (mg/L) |
| LB - I | 143,2 |
| LB - S | 75,4 |
| Control 1 | 466,3 |
| Control 2 | 459,1 |
| Control 3 | 481,4 |
| DB - R1 | 5314,9 |
| DB - R2 | 4895,7 |
| DB - R3 | 5763,5 |
| DM - R1 | 7125,8 |
| DM - R2 | 7407,4 |
| DM - R3 | 6988,3 |
| DA - R1 | 10289,2 |
| DA - R2 | 9077,5 |
| DA - R3 | 10610,1 |

Fuente: Propia

En el siguiente cuadro se observa los promedios de los datos anteriormente detallados.

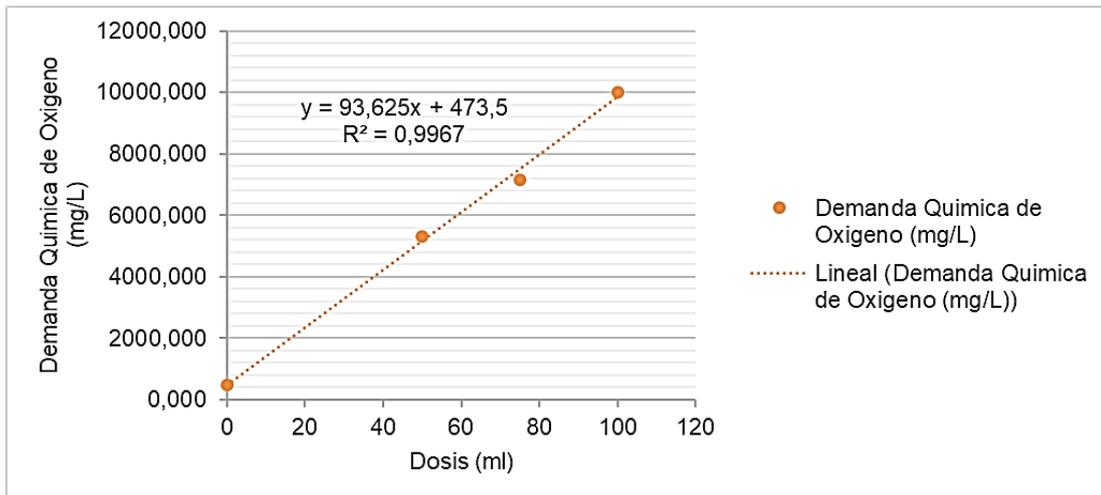
Tabla 46: Promedio de demanda química de oxígeno, en relación a las dosis

| Unidades de Trabajo | Dosis (ml) | Demanda Química de Oxígeno (mg/L) |
|---------------------|------------|-----------------------------------|
| Control | 0 | 468,933 |
| Dosis Baja (DB) | 50 | 5324,700 |
| Dosis Media (DM) | 75 | 7173,833 |
| Dosis Alta (DA) | 100 | 9992,267 |

Fuente: Propia

En la figura N° 12 se detalla el diagrama de dispersión de los datos de demanda química de oxígeno con relación a las dosis aplicadas a las unidades experimentales.

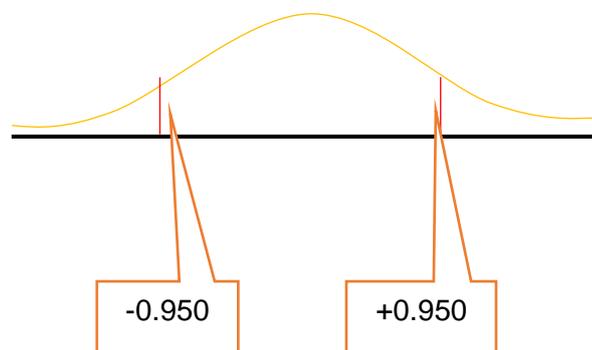
Figura 12: Diagrama de dispersión de demanda química de oxígeno



Fuente: Propia

De acuerdo a la matriz de correlación se obtuvo como valor por la relación de dosis con la demanda química de oxígeno igual a 0,998.

Haciendo uso del método gráfico tomaremos una decisión:



Cae en zona de rechazo del H_0 entonces acepto la H_1 , Sí existe correlación de datos, pero esta no es negativa, al contrario, es positiva con respecto a la dosis.

Aceites y Grasas

Tabla 47: Datos de Laboratorio de aceites y grasas de las unidades experimentales

| Aceites y Grasas | |
|---------------------|-------------------|
| Unidad Experimental | Resultados (mg/L) |
| LB - I | 5,4 |
| LB - S | 1,3 |
| Control 1 | 2 |
| Control 2 | 3,7 |
| Control 3 | 3,1 |
| DB - R1 | 3,9 |
| DB - R2 | 2,8 |
| DB - R3 | 2,3 |
| DM - R1 | 3,4 |
| DM - R2 | 4,7 |
| DM - R3 | 11,1 |
| DA - R1 | 4,1 |
| DA - R2 | 3,6 |
| DA - R3 | 3 |

Fuente: Propia

En el siguiente cuadro se observa los promedios de los datos anteriormente detallados.

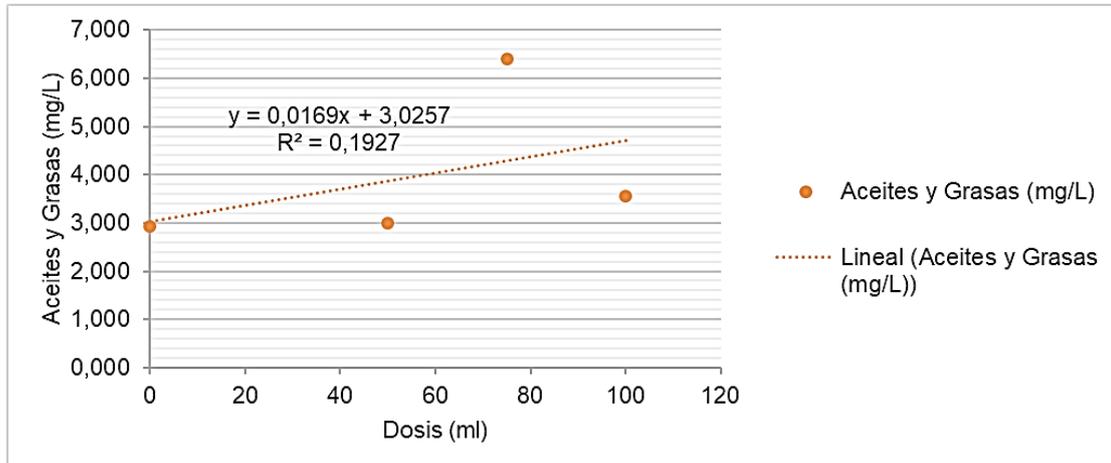
Tabla 48: Promedio aceites y grasas, en relación a las dosis

| Unidades de Trabajo | Dosis (ml) | Aceites y Grasas (mg/L) |
|---------------------|------------|-------------------------|
| Control | 0 | 2,933 |
| Dosis Baja (DB) | 50 | 3,000 |
| Dosis Media (DM) | 75 | 6,400 |
| Dosis Alta (DA) | 100 | 3,567 |

Fuente: Propia

En la figura N° 13 se detalla el diagrama de dispersión de los datos de Aceites y Grasas con relación a las dosis aplicadas a las unidades experimentales.

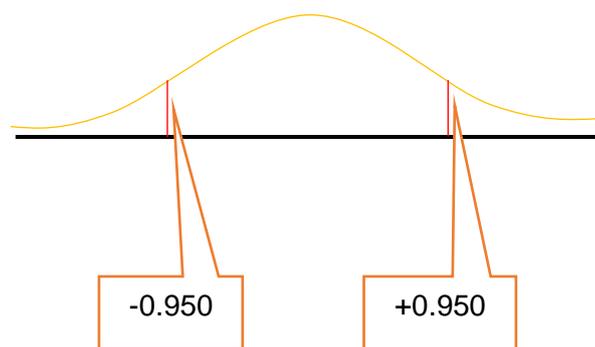
Figura 13: Diagrama de dispersión de aceites y grasas



Fuente: Propia

De acuerdo a la matriz de correlación se obtuvo como valor por la relación de dosis con la demanda química de oxígeno igual a 0,439.

Haciendo uso del método gráfico tomaremos una decisión:



Cae en zona de aceptación del H_0 entonces rechaza la H_1 , por lo tanto, no existe correlación, pero la dispersión de datos es positiva con respecto a la dosis.

En el caso de los parámetros fisicoquímicos, la dependencia con las dosis agregadas de EM Agua no fue visible en ciertos parámetros y en otros si, a continuación, se detallan, los resultados:

De acuerdo a lo analizado, para los sólidos totales en suspensión se mostró que existe dispersión positiva de los datos, pero estos no tienen relación a la dosis suministrada, observando que el dato que presentó variación significativa, fue el de dosis media teniendo un valor de 255,333 mg/L, y el valor más alto se presentó en las dosis altas con 428,000 mg/L.

En cuanto a demanda bioquímica de oxígeno, se observó que existe correlación positiva de los datos, con relación a la dosis suministrada, teniendo como valor mínimo el obtenido por el control de 238,533 mg/L, y el máximo el de dosis alta 3636,667 mg/L.

En cuanto a demanda química de oxígeno, se observó que existe correlación positiva de los datos, con relación a la dosis suministrada, teniendo como valor mínimo el obtenido por el control de 468,933 mg/L, y el máximo el de dosis alta 9992,267 mg/L.

Para aceites y grasas se mostró que existe dispersión positiva de los datos, pero estos no tienen relación a la dosis suministrada, observando que existe un ligero aumento de la unidad control y dosis baja, de 2,933 mg/L a 3,000 mg/L, además la dosis media presentó el valor más alto de 6,400 mg/L, en cuanto a la dosis alta este tubo un valor de 3,567 mg/L

CONCLUSIONES

1. La aplicación de Microorganismos Eficaces (EM Agua) tuvo como efecto el incremento de ciertos parámetros fisicoquímicos, como el DBO y DQO que están estrechamente relacionados con las dosis, conforme esta aumentaba, el DBO y DQO lo hicieron de igual manera, y la variación de los datos de Sólidos Totales en Suspensión y Aceites y Grasas, fue independientemente de la dosis de EM Agua inoculadas en las Unidades Experimentales, ya que no guardo relación. En cuanto a los parámetros Microbiológicos, se observó la disminución de coliformes termotolerantes llegando a valores menores a 1,8 NMP/ml, luego de la aplicación de EM Agua.
2. La aplicación de EM Agua influyó en la disminución de los contaminantes microbiológicos, obteniendo resultado datos menores a 1,8 NMP/ml, comparado al método convencional que usa lodos activados, con la tecnología EM Agua, esta suprimió la actividad de microorganismos fecales. Tomando en cuenta, el tiempo de retención en el tratamiento en la PTAR Concepción, se considera que es menor al que se usó en esta investigación, además de ello hay factores como el pH de la solución acuosa, y temperatura del ambiente, que facilitaron la disminución de este contaminante.
3. La aplicación de EM Agua influyó en el incremento gradual según sea la dosis del contenido de contaminantes metálicos en las unidades experimentales, comparado al método convencional de lodos activados, esta tecnología permitió observar el incremento de metales, dependiente de la dosis de EM Agua, inoculada en las unidades experimentales. En consecuencia, esto implica que, a dosis de menor concentración, hubo menor presencia de metales, y en el caso de dosis altas, esta se incrementa. Este efecto tubo mayor incidencia en metales como el arsénico, cadmio, estroncio, magnesio, manganeso, plomo y zinc, en cuanto a mercurio, los valores arrojados por laboratorio, estuvieron fuera del límite de detección.
4. El tipo de correlación que existe entre los parámetros de campo con respecto al tiempo, fue muy variable, esto debido a que dependió mucho de factores climáticos como la temperatura ambiental y la radiación. Para pH durante los 39 días que duró esta investigación, se observó la tendencia a la estabilidad de 3,68 como valor más bajo en la dosis alta a 11,23 en los controles. Esto debido a la actividad de ciertos microorganismos ácido lácticos. En el caso de temperatura, los valores cambiaron con el tiempo, ya que fueron factores como temperatura ambiental y radiación solar

los que influenciaron en el incremento o disminución. Se observó que, para oxígeno disuelto, se mantuvo una tendencia a la estabilidad, y el ligero aumento en el tiempo, debido a la actividad microbial de microorganismos fotosintéticos, y otros que usan este recurso para la degradación de materia orgánica. La conductividad eléctrica, tuvo como tendencia a la estabilidad, con valores establecidos en un rango de 296 uS como valor más bajo en los controles llegando tener como más alto el presentado en las dosis altas con 1566 uS durante la aplicación de choque, luego de la segunda aplicación de mantenimiento se observó como valor más bajo el de la unidad control de 210 uS y el más alto en la dosis alta con 2636 uS provocado por el ingreso de sales y otros sólidos disueltos en la solución de las unidades experimentales.

5. El tipo de correlación que existe entre las dosis de EM Agua con los parámetros fisicoquímicos fueron muy distintos para cada uno, observándose que para DBO y DQO sí hubo correlación directa con la dosis de EM Agua esto indica que cuanto más EM Agua sea agregado al agua residual mayor será el contenido de DBO y DQO, esto debido a que en la solución acuosa que comprende el EM Agua, melaza y agua, hay mayor concentración de materia orgánica, esto hace que la DBO se incremente (15). Se observó la dispersión de datos los que no guardaron relación para aceites y grasas ya que este parámetro bien se incrementó o disminuyó no dependiendo de las dosis de EM Agua, debemos tener en cuenta que cuando los microorganismos se encuentran en una etapa de crecimiento y reproducción, donde la cantidad de microorganismos se incrementa exponencialmente (58), se produce el consumo de nutrientes del medio acuoso compuesto de minerales, materia orgánica, aceites y grasas, etc. (59), entonces para el aprovechamiento de los nutrientes los microorganismos producen lipasas, conocidos como inductores, que pertenece al grupo de compuestos oleosos, así que la concentración de aceites y grasas se incremente o disminuya indistintamente, esto depende del comportamiento que tenga las bacterias fotosintéticas específicamente *rhodopseudomonas spp* (60).
6. En cuanto a sólidos totales en suspensión, se observa que cuanto mayor sea la dosis de EM Agua esta se incrementa, comparado a los datos obtenidos inicialmente y a las unidades control hay un aumento significativo, habiendo una excepción en la dosis media donde hay disminución de este parámetro, esto debido a que como parte de la activación del EM Agua, involucra hacer la mezcla con melaza, agua y EM Agua, el medio acuoso se carga de sólidos totales en suspensión, sumado a lo que ya estaba presente en el agua residual, este incremento es directamente proporcional a la dosis agregada en cada unidad experimental, esto quiere decir que la composición

del EM Agua incrementa los sólidos totales en suspensión en las unidades experimentales.

RECOMENDACIONES

1. Antes de iniciar las actividades de experimentación o de investigación en una institución pública o privada, se debe realizar los trámites respectivos para los permisos de ingreso y uso de las instalaciones, en este documento se detalla las actividades que se realizarán, las áreas que se emplearán para colocar los equipos y unidades experimentales, en caso requiera, y detallar si se realizará el uso de suministros de energía o agua.
2. Cuando se realizan actividades dentro de plantas de tratamiento de aguas residuales, es muy frecuente tener olores fuertes que provienen de las estructuras y equipos que se usan para el tratamiento de aguas residuales; además de ello si se hará o tendrá contacto directo con los líquidos se recomienda usar los equipos de protección personal necesarios, como: guantes de látex, mascarillas, overol enterizo; estos evitarán tener contacto directo y contaminarse físicamente.
3. Para obtener y registrar los datos de campo, para este caso temperatura, pH, oxígeno disuelto y conductividad, es necesario usar un equipo multiparámetro, por ello se debe comprobar que el equipo este calibrado, además de hacer la verificación en campo, y comprobar que el equipo está en óptimas condiciones, por ello es recomendable llevar consigo los buffer de verificación, y en caso este descalibrado usar los buffer de calibración para este propósito, para finalmente, hacer que las mediciones y los datos que arrojen sean confiables para la investigación.
4. Tener en consideración los factores climatológicos, como las lluvias, tormentas, neblinas u otros similares, ya que estos afectarían a los equipos que se usan, debido al contacto del agua con los equipos, cables o tomacorriente que provocarían un posible peligro de electrocución a las actividades que se desarrollan; por ello, se recomienda diseñar estructuras que eviten el contacto con el piso y consecuentemente el agua que corre por ella.
5. Para el envío de las muestras al laboratorio, estas deben ir a una temperatura menor de 5 °C aproximadamente, para ello se usa el gelpack, se recomienda que este debe congelarse días antes del envío de las muestras y luego ser trasladadas a los puntos de muestreo para ser usadas inmediatamente después de recolectar la muestra en el campo; el traslado debe ser en coolers debidamente acondicionadas para el envío.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA EDUCACIÓN LA CIENCIA Y LA CULTURA. (2017). Aguas Residuales el Recurso Desaprovechado. París, Francia.
2. ORGANIZACIÓN DE COOPERACIÓN Y DESARROLLO ECONÓMICO. (2010). Pricing Water Resources and Water and Sanitation Services. Paris, Francia.
3. UNICEF/OMS (FONDO DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA INFANCIA/ORGANIZACIÓN MUNDIAL PARA LA SALUD). Evaluación Mundial del Abastecimiento de Agua y el Saneamiento en 2000. Nueva York/Ginebra [online]. 2000. Available from: www.who.int/water_sanitation_health/monitoring/jmp2000.pdf
4. SUNASS, Superintendencia Nacional de Servicios de Saneamiento. (2008). Diagnóstico Situacional de los Sistemas de Tratamiento de Aguas Residuales en las EPS del Perú y Propuestas de Solución. Lima, Perú.
5. AUTORIDAD_NACIONAL_DEL_AGUA. Autoridad Nacional del Agua | ANA web - Autoridad Nacional del Agua. [online]. [Accessed 23 August 2019]. Available from: <http://www.ana.gob.pe/#>
6. EL_PERUANO. Diario Oficial El Peruano. [online]. [Accessed 23 August 2019]. Available from: <https://elperuano.pe/>
7. CARITAS ARQUIDIOCESANA. (2010). Fortalecimiento de la Gestión Ambiental para la lucha contra la Contaminación en la Zona Alta y Media de la Cuenca del Río Mantaro Región Junín - El Mantaro Revive [online]. Huancayo. [Accessed 20 February 2019]. Available from: <http://elmantarorevive.blogspot.com/p/nosotros.html>
8. BELTRÁN BELTRÁN, Tony Reilly and CAMPOS RIVEROS, Cynthia Melissa. (2016). Influencia de Microorganismos Eficaces sobre la Calidad de Agua y Lodo Residual, Planta de Tratamiento de Jauja. Universidad Nacional del Centro del Perú.
9. ATILIO, Valdez Pino. (2016). Aplicación de Microorganismos Eficaces (EM) Para el Tratamiento de las Aguas Residuales Domésticas en la Localidad de Chucuito. Universidad Nacional del Altiplano.
10. APAZA SAAVEDRA, Alejandro Omar. (2017). Uso de Microorganismos Eficaces en el Mejoramiento de la Calidad de Aguas Residuales de la Industria Láctea, LIMA - 2017. Universidad César Vallejo.
11. JUANITA, Cardona Gómez. and LUISA ALEJANDRA, Garcia Galindo. (2008). Evaluación del Efecto de los Microorganismos Eficaces (EM) sobre la Calidad de un Agua Residual Doméstica. Pontificia Universidad Javeriana.

12. AGUILAR, René Manuel Toc. (2012). Efecto de los Microorganismos Eficientes (ME) en las Aguas Residuales de la Granja Porcina de Zamorano, Honduras.
13. RODRIGUEZ LÓPEZ, Julian Andrés. (2012). Purificación del Agua por Medio de Microorganismos Eficientes y Filtración. GI School.
14. ROMERO LÓPEZ, Teresita de Jesus and VARGAS MATO, Dabiel. (2017). Uso de Microorganismos Eficientes para Tratar Aguas Contaminadas. CIH - Ingeniería Hidráulica y Ambiental. Vol. 3, p. 88–100.
15. ROMERO ROJAS, Jairo Alberto. (2008) Tratamiento de Aguas Residuales, Teoría y Principios de Diseño. Volumen II. Bogotá, Colombia. : Escuela Colombiana de Ingeniería.
16. NOVOTNY, V. Water quality: Diffuse Pollution y Watershed management. Inc. Boston. USA. : John Wiley y sons, Inc. 2003. P. 2.
17. SANCHEZ, J. (2003). Evaluación y monitoreo Microbiológico y fisicoquímico de una Planta de Tratamiento de Agua Residual por Rizofiltración, en una empresa Productora de discos compactos. Pontificia Universidad Javeriana.
18. METCALF. and EDDY. Wastewater Engineering. Treatment y Reuse. Vol. IV. Boston, Massashuttes. : Mc Graw Hill, 2003.
19. MARA, D. and CAIRNCROSS, S. (1990). Directrices para el Uso sin Riesgos de Aguas Residuales y Excretas en Agricultura y Acuicultura: Medidas de Protección de salud Pública. Ginebra : Organizacin Mundial de la Salud. P. 212.
20. LEYVA, P. Medio Ambiente en Colombia. IDEAM - Bogotá D.C. Colombia. (1998). Vol. I, p. 112.
21. BLUNDI, C.E. (1988). Aplicación de Métodos Alternativos para la Determinación de Materia Orgánica en Aguas Residuales. Universidad de San Carlos.
22. CASTRO, S. Procedimientos Simplificados de Análisis Químicos de Aguas Residuales. In : Vol. I. 1995. p. 95.
23. KRISHNAMURTHY, S. Bioacumulación y Transporte Ambiental de los Metales. Journal of Chemical Education. 1992. Vol. 5, p. 347–350.
24. M. WILLEY, Joanne., M. SHERWOOD, Linda. and J. WOOLVERTON, Christopher. Microbiología. Séptima. United States : Mc Graw Hill.(2009).
25. LUV, D. and LIPTÁK, B. Wastewater Treatment. USA: Lewis. (1999). Vol. I, p. 1269.
26. HIGA, T. and PARR, J. Beneficial and Effective Microorganisms for a Sustainable Agriculture and Environment. Atami. Japan : International Nature Farming Venter. 1994. Vol. I, p. 17.

27. SANGKKARA, U. The Technology of Effective Microorganisms. Case Studies of Application. Cirencester, UK : Royal Agricultural College. (2002).
28. ATLAS, R. and BARTHA, R. Ecología Microbiana y Microbiología Ambiental. Vol.III. Madrid, España. : Addison Wesley. (1998).
29. GARCIA, J. Comparación de la Fertilización Orgánica y Convencional a partir del uso de Microorganismos Eficaces y Químicos Tradicionales sobre la Producción de Biomasa durante un Ciclo de Cosecha en un Cultivo de Rábano gordo. Revista Latinoamericana de Microbiología. 2006. Vol. I, p. 73.
30. WIDIDANA, G. and HIGA, T. Model of Integrated Farming System With Effective Micoorganisms (EM) Technology in Bali Isly. In : Presented at 5 th International Kyusey Nature Farming Conference, October 1997. Thaily., 1997. p. 22.
31. HOLT, J. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. Philadelphia : Lippincott Williams y Wilkins Eds. 2000. Vol. IX, p. 787.
32. VIVANCO, A. (2003). Elaboración de EM Bocashi y su Evaluacion en el Cultivar Maíz, bajo Riego en Zapotillo. Universidad Nacional de Loja. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, Carrera de Ingeniería Agronómica. Loja. Ecuador. Vol. I, p. 75.
33. JGI. JGI Genome Portal - Home. University of California [online]. (2019). [Accessed 5 May 2019]. Available from: <https://genome.jgi.doe.gov/portal/>
34. KYUM, M., CHOI, K., YIN, C., LEE, K., WAN-TAEK, I., LIM, J. and LEE, S. Odorous Swine Wastewater Treatment by Purple non Sulfur Bacteria, Rhodopseudomonas plustris, Isolated from Eutrophicated ponds. Biotechnology Letters. 2004. Vol. I, p. 819.
35. CETINKAYA, G. and ÓSTURK, A. (1999). Biodegradation of Homocyclic y Heterocyclic Aromatic Compounds by Rhodopseudomonas palustis Strain. Tukey Journal of Biology. Vol. I, p. 507.
36. HONDA, R., FUKISHI, K. and YAMAMOTO, K. (2006) Optimization of Wastewater Feeding for Single - cell Protein Production in an Anaerobic Wastewater Treatment Process Utilizing purple Non - Sulfur Bacteria in Mixed Culture Condition. Journal of Biotechnology. Vol. I, p. 125.
37. RODRIGUEZ and PALENZUELA, P. (2000) Ácidos Orgánicos como Agentes Antimicrobianos. Departamento de Biotecnología, Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España. p. 11.
38. ROSELAND, Mark. Sustainable community development: integrating environmental, economic, and social objectives. Progress in Planning [online]. 1 January 2000. Vol. 54, no. 2, p. 73–132. [Accessed 5 May 2019]. DOI 10.1016/S0305-9006(00)00003-9. Available

from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305900600000039>

39. EARLY, R. (1998). Tecnología de los Productos Lácteos. Vol. IV. Zaragoza, España. : Acribia.
40. KELLY, W.J., DAVEY, G.P. and WARD, I.J.H. (1998) Characterization of Lactococci Isolated from Minimally Processed fresh Fruit and Vegetables. International Journal of Food Microbiology.
41. MERCK. (2003). Manual de Medios de Cultivo. Agar para lactobacillus. Barcelona, España: de Mann. Rogosa and Sharpe. 2003. P. 126.
42. HARVEY, W.B., DREU, S. and WANG, D. (1985). Comprehensive Biotechnology. The Practice of Biotechnology: Current Commodity Products. United States : Pergamon Press. Vol. III, p. 250.
43. KOROLUK, Carlos Alberto. Cerveza de Argentina. [online]. (2017). [Accessed 5 February 2019]. Available from: <http://www.cervezadeargentina.com.ar/reuniones-eventos/2encuentrocervecedores.htm>
44. MLIKOTA, F., SMILANICK, J.I., MANSOUR, M. and MACKEY, B.E.(2004). Survival of Spores of *Rhizopus stolonifer*, *Aspergillus niger*, *Botrytis cinerea*, and *Alternaria alternata* after exposure to ethanol solutions at various temperatures. Journal of Applied Microbiology. Vol. I, p. 96.
45. ADAMS, M.R. (1986). Progress in Industrial Microbiology. In : 23. United States. : Elsevier, p. 81.
46. MICROORGANISMOS-EFICACES. (2017). Manual de uso de Microorganismos Eficaces (EM Agua). Perú.
47. SENAMHI. Data Histórica de Temperatura - Junín. [online]. (2019). [Accessed 9 May 2019]. Available from: <https://www.senamhi.gob.pe/site/sea/www/>
48. ROLIM, P. (2011). Diseño de Sistemas de Tratamiento de las Aguas Servidas. Universidad de Madrid.
49. RUBIO, Angélica, LISSI, Eduardo, RIVEROS, Viviana and Maritza, Paez. (2001). Remoción de Contaminantes por Lluvias y Rocíos en la Región Metropolitana. Sociedad Chilena de Química. Vol. 46, p. 15.
50. KORMONDY, E. J. (1994). Conceptos de Ecología. Madrid, España.
51. DUFFUS, J. H. (1993). Toxicología Ambiental. Barcelona, España.
52. MORIARTY, F. (1995). Ecotoxicología. el Estudio de Contaminantes en Ecosistemas. S. L.

León.

53. CEGARRA SANCHEZ, José. (2004). Metodología de la Investigación Científica. Barcelona, España.
54. GOOGLE_MAPS. Concepción, Huancayo - Google Maps. [online]. [Accessed 3 March 2018]. Available from: <https://www.google.com.pe/maps/search/Concepcion,+Huancayo/@-11.9291493,-75.3231926,219m/data=!3m1!1e3?hl=es-419&authuser=0>
55. SGS. Procedimiento para Muestreo y Medición de la Calidad del Agua. (2018). Lima, Perú.
56. FUNDASES-COLOMBIA. FUNDASES. [online]. 2018. [Accessed 7 January 2018]. Available from: <https://www.fundases.net/forum>
57. IBM_CORPORATION. (2012). Manual del Usuario del Sistema Básico de IBM SPSS Statistics 21. In :
58. ZOUAOUI, B. and BOUZIANE, A. (2012). Production, optimization and characterization of the from pseudomonas aeruginosa, rom biotechnical. p. 7187–7193.
59. BHUMIBHAMON, O., JANTANA, J. and FUNGTHONG, S. (2003). Isolation and characterization of the lipase from pseudomonas s.p. KLB 1 lipasa from high fat wastewater kasetsart J. Nat Sci. P. 176–185.
60. HUANÉ JAMANCA, Lourdes Rocío. and RIVERA REYES, Ronie Gilbert. (2014). Evaluación de la adición de un inóculo para estimular a escala de laboratorio, la biodegradación de efluentes grasos.

ANEXOS

ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA Y CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

| MATRIZ DE CONSISTENCIA | | | |
|--|---|---|---|
| PROBLEMA | OBJETIVOS | HIPÓTESIS | VARIABLES |
| Problema general | Objetivo general | Hipótesis general | Descripción de Variables |
| ¿Cuál es la influencia de la Aplicación de Microorganismos Eficaces (EM Agua) en los Parámetros Físicoquímicos y Microbiológicos del Afluente del Bioreactor en la planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), Concepción, 2018? | Determinar la influencia de la aplicación de Microorganismos Eficaces (EM Agua) en los parámetros físicoquímicos y microbiológicos del Afluente del Bioreactor en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), Concepción, 2018. | La aplicación de Microorganismos Eficaces (EM Agua) influye positivamente en los parámetros físicoquímicos y microbiológicos del Afluente del bioreactor en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR). | <ul style="list-style-type: none"> Variable Independiente: Dosis de Microorganismos Efectivos (EM Agua) Variable Dependiente: Parámetros Físicoquímicos, Microbiológicos y de campo. |
| Problema específico | Objetivo específico | Hipótesis específica | Indicadores de las Variables de Estudio |
| <ul style="list-style-type: none"> ¿Cómo la aplicación de EM Agua influye en los contaminantes microbiológicos comparado al método convencional? ¿Cómo la aplicación de EM Agua influye en el contenido de contaminantes metálicos comparado al método convencional? ¿Qué tipo de correlación existe entre los parámetros de campo con respecto al tiempo de tratamiento en las unidades de estudio? ¿Qué tipo de correlación existe entre las dosis de EM Agua con respecto a | <ul style="list-style-type: none"> Analizar si la aplicación de EM Agua influye en los contaminantes microbiológicos comparado al método convencional. Analizar si la aplicación de EM Agua influye en el contenido de contaminantes metálicos comparado al método convencional. Determinar qué tipo de correlación existe entre los parámetros de campo con respecto al tiempo de tratamiento en las unidades de estudio. Determinar qué tipo de correlación existe entre las dosis de EM Agua con | <ul style="list-style-type: none"> La aplicación de EM Agua permite reducir contaminantes microbiológicos mejor al método convencional. La aplicación de EM Agua permite incrementar el contenido de contaminantes metálicos mejor al método convencional. El tipo de correlación que existe entre los parámetros de campo es negativo con respecto al tiempo de tratamiento en las diferentes dosis. El tipo de correlación que existe entre las dosis de EM Agua es | <ul style="list-style-type: none"> Variable Independiente: Dosis Baja, Media y Alta de Microorganismos Efectivos (EM Agua). Variable Dependiente: Parámetros Físicoquímicos: Sólidos Totales en Suspensión, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Demanda Química de Oxígeno (DQO), Aceites y Grasas. Parámetros Microbiológicos: Numeración de Coliformes Fecales o Termotolerantes. |

| | | | |
|---|--|---|--|
| los parámetros fisicoquímicos de las unidades de estudio? | respecto a los parámetros fisicoquímicos de las unidades de estudio. | negativa con respecto a los parámetros fisicoquímicos de las unidades de estudio. | <ul style="list-style-type: none"> Parámetros de Campo: pH, Temperatura, Conductividad Eléctrica, Oxígeno Disuelto. |
|---|--|---|--|

METODOLOGÍA

Tipo de Investigación:

- Este fue Aplicada.

Nivel de Investigación:

- Este fue explicativo.

Alcance de Investigación:

- Con este trabajo de investigación se pretende dejar en constancia el efecto de la aplicación de EM Agua, en parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, además como posible solución al problema de la contaminación de ríos y lagos producto del vertimiento de aguas residuales directamente.

Población y Muestra:

- Población: Volumen de 20 litros de Agua Residual que fue agregado a las unidades experimentales.
- Muestra: 2,950 Litros, que se enviaron a laboratorio.

Técnica para Recolección de Datos:

- Medición directa con equipo multiparámetro.

Instrumentos de Recolección de Datos:

- Bitácoras manuales.

Técnicas para el análisis de datos:

- Prueba t student.
- Prueba de correlación de datos.

CUADRO DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

| Tipo de Variable | | Dimensiones | Definición Conceptual | Indicador | Unidad de Medida | Tipo de Variable | Escala de Medición |
|------------------------|---|---|--|--|------------------|-----------------------|--------------------|
| Variable Independiente | Dosis de Microorganismos Efectivos (EM) Agua. | Dosis Baja, Media y Alta de EM Agua | Son cultivos de grupos de microorganismos específicos beneficiosos que son empleados efectivamente como inoculantes microbianos. Que al encontrarse juntos presentan relaciones sinérgicas, de cooperación y comensalismo. | Dosis baja al 4% de EM Agua, Dosis media al 6%, y Dosis alta al 8%. | mg/L | Cuantitativa Continua | Razón/proporción |
| Variable Dependiente | Parámetros Físicoquímicos, Microbiológicos y de campo | <ul style="list-style-type: none"> • Análisis de Aceites y grasas. • Análisis de Demanda Bioquímica de Oxígeno. • Análisis de Demanda Química de Oxígeno. • Análisis de Sólidos Totales en Suspensión. • Análisis de Coliformes fecales o termotolerantes. • Medición de pH. • Medición de Temperatura. • Medición de Conductividad. • Medición de Oxígeno Disuelto. | Son pruebas, realizadas en laboratorio o en campo, usando equipos sofisticados, que arrojan resultados a tiempo real y con una precisión certificada. | Aceites y Grasas, DBO, DQO, STS, Coliformes Fecales o Termotolerantes, pH, Temperatura, Conductividad E eléctrica, oxígeno fisuelto. | mg/L | Cuantitativa Continua | Razón/proporción |

ANEXO N° 2: TABLA CON LOS REGISTROS DE PH DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES POR DÍA.

| Unidades: pH | 12/02/2018 | 14/02/2018 | 16/02/2018 | 19/02/2018 | 21/02/2018 | 26/02/2018 | 26/02/2018 | 28/02/2018 | 02/03/2018 | 05/03/2018 | 07/03/2018 | 09/03/2018 | 12/03/2018 | 14/03/2018 | 16/03/2018 | 19/03/2018 | 21/03/2018 | 23/03/2018 |
|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Control 1 | 7,37 | 8,37 | 8,25 | 9,1 | 10,63 | 10,7 | 10,64 | 11 | 10,73 | 10,62 | 10,41 | 10,65 | 10,93 | 11,06 | 11,12 | 11,16 | 11,21 | 11,22 |
| Control 2 | 7,43 | 8,37 | 8,31 | 9,09 | 10,75 | 10,76 | 10,79 | 11,11 | 10,79 | 10,57 | 10,45 | 10,83 | 10,95 | 11,04 | 11,08 | 11,13 | 11,17 | 11,2 |
| Control 3 | 7,45 | 8,4 | 8,4 | 9,55 | 10,93 | 10,61 | 10,73 | 10,99 | 10,72 | 10,63 | 10,46 | 10,86 | 10,99 | 11,12 | 11,15 | 11,14 | 11,18 | 11,23 |
| DB - R1 | 5,04 | 4,8 | 4,4 | 4,32 | 4,32 | 4,34 | 4,25 | 4,1 | 4,03 | 4,03 | 4,01 | 4,07 | 4,06 | 4,11 | 4,11 | 4,18 | 4,15 | 4,41 |
| DB - R2 | 5,16 | 4,84 | 4,43 | 4,35 | 4,37 | 4,38 | 4,24 | 4,15 | 4,05 | 4,04 | 4,05 | 4,11 | 4,1 | 4,17 | 4,17 | 4,2 | 4,72 | 4,76 |
| DB - R3 | 5,07 | 4,86 | 4,44 | 4,37 | 4,4 | 4,4 | 4,29 | 4,17 | 4,09 | 4,08 | 4,07 | 4,19 | 4,21 | 4,22 | 4,25 | 4,26 | 4,36 | 4,52 |
| DM - R1 | 4,69 | 4,4 | 4,08 | 4,1 | 4,08 | 3,96 | 3,95 | 3,88 | 3,77 | 3,76 | 3,76 | 3,9 | 3,92 | 3,92 | 3,91 | 3,92 | 3,93 | 3,99 |
| DM - R2 | 4,69 | 4,39 | 4,06 | 4,09 | 4,07 | 3,96 | 3,97 | 3,89 | 3,77 | 3,78 | 3,78 | 3,93 | 3,91 | 3,94 | 3,93 | 3,93 | 3,94 | 3,95 |
| DM - R3 | 4,76 | 4,44 | 4,11 | 4,15 | 4,12 | 4,01 | 4,01 | 3,96 | 3,84 | 3,85 | 3,85 | 3,99 | 4,02 | 4,04 | 4,01 | 3,99 | 3,97 | 3,98 |
| DA - R1 | 4,48 | 4,19 | 3,91 | 4 | 3,96 | 3,86 | 3,89 | 3,83 | 3,7 | 3,69 | 3,7 | 3,82 | 3,84 | 3,85 | 3,83 | 3,86 | 3,86 | 3,89 |
| DA - R2 | 5,52 | 4,19 | 3,9 | 4 | 3,96 | 3,84 | 3,91 | 3,82 | 3,68 | 3,7 | 3,7 | 3,82 | 3,83 | 3,87 | 3,84 | 3,85 | 3,87 | 3,89 |
| DA - R3 | 4,47 | 4,18 | 3,96 | 3,98 | 3,94 | 3,88 | 3,94 | 3,82 | 3,71 | 3,71 | 3,71 | 3,83 | 3,86 | 3,88 | 3,85 | 3,87 | 3,88 | 3,92 |

ANEXO N° 3: TABLA CON LOS REGISTROS DE TEMPERATURA DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES POR DÍA.

| Unidades: °C | 12/02/2018 | 14/02/2018 | 16/02/2018 | 19/02/2018 | 21/02/2018 | 26/02/2018 | 26/02/2018 | 28/02/2018 | 02/03/2018 | 05/03/2018 | 07/03/2018 | 09/03/2018 | 12/03/2018 | 14/03/2018 | 16/03/2018 | 19/03/2018 | 21/03/2018 | 23/03/2018 |
|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Control 1 | 22,7 | 19,2 | 19,6 | 19,6 | 28 | 18,8 | 21,2 | 20,4 | 21,9 | 15 | 21,5 | 21,9 | 20,2 | 20,5 | 19,8 | 21,5 | 19,9 | 17,1 |
| Control 2 | 23,6 | 19,5 | 19,8 | 19,4 | 28 | 18,7 | 21,4 | 20,8 | 22 | 15,4 | 22 | 22,2 | 20,4 | 20,9 | 20,1 | 21,3 | 20,2 | 16,7 |
| Control 3 | 24,1 | 19,6 | 19,8 | 19,9 | 27,8 | 18,5 | 21,2 | 20,6 | 21,6 | 15,5 | 21,9 | 22,2 | 20,3 | 21,1 | 20,1 | 21,5 | 20,3 | 16,9 |
| DB - R1 | 21,3 | 20,3 | 21,1 | 21,3 | 28,4 | 21,1 | 22,5 | 22 | 24,5 | 16 | 23,1 | 23,3 | 20,4 | 22,2 | 19,3 | 21,3 | 19,6 | 17,1 |
| DB - R2 | 22,1 | 20,6 | 21 | 21,3 | 28,5 | 20,9 | 22,6 | 22,6 | 24 | 16,4 | 23,5 | 23,5 | 20,5 | 21,4 | 20,2 | 21,4 | 20,3 | 17,3 |
| DB - R3 | 22,5 | 20,2 | 20,5 | 21 | 28 | 20,6 | 22,3 | 21,9 | 23,8 | 16,4 | 23,1 | 23,2 | 20,5 | 22,4 | 20,3 | 21,3 | 20,3 | 17,7 |
| DM - R1 | 22,5 | 20,1 | 19,9 | 20,1 | 27,5 | 19,7 | 21,7 | 20,9 | 22,6 | 16,2 | 22,2 | 22,3 | 20,3 | 21,4 | 20,2 | 21 | 20,4 | 17,4 |
| DM - R2 | 22,5 | 20,1 | 19,5 | 19,9 | 27,2 | 20 | 21,4 | 20,6 | 22,1 | 16 | 22 | 22 | 20,3 | 22,5 | 20,3 | 22,1 | 20,4 | 17,4 |
| DM - R3 | 23,3 | 19,5 | 18,5 | 18,9 | 26 | 19,5 | 20,6 | 20,1 | 20,6 | 16 | 21,4 | 21 | 20,4 | 22,2 | 20,4 | 22 | 20,6 | 17,4 |
| DA - R1 | 22,4 | 20,3 | 20,5 | 20,5 | 28 | 20,3 | 22,3 | 21,4 | 23,3 | 16,2 | 23,1 | 22,9 | 20,5 | 21,3 | 20,4 | 21,8 | 20,4 | 17,3 |
| DA - R2 | 22,4 | 20,5 | 20,3 | 20,4 | 28,2 | 20,6 | 22,3 | 21,7 | 23,3 | 16,3 | 22,9 | 22,8 | 20,4 | 22 | 20,4 | 21,8 | 20,6 | 17,1 |
| DA - R3 | 23,1 | 20,4 | 20 | 19,6 | 26,9 | 19,3 | 21,1 | 20,8 | 22 | 16,2 | 21,6 | 21,6 | 20,5 | 21,7 | 20,4 | 21,6 | 20,7 | 17,2 |

ANEXO N° 4: TABLA CON LOS REGISTROS DE OXÍGENO DISUELTADO DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES POR DÍA.

| Unidades: mg/L | 12/02/2018 | 14/02/2018 | 16/02/2018 | 19/02/2018 | 21/02/2018 | 26/02/2018 | 26/02/2018 | 28/02/2018 | 02/03/2018 | 05/03/2018 | 07/03/2018 | 09/03/2018 | 12/03/2018 | 14/03/2018 | 16/03/2018 | 19/03/2018 | 21/03/2018 | 23/03/2018 |
|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Control 1 | 0,418 | 0,374 | 0,353 | 0,303 | 0,264 | 0,220 | 0,244 | 0,244 | 0,205 | 0,205 | 0,186 | 0,176 | 0,170 | 0,164 | 0,160 | 0,156 | 0,155 | 0,154 |
| Control 2 | 0,420 | 0,375 | 0,357 | 0,313 | 0,288 | 0,274 | 0,257 | 0,234 | 0,231 | 0,226 | 0,200 | 0,190 | 0,183 | 0,176 | 0,155 | 0,153 | 0,151 | 0,151 |
| Control 3 | 0,418 | 0,372 | 0,354 | 0,300 | 0,275 | 0,254 | 0,239 | 0,235 | 0,227 | 0,218 | 0,197 | 0,190 | 0,180 | 0,171 | 0,154 | 0,150 | 0,151 | 0,149 |
| DB - R1 | 0,917 | 0,906 | 0,870 | 0,832 | 0,839 | 0,871 | 1,330 | 1,321 | 1,246 | 1,271 | 1,283 | 1,336 | 1,419 | 1,452 | 1,376 | 1,359 | 1,349 | 1,384 |
| DB - R2 | 0,846 | 0,840 | 0,817 | 0,814 | 0,853 | 0,966 | 1,417 | 1,402 | 1,387 | 1,420 | 1,439 | 1,513 | 1,558 | 1,585 | 1,582 | 1,564 | 1,555 | 1,577 |
| DB - R3 | 0,882 | 0,881 | 0,846 | 0,814 | 0,816 | 0,864 | 1,328 | 1,318 | 1,254 | 1,275 | 1,295 | 1,354 | 1,372 | 1,399 | 1,391 | 1,368 | 1,369 | 1,415 |
| DM - R1 | 1,037 | 1,034 | 0,993 | 0,959 | 0,971 | 1,023 | 1,599 | 1,592 | 1,515 | 1,544 | 1,558 | 1,627 | 1,649 | 1,649 | 1,654 | 1,639 | 1,630 | 1,650 |
| DM - R2 | 1,031 | 1,025 | 0,985 | 0,951 | 0,960 | 0,997 | 1,524 | 1,516 | 1,439 | 1,463 | 1,475 | 1,537 | 1,549 | 1,551 | 1,550 | 1,532 | 1,534 | 1,555 |
| DM - R3 | 0,977 | 0,973 | 0,933 | 0,897 | 0,899 | 0,931 | 1,451 | 1,441 | 1,355 | 1,374 | 1,392 | 1,446 | 1,458 | 1,456 | 1,462 | 1,447 | 1,445 | 1,474 |
| DA - R1 | 1,158 | 1,158 | 1,122 | 1,091 | 1,106 | 1,173 | 1,946 | 1,944 | 1,852 | 1,894 | 1,918 | 2,013 | 2,037 | 2,036 | 2,063 | 2,042 | 2,040 | 2,086 |
| DA - R2 | 1,140 | 1,138 | 1,106 | 1,073 | 1,096 | 1,151 | 1,952 | 1,945 | 1,874 | 1,907 | 1,933 | 2,018 | 2,049 | 2,071 | 2,058 | 2,041 | 2,033 | 2,101 |
| DA - R3 | 1,156 | 1,155 | 1,116 | 1,079 | 1,098 | 1,155 | 1,966 | 1,950 | 1,890 | 1,913 | 1,937 | 2,019 | 2,051 | 2,051 | 2,055 | 2,039 | 2,031 | 2,075 |

ANEXO N° 5: TABLA CON LOS REGISTROS DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES POR DÍA.

| Unidades: uS | 12/02/2018 | 14/02/2018 | 16/02/2018 | 19/02/2018 | 21/02/2018 | 26/02/2018 | 26/02/2018 | 28/02/2018 | 02/03/2018 | 05/03/2018 | 07/03/2018 | 09/03/2018 | 12/03/2018 | 14/03/2018 | 16/03/2018 | 19/03/2018 | 21/03/2018 | 23/03/2018 |
|---------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Control 1 | 566 | 500 | 471 | 405 | 370 | 296 | 295 | 289 | 282 | 240 | 230 | 223 | 221 | 220 | 220 | 219 | 218 | 218 |
| Control 2 | 570 | 502 | 478 | 416 | 312 | 297 | 294 | 290 | 270 | 256 | 255 | 233 | 222 | 221 | 212 | 210 | 211 | 210 |
| Control 3 | 567 | 496 | 474 | 468 | 379 | 358 | 315 | 304 | 289 | 255 | 256 | 237 | 225 | 224 | 213 | 211 | 212 | 211 |
| DB - R1 | 1233 | 1212 | 1168 | 1122 | 1120 | 1117 | 1800 | 1779 | 1696 | 1680 | 1733 | 1710 | 1706 | 1700 | 1687 | 1674 | 1665 | 1639 |
| DB - R2 | 1142 | 1126 | 1095 | 1094 | 1074 | 1073 | 1895 | 1886 | 1883 | 1879 | 1853 | 1852 | 1852 | 1843 | 1837 | 1825 | 1823 | 1816 |
| DB - R3 | 1193 | 1182 | 1135 | 1123 | 1091 | 1089 | 1897 | 1885 | 1880 | 1872 | 1854 | 1833 | 1830 | 1826 | 1824 | 1818 | 1813 | 1811 |
| DM - R1 | 1402 | 1381 | 1329 | 1329 | 1284 | 1280 | 2155 | 2143 | 2138 | 2121 | 2106 | 2097 | 2091 | 2086 | 2086 | 2084 | 2081 | 2079 |
| DM - R2 | 1391 | 1375 | 1319 | 1340 | 1313 | 1273 | 2052 | 2038 | 2022 | 2013 | 1993 | 1882 | 1880 | 1880 | 1874 | 1870 | 1865 | 1862 |
| DM - R3 | 1324 | 1303 | 1249 | 1239 | 1230 | 1197 | 1991 | 1984 | 1971 | 1965 | 1954 | 1955 | 1951 | 1949 | 1943 | 1939 | 1939 | 1926 |
| DA - R1 | 1565 | 1554 | 1499 | 1464 | 1456 | 1444 | 2629 | 2616 | 2518 | 2502 | 2497 | 2483 | 2477 | 2471 | 2464 | 2461 | 2455 | 2452 |
| DA - R2 | 1543 | 1533 | 1478 | 1441 | 1430 | 1425 | 2636 | 2614 | 2515 | 2503 | 2491 | 2480 | 2474 | 2472 | 2469 | 2463 | 2457 | 2455 |
| DA - R3 | 1566 | 1551 | 1494 | 1442 | 1431 | 1427 | 2634 | 2616 | 2525 | 2505 | 2490 | 2482 | 2478 | 2476 | 2466 | 2460 | 2454 | 2451 |

ANEXO N° 6: INFORME DE LABORATORIO SGS DEL PERÚ CON LOS RESULTADOS DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS Y METALES – MUESTRA LÍNEA BASE.



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1802730**

DELGADO ROJAS JUAN EDUARDO

Psj. Los Nogales Mz: F Lt: 18A Ref: Cerca al parque Grau

ENV / LB-343770-002

PROCEDENCIA : Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) - Concepción - Junin

Fecha de Recepción SGS : 10-02-2018

Fecha de Ejecución : Del 10-02-2018 al 17-02-2018

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

| Estación de Muestreo |
|----------------------|
| LB-I |
| LB-S |

ANEXO N° 7: INFORME DE LABORATORIO SGS DEL PERÚ CON LOS RESULTADOS DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS Y METALES – MUESTRA UNIDADES EXPERIMENTALES.

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 19/02/2018

Rocio J. Manrique Torres
C.I.P. 136634
Coordinador de Laboratorio

Roberto C. Arista Gonzales
C.B.P. 6085
Supervisor de Laboratorio-Microbiología

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1802730**

| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | | | | | LB-I | LB-S |
|--|------------------|------------|---------|---------|-------------------------|-------------------------|
| FECHA DE MUESTREO | | | | | 6661164N / 464867E | 6661164N / 464867E |
| HORA DE MUESTREO | | | | | 09/02/2016 | 09/02/2016 |
| CATEGORIA | | | | | 10:35:00 | 11:10:00 |
| SUBCATEGORIA | | | | | AGUA RESIDUAL | AGUA RESIDUAL |
| | | | | | AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA | AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA |
| Parámetro | Referencia | Unidad | LD | LC | Resultado | Resultado |
| Análisis Fisicoquímicos | | | | | | |
| Sólidos Totales en Suspensión | EW_APHA2540D | mg/L | 1 | 3 | 21 | 25 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | EW_APHA5210B | mg/L | 1.0 | 2.6 | 62.9 | 30.5 |
| Demanda Química de Oxígeno | EW_APHA5220D | mg/L | 1.5 | 4.5 | 143.2 | 75.4 |
| Acetres y Grasas | EW_ASTMD3921 | mg/L | 0.2 | 0.5 | 5.4 | 1.3 |
| Análisis Microbiológicos | | | | | | |
| Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes | EW_APHA9221E_NMP | NMP/100 mL | -- | -- | 2300000 | 70000 |
| Metales Totales | | | | | | |
| Aluminio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.001 | 0.003 | 0.206 | 0.040 |
| Antimonio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.00004 | 0.00013 | <0.00013 | 0.00001 |
| Arsénico Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.00003 | 0.00010 | 0.01410 | 0.01211 |
| Bario Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0001 | 0.0003 | 0.0667 | 0.0544 |
| Berilio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.00002 | 0.00006 | <0.00006 | <0.00006 |
| Bismuto Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.00001 | 0.00003 | 0.00020 | <0.00003 |
| Boro Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.002 | 0.006 | 0.060 | 0.060 |
| Cadmio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.00001 | 0.00003 | <0.00003 | <0.00003 |
| Calcio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.003 | 0.009 | 66.445 | 66.641 |
| Cerio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.00006 | 0.00024 | <0.00024 | <0.00024 |
| Cesio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0001 | 0.0003 | 0.0016 | 0.0016 |
| Cobalto Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.00001 | 0.00003 | 0.00040 | 0.00036 |
| Cobre Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.00003 | 0.00009 | 0.00294 | 0.00134 |
| Cromo Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0001 | 0.0003 | <0.0003 | <0.0003 |
| Estaño Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.00003 | 0.00010 | <0.00010 | <0.00010 |
| Estroncio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0002 | 0.0006 | 0.2409 | 0.2489 |
| Fósforo Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.015 | 0.047 | 3.122 | 4.444 |
| Gallo Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.00004 | 0.00012 | 0.00030 | 0.00017 |
| Germanio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0002 | 0.0006 | <0.0006 | <0.0006 |
| Hafnio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.00005 | 0.00015 | <0.00015 | <0.00015 |
| Hierro Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0004 | 0.0013 | 0.4430 | 0.4634 |
| Lantano Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0005 | 0.0015 | <0.0015 | <0.0015 |
| Litio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0001 | 0.0003 | 0.0162 | 0.0176 |
| Lutecio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.00002 | 0.00006 | <0.00006 | <0.00006 |

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1802730**

| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | | | | | LB-I | LB-S |
|---------------------------|-------------|--------|----------|----------|----------------------------|----------------------------|
| FECHA DE MUESTREO | | | | | 0601164N / 454567E | 0601164N / 454567E |
| HORA DE MUESTREO | | | | | 09/02/2015 | 09/02/2015 |
| CATEGORIA | | | | | 10:35:00 | 11:10:00 |
| SUBCATEGORIA | | | | | AGUA RESIDUAL | AGUA RESIDUAL |
| | | | | | AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA | AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA |
| Parámetro | Referencia | Unidad | LD | LC | Resultado | Resultado |
| Metales Totales | | | | | | |
| Magnesio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.001 | 0.003 | 12.241 | 14.316 |
| Manganeso Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00003 | 0.00010 | 0.04903 | 0.06226 |
| Mercurio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00003 | 0.00009 | <0.00009 | <0.00009 |
| Molibdeno Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00002 | 0.00006 | 0.00112 | 0.00099 |
| Niobio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0005 | 0.0015 | <0.0015 | <0.0015 |
| Niquel Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0002 | 0.0006 | 0.0007 | 0.0011 |
| Plata Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.000003 | 0.000010 | <0.000010 | <0.000010 |
| Plomo Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0002 | 0.0006 | 0.0017 | 0.0007 |
| Potasio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.04 | 0.13 | 9.70 | 10.32 |
| Rubidio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0003 | 0.0009 | 0.0143 | 0.0162 |
| Selenio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0004 | 0.0013 | <0.0013 | <0.0013 |
| Silice Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.09 | 0.27 | 12.33 * | 14.45 * |
| Silicio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.04 | 0.13 | 5.76 | 6.75 |
| Sodio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.006 | 0.019 | 32.551 | 39.556 |
| Talio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00002 | 0.00006 | <0.00006 | <0.00006 |
| Tantalio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0007 | 0.0021 | <0.0021 | <0.0021 |
| Teluro Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.001 | 0.003 | <0.003 | <0.003 |
| torio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00006 | 0.00019 | <0.00019 | <0.00019 |
| Titanio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0002 | 0.0006 | 0.0104 | 0.0106 |
| Uranio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.000003 | 0.000010 | 0.000426 | 0.000303 |
| Vanadio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0001 | 0.0003 | <0.0003 | <0.0003 |
| Wolframio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0002 | 0.0006 | <0.0006 | <0.0006 |
| Yterbio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00002 | 0.00006 | <0.00006 | <0.00006 |
| Zinc Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0006 | 0.0026 | 0.0246 | 0.0097 |
| Zirconio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00015 | 0.00045 | <0.00045 | <0.00045 |

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1802730

CONTROL DE CALIDAD

LC: Limite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

| Parámetro | Unidad | LC | MB | DUP %RPD | LCS %Recovery | MS %Recovery | MSD %RPD |
|-------------------------------|--------|----------|-----------|----------|---------------|--------------|----------|
| Aluminio Total | mg/L | 0.003 | <0.003 | 0 - 7% | NA - 102% | NA - 101% | NA - 1% |
| Antimonio Total | mg/L | 0.00013 | <0.00013 | 0 - 6% | 99 - 103% | 96 - 103% | 1% |
| Arsénico Total | mg/L | 0.00010 | <0.00010 | 0 - 6% | 91 - 99% | 103% | 0 - 1% |
| Bario Total | mg/L | 0.0003 | <0.0003 | 0 - 6% | 102 - 103% | 95 - 101% | 1% |
| Berilio Total | mg/L | 0.00006 | <0.00006 | 0% | 98 - 100% | 95 - 99% | 1% |
| Bismuto Total | mg/L | 0.00003 | <0.00003 | 0 - 6% | 102 - 106% | 99% | 1% |
| Boro Total | mg/L | 0.006 | <0.006 | 0 - 5% | 95 - 104% | 94 - 100% | 0 - 1% |
| Cadmio Total | mg/L | 0.00003 | <0.00003 | 0 - 5% | 103 - 106% | 100 - 105% | 1% |
| Calcio Total | mg/L | 0.009 | <0.009 | 0 - 5% | 102 - 105% | 96 - 97% | 3 - 4% |
| Cerio Total | mg/L | 0.00024 | <0.00024 | 0 - 6% | 102 - 104% | 101 - 103% | 1% |
| Cesio Total | mg/L | 0.0003 | <0.0003 | 0 - 7% | 101 - 106% | 99 - 103% | 1% |
| Cobalto Total | mg/L | 0.00003 | <0.00003 | 0 - 6% | 103 - 108% | 100 - 101% | 1% |
| Cobre Total | mg/L | 0.00009 | <0.00009 | 0 - 5% | 103% | 99% | 1% |
| Cromo Total | mg/L | 0.0003 | <0.0003 | 0% | 98 - 105% | 95 - 105% | 1% |
| Estaño Total | mg/L | 0.00010 | <0.00010 | 0% | 101 - 107% | 102 - 105% | 0% |
| Estroncio Total | mg/L | 0.0006 | <0.0006 | 0 - 6% | 103 - 109% | 100 - 102% | 0 - 1% |
| Fosforo Total | mg/L | 0.047 | <0.047 | 0 - 2% | NA - 100% | NA - 99% | NA - 1% |
| Galio Total | mg/L | 0.00012 | <0.00012 | 0 - 5% | 101 - 104% | 100% | 1% |
| Germanio Total | mg/L | 0.0006 | <0.0006 | 0% | 102 - 105% | 99 - 105% | 1% |
| Hafnio Total | mg/L | 0.00015 | <0.00015 | 0% | 103 - 105% | 102 - 103% | 1% |
| Hierro Total | mg/L | 0.0013 | <0.0013 | 0 - 6% | 105 - 108% | 96 - 99% | 0 - 1% |
| Lantano Total | mg/L | 0.0015 | <0.0015 | 0 - 1% | 101 - 106% | 101 - 103% | 1% |
| Litio Total | mg/L | 0.0003 | <0.0003 | 0 - 7% | 98 - 106% | 97% | 1 - 4% |
| Lutecio Total | mg/L | 0.00006 | <0.00006 | 0% | 101 - 103% | 98 - 103% | 1% |
| Magnesio Total | mg/L | 0.003 | <0.003 | 1 - 6% | 102 - 108% | 100 - 101% | 1 - 3% |
| Manganeso Total | mg/L | 0.00010 | <0.00010 | 0 - 7% | 100 - 101% | 97 - 99% | 0 - 1% |
| Mercurio Total | mg/L | 0.00009 | <0.00009 | 0 - 7% | 98 - 102% | 99 - 102% | 1% |
| Molibdeno Total | mg/L | 0.00006 | <0.00006 | 0 - 6% | 102 - 103% | 99 - 103% | 1% |
| Niobio Total | mg/L | 0.0015 | <0.0015 | 0% | 100 - 103% | 97 - 103% | 1% |
| Niquel Total | mg/L | 0.0006 | <0.0006 | 0 - 6% | 101 - 103% | 100 - 101% | 1% |
| Plata Total | mg/L | 0.000010 | <0.000010 | 0% | 101 - 106% | 100 - 102% | 0 - 1% |
| Plomo Total | mg/L | 0.0006 | <0.0006 | 0 - 3% | 91 - 96% | 101 - 106% | 0 - 1% |
| Potasio Total | mg/L | 0.13 | <0.13 | 0 - 5% | NA - 102% | NA - 101% | NA - 2% |
| Rubidio Total | mg/L | 0.0009 | <0.0009 | 0 - 7% | 105 - 108% | 97 - 104% | 0 - 1% |
| Selenio Total | mg/L | 0.0013 | <0.0013 | 0 - 3% | 101 - 103% | 98 - 103% | 1% |
| Silice Total | mg/L | 0.27 | <0.27 | 0 - 6% | NA - 100% | NA - 91% | NA - 0% |
| Silicio Total | mg/L | 0.13 | <0.13 | 0 - 6% | NA - 100% | NA - 91% | NA - 0% |
| Sodio Total | mg/L | 0.019 | <0.019 | 0 - 7% | 100 - 107% | 97 - 98% | 1 - 2% |
| Talio Total | mg/L | 0.00006 | <0.00006 | 0 - 6% | 103% | 100 - 103% | 1% |
| Tantalio Total | mg/L | 0.0021 | <0.0021 | 0% | 101 - 103% | 98 - 103% | 1% |
| Teluro Total | mg/L | 0.003 | <0.003 | 0% | 102 - 103% | 99 - 103% | 1% |
| Thorio Total | mg/L | 0.00019 | <0.00019 | 0% | 103 - 106% | 103% | 1% |
| Titanio Total | mg/L | 0.0006 | <0.0006 | 0 - 6% | NA - 96% | NA - 99% | NA - 0% |
| Uranio Total | mg/L | 0.000010 | <0.000010 | 0 - 6% | 103% | 100 - 103% | 1% |
| Vanadio Total | mg/L | 0.0003 | <0.0003 | 0% | 101 - 103% | 98 - 103% | 1% |
| Wolframio Total | mg/L | 0.0006 | <0.0006 | 0 - 2% | 102 - 103% | 99 - 103% | 1% |
| Yterbio Total | mg/L | 0.00006 | <0.00006 | 0 - 1% | 102 - 103% | 99 - 103% | 1% |
| Zinc Total | mg/L | 0.0026 | <0.0026 | 0 - 6% | 98 - 100% | 97 - 100% | 1% |
| Zirconio Total | mg/L | 0.00045 | <0.00045 | 0% | 103 - 105% | 102 - 103% | 1% |
| Sólidos Totales en Suspensión | mg/L | 3 | <3 | 1 - 5% | 98 - 100% | | |
| Acúles y Grasas | mg/L | 0.5 | <0.5 | 0% | 116% | 97% | |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | mg/L | 2.6 | <2.6 | 2% | 95 - 105% | | |
| Demanda Química de Oxígeno | mg/L | 4.5 | <4.5 | | 101% | 109% | 0% |

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1802730**

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

| Referencia | Sede | Parámetro | Método de Ensayo |
|------------------|--------|--|--|
| EW_APHA2540D | Callao | Sólidos Totales en Suspensión | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-D; 23rd Ed: 2017. Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C |
| EW_APHA5210B | Callao | Demanda Bioquímica de Oxígeno | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;22nd Ed: 2012. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test |
| EW_APHA5220D | Callao | Demanda Química de Oxígeno | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D; 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method |
| EW_APHA9221E_NMP | Callao | Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221E.1, 23rd Ed. 2017; Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium). |
| EW_ASTMD3921 | Callao | Aceites y Grasas | ASTM D3921 - 96 (Reapproved 2011). Standard Test Method for Oil and Grease and Petroleum Hydrocarbons in Water -(Validado)2014 |
| EW_EPA200_8 | Callao | Metales Totales | EPA 200.8, Rev 5.4: 1994. Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry. |

Notas:

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

(*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA , para la matríz en mención.

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio., su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regua por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.

Los resultados del informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la identidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

ANEXO N° 7: INFORME DE LABORATORIO SGS DEL PERÚ CON LOS RESULTADOS DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS Y METALES – MUESTRA UNIDADES EXPERIMENTALES.



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1806289**

DELGADO ROJAS JUAN EDUARDO

Psj. Los Nogales Mz: F Lt: 18A Ref: Cerca al parque Grau

ENV / LB-343770-003

PROCEDENCIA : Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) - Concepción - Junin

Fecha de Recepción SGS : 24-03-2018

Fecha de Ejecución : Del 24-03-2018 al 31-03-2018

Muestreo Realizado Por : CLIENTE

| Estación de Muestreo |
|----------------------|
| Control 1 |
| Control 2 |
| Control 3 |
| DB - R1 |
| DB - R2 |
| DB - R3 |
| DM - R1 |

Emitido por SGS del Perú S.A.C.

Impreso el 02/04/2018

Rocio J. Manrique Torres
C.I.P. 136634
Coordinador de Laboratorio

Roberto C. Arista Gonzales
C.B.P. 6085
Supervisor de Laboratorio-Microbiología



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR
EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN
INACAL - DA CON REGISTRO N° LE - 002**



**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1806289**

| Estación de Muestreo |
|----------------------|
| DM - R2 |
| DM - R3 |
| DA - R1 |
| DA - R2 |
| DA - R3 |

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1806289**

| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | | | | | Control 1 | Control 2 | Control 3 |
|--|------------------|------------|---------|---------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| FECHA DE MUESTREO | | | | | 23/03/2016 | 23/03/2016 | 23/03/2016 |
| HORA DE MUESTREO | | | | | 12:05:00 | 12:15:00 | 12:25:00 |
| CATEGORIA | | | | | AGUA RESIDUAL | AGUA RESIDUAL | AGUA RESIDUAL |
| SUBCATEGORIA | | | | | AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA | AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA | AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA |
| | | | | | 866116463N / 46466730E | 866116463N / 46466730E | 866116463N / 46466730E |
| Parámetro | Referencia | Unidad | LD | LC | Resultado | Resultado | Resultado |
| Análisis Físicoquímicos | | | | | | | |
| Sólidos Totales en Suspensión | EW_APHA2540D | mg/L | 1 | 3 | 298 | 300 | 354 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | EW_APHA5210B | mg/L | 1.0 | 2.6 | 223.3 | 235.3 | 257.0 |
| Demanda Química de Oxígeno | EW_APHA5220D | mg/L | 1.6 | 4.5 | 466.3 | 459.1 | 481.4 |
| Acetles y Grasas | EW_ASTMD3921 | mg/L | 0.2 | 0.4 | 2.0 | 3.7 | 3.1 |
| Análisis Microbiológicos | | | | | | | |
| Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes | EW_APHA9221E_NMP | NMP/100 mL | -- | -- | <1.6 | <1.6 | <1.6 |
| Metales Totales | | | | | | | |
| Aluminio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.001 | 0.003 | 0.161 | 0.177 | 0.176 |
| Antimonio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0004 | 0.0013 | <0.00013 | <0.00013 | <0.00013 |
| Arsénico Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0003 | 0.0010 | 0.00577 | 0.00900 | 0.00917 |
| Bario Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0001 | 0.0003 | 0.0447 | 0.0417 | 0.0415 |
| Berilio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0002 | 0.0006 | <0.00006 | <0.00006 | <0.00006 |
| Bismuto Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0001 | 0.0003 | 0.00020 | 0.00022 | 0.00021 |
| Boro Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.002 | 0.006 | 0.056 | 0.053 | 0.055 |
| Cadmio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0001 | 0.0003 | 0.00032 | 0.00026 | 0.00023 |
| Calcio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.003 | 0.009 | 38.982 | 38.937 | 38.396 |
| Cerio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.00006 | 0.00024 | <0.00024 | <0.00024 | <0.00024 |
| Cesio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0001 | 0.0003 | 0.0011 | 0.0011 | 0.0011 |
| Cobalto Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0001 | 0.0003 | 0.00032 | 0.00036 | 0.00035 |
| Cobre Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0003 | 0.0009 | 0.00373 | 0.00363 | 0.00361 |
| Cromo Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0001 | 0.0003 | <0.0003 | <0.0003 | <0.0003 |
| Estaño Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0003 | 0.0010 | <0.00010 | <0.00010 | <0.00010 |
| Estroncio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0002 | 0.0006 | 0.1167 | 0.1190 | 0.1196 |
| Fósforo Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.015 | 0.047 | 2.636 | 2.707 | 2.663 |
| Gallo Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0004 | 0.0012 | <0.00012 | <0.00012 | <0.00012 |
| Germanio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0002 | 0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | <0.0006 |
| Hafnio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0005 | 0.0015 | <0.00015 | <0.00015 | <0.00015 |
| Hierro Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0004 | 0.0013 | 0.4365 | 0.4207 | 0.4523 |
| Lantano Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0005 | 0.0015 | <0.0015 | <0.0015 | <0.0015 |
| Litio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0001 | 0.0003 | 0.0153 | 0.0156 | 0.0162 |
| Lutecio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0002 | 0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | <0.0006 |

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1806289**

| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | | | | | Control 1 | Control 2 | Control 3 |
|---------------------------|-------------|--------|----------|----------|---|---|---|
| FECHA DE MUESTREO | | | | | 665116463N / 46466730E 23/03/2016 | 665116463N / 46466730E 23/03/2016 | 665116463N / 46466730E 23/03/2016 |
| HORA DE MUESTREO | | | | | 12:05:00 | 12:15:00 | 12:25:00 |
| CATEGORIA | | | | | AGUA RESIDUAL | AGUA RESIDUAL | AGUA RESIDUAL |
| SUBCATEGORIA | | | | | AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA | AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA | AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA |
| Parámetro | Referencia | Unidad | LD | LC | Resultado | Resultado | Resultado |
| Metales Totales | | | | | | | |
| Magnesio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.001 | 0.003 | 10.502 | 10.502 | 10.317 |
| Manganeso Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00003 | 0.00010 | 0.04541 | 0.04774 | 0.05121 |
| Mercurio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00003 | 0.00009 | <0.00009 | <0.00009 | <0.00009 |
| Molibdeno Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00002 | 0.00006 | 0.00073 | 0.00076 | 0.00073 |
| Niobio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0005 | 0.0015 | <0.0015 | <0.0015 | <0.0015 |
| Niquel Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0002 | 0.0006 | 0.0011 | 0.0010 | 0.0011 |
| Plata Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.000003 | 0.000010 | <0.000010 | <0.000010 | <0.000010 |
| Plomo Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0002 | 0.0006 | 0.0026 | 0.0030 | 0.0026 |
| Potasio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.04 | 0.13 | 10.11 | 10.06 | 10.07 |
| Rubidio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0003 | 0.0009 | 0.0106 | 0.0115 | 0.0117 |
| Selenio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0004 | 0.0013 | <0.0013 | <0.0013 | <0.0013 |
| Silice Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.09 | 0.27 | 5.44 * | 7.77 * | 5.72 * |
| Silicio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.04 | 0.13 | 3.94 | 3.63 | 4.06 |
| Sodio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.006 | 0.019 | 29.116 | 29.317 | 29.776 |
| Talio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00002 | 0.00006 | <0.00006 | <0.00006 | <0.00006 |
| Tantalio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0007 | 0.0021 | <0.0021 | <0.0021 | <0.0021 |
| Teluro Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.001 | 0.003 | <0.003 | <0.003 | <0.003 |
| Thorio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00006 | 0.00019 | <0.00019 | <0.00019 | <0.00019 |
| Titanio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0002 | 0.0006 | 0.0156 | 0.0114 | 0.0131 |
| Uranio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.000003 | 0.000010 | 0.000312 | 0.000324 | 0.000322 |
| Vanadio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0001 | 0.0003 | <0.0003 | <0.0003 | <0.0003 |
| Wolframio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0002 | 0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | <0.0006 |
| Yterbio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00002 | 0.00006 | <0.00006 | <0.00006 | <0.00006 |
| Zinc Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0006 | 0.0026 | 0.0266 | 0.0277 | 0.0261 |
| Zirconio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00015 | 0.00045 | <0.00045 | <0.00045 | <0.00045 |

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1806289**

| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | | | | | DB - R1 | DB - R2 | DB - R3 |
|--|------------------|------------|---------|---------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| FECHA DE MUESTREO | | | | | 066116463N / 46406730E | 066116463N / 46406730E | 066116463N / 46406730E |
| HORA DE MUESTREO | | | | | 23/03/2016 | 23/03/2016 | 23/03/2016 |
| CATEGORIA | | | | | 11:50:00 | 11:30:00 | 11:15:00 |
| SUBCATEGORIA | | | | | AGUA RESIDUAL | AGUA RESIDUAL | AGUA RESIDUAL |
| | | | | | AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA | AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA | AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA |
| Parámetro | Referencia | Unidad | LD | LC | Resultado | Resultado | Resultado |
| Análisis Físicoquímicos | | | | | | | |
| Sólidos Totales en Suspensión | EW_APHA2540D | mg/L | 1 | 3 | 375 | 344 | 375 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | EW_APHA5210B | mg/L | 1.0 | 2.6 | 2,265.0 | 1,965.0 | 2,245.0 |
| Demanda Química de Oxígeno | EW_APHA5220D | mg/L | 1.6 | 4.5 | 5,314.9 | 4,895.7 | 5,763.5 |
| Aceltes y Grasas | EW_ASTMD3921 | mg/L | 0.2 | 0.4 | 3.9 | 2.6 | 2.3 |
| Análisis Microbiológicos | | | | | | | |
| Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes | EW_APHA9221E_NMP | NMP/100 mL | -- | -- | <1.6 | 7.6 | <1.6 |
| Metales Totales | | | | | | | |
| Aluminio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.001 | 0.003 | 0.266 | 0.294 | 0.265 |
| Antimonio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.00004 | 0.00013 | 0.00302 | 0.00266 | 0.00230 |
| Arsénico Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.00003 | 0.00010 | 0.02676 | 0.02627 | 0.02627 |
| Bario Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.0001 | 0.0003 | 0.0939 | 0.0977 | 0.0956 |
| Berilio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.00002 | 0.00006 | <0.00006 | <0.00006 | <0.00006 |
| Bismuto Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.00001 | 0.00003 | 0.00032 | 0.00034 | 0.00029 |
| Boro Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.002 | 0.006 | 0.142 | 0.143 | 0.134 |
| Cadmio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.00001 | 0.00003 | 0.00061 | 0.00066 | 0.00073 |
| Calcio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.003 | 0.009 | 120.626 | 122.165 | 121.441 |
| Cerio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.00005 | 0.00024 | 0.00049 | 0.00047 | 0.00043 |
| Cesio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.0001 | 0.0003 | 0.0174 | 0.0160 | 0.0160 |
| Cobalto Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.00001 | 0.00003 | 0.00563 | 0.00565 | 0.00516 |
| Cobre Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.00003 | 0.00009 | 0.01612 | 0.01662 | 0.01661 |
| Cromo Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.0001 | 0.0003 | 0.0041 | 0.0042 | 0.0041 |
| Estaño Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.00003 | 0.00010 | <0.00010 | <0.00010 | <0.00010 |
| Estroncio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.0002 | 0.0006 | 0.3394 | 0.3562 | 0.3517 |
| Fósforo Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.015 | 0.047 | 7.351 | 7.423 | 7.433 |
| Galio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.00004 | 0.00012 | 0.00030 | 0.00029 | 0.00027 |
| Germanio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.0002 | 0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | <0.0006 |
| Hafnio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.00005 | 0.00015 | 0.00033 | 0.00029 | 0.00023 |
| Hierro Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.0004 | 0.0013 | 2.1526 | 1.9199 | 1.7676 |
| Lantano Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.0005 | 0.0015 | <0.0015 | <0.0015 | <0.0015 |

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1806289**

| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | | | | | DB - R1 | DB - R2 | DB - R3 |
|---------------------------|-------------|--------|---------|---------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| FECHA DE MUESTREO | | | | | 060110403N / 46406730E | 060110403N / 46406730E | 060110403N / 46406730E |
| HORA DE MUESTREO | | | | | 23/03/2018 | 23/03/2018 | 23/03/2018 |
| CATEGORIA | | | | | 11:50:00 | 11:30:00 | 11:15:00 |
| SUBCATEGORIA | | | | | AGUA RESIDUAL | AGUA RESIDUAL | AGUA RESIDUAL |
| | | | | | AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA | AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA | AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA |
| Parámetro | Referencia | Unidad | LD | LC | Resultado | Resultado | Resultado |
| Metales Totales | | | | | | | |
| Litio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0001 | 0.0003 | 0.0255 | 0.0295 | 0.0252 |
| Lutecio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00002 | 0.00005 | <0.00006 | <0.00006 | <0.00006 |
| Magnesio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.001 | 0.003 | 63.617 | 64.025 | 70.765 |
| Manganeso Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00003 | 0.00010 | 0.23617 | 0.22909 | 0.22697 |
| Mercurio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00003 | 0.00009 | <0.00009 | <0.00009 | <0.00009 |
| Molibdeno Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00002 | 0.00005 | 0.00669 | 0.00697 | 0.00700 |
| Niobio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0005 | 0.0015 | <0.0015 | <0.0015 | <0.0015 |
| Niquel Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0002 | 0.0006 | 0.0111 | 0.0121 | 0.0107 |
| Plata Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00003 | 0.00010 | <0.00010 | <0.00010 | <0.00010 |
| Plomo Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0002 | 0.0006 | 0.0131 | 0.0109 | 0.0101 |
| Potasio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.04 | 0.13 | 409.50 | 397.43 | 359.41 |
| Rubidio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0003 | 0.0009 | 0.6061 | 0.6254 | 0.6106 |
| Selenio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0004 | 0.0013 | 0.0021 | 0.0026 | 0.0024 |
| Silice Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.09 | 0.27 | 17.79 * | 15.22 * | 17.29 * |
| Silicio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.04 | 0.13 | 5.31 | 5.52 | 5.05 |
| Sodio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.006 | 0.019 | 60.405 | 60.461 | 57.453 |
| Talio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00002 | 0.00006 | 0.00012 | 0.00012 | 0.00012 |
| Tantalio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0007 | 0.0021 | <0.0021 | <0.0021 | <0.0021 |
| Teluro Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.001 | 0.003 | <0.003 | <0.003 | <0.003 |
| Thorio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00006 | 0.00019 | <0.00019 | <0.00019 | <0.00019 |
| Titanio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0002 | 0.0006 | 0.0426 | 0.0433 | 0.0396 |
| Uranio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00003 | 0.00010 | 0.000523 | 0.000532 | 0.000512 |
| Vanadio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0001 | 0.0003 | 0.0023 | 0.0024 | 0.0022 |
| Wolframio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0002 | 0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | <0.0006 |
| Yterbio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00002 | 0.00006 | <0.00006 | <0.00006 | <0.00006 |
| Zinc Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0005 | 0.0026 | 0.1532 | 0.1413 | 0.1397 |
| Zirconio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00015 | 0.00045 | 0.00064 | 0.00056 | <0.00045 |

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1806289**

| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | | | | | DM - R1 | DM - R2 | DM - R3 |
|--|------------------|------------|---------|---------|---|---|---|
| FECHA DE MUESTREO | | | | | 065116463N / 46406730E 23/03/2016 | 065116463N / 46406730E 23/03/2016 | 065116463N / 46406730E 23/03/2016 |
| HORA DE MUESTREO | | | | | 11:00:00 | 10:45:00 | 10:35:00 |
| CATEGORIA | | | | | AGUA RESIDUAL | AGUA RESIDUAL | AGUA RESIDUAL |
| SUBCATEGORIA | | | | | AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA | AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA | AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA |
| Parámetro | Referencia | Unidad | LD | LC | Resultado | Resultado | Resultado |
| Análisis Fisicoquímicos | | | | | | | |
| Sólidos Totales en Suspensión | EW_APHA2540D | mg/L | 1 | 3 | 366 | 137 | 261 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | EW_APHA5210B | mg/L | 1.0 | 2.6 | 3,095.0 | 3,247.5 | 2,600.0 |
| Demanda Química de Oxígeno | EW_APHA5220D | mg/L | 1.6 | 4.5 | 7,125.6 | 7,407.4 | 6,966.3 |
| Acetres y Grasas | EW_ASTMD3921 | mg/L | 0.2 | 0.4 | 3.4 | 4.7 | 11.1 |
| Análisis Microbiológicos | | | | | | | |
| Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes | EW_APHAS221E_NMP | NMP/100 mL | -- | -- | <1.6 | <1.6 | <1.6 |
| Metales Totales | | | | | | | |
| Aluminio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.001 | 0.003 | 0.393 | 0.303 | 0.352 |
| Antimonio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.00004 | 0.00013 | 0.00427 | 0.00601 | 0.00666 |
| Arsénico Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.00003 | 0.00010 | 0.02633 | 0.02729 | 0.02649 |
| Bario Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.0001 | 0.0003 | 0.1127 | 0.1090 | 0.1015 |
| Berilio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.00002 | 0.00006 | <0.00006 | <0.00006 | <0.00006 |
| Bismuto Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.00001 | 0.00003 | 0.00032 | 0.00034 | 0.00030 |
| Boro Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.002 | 0.006 | 0.156 | 0.143 | 0.135 |
| Cadmio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.00001 | 0.00003 | 0.00063 | 0.00061 | 0.00066 |
| Calcio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.003 | 0.009 | 134.797 | 127.560 | 112.465 |
| Cerio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.00006 | 0.00024 | 0.00053 | 0.00056 | 0.00046 |
| Cesio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.0001 | 0.0003 | 0.0246 | 0.0231 | 0.0214 |
| Cobalto Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.00001 | 0.00003 | 0.00703 | 0.00654 | 0.00761 |
| Cobre Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.00003 | 0.00009 | 0.02204 | 0.02152 | 0.02076 |
| Cromo Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.0001 | 0.0003 | 0.0047 | 0.0049 | 0.0046 |
| Estaño Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.00003 | 0.00010 | <0.00010 | <0.00010 | <0.00010 |
| Estroncio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.0002 | 0.0006 | 0.4072 | 0.3726 | 0.3215 |
| Fósforo Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.015 | 0.047 | 7.977 | 7.927 | 7.744 |
| Gallo Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.00004 | 0.00012 | 0.00036 | 0.00037 | 0.00037 |
| Germanio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.0002 | 0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | <0.0006 |
| Hafnio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.00005 | 0.00015 | <0.00015 | <0.00015 | <0.00015 |
| Hierro Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.0004 | 0.0013 | 2.4215 | 2.6027 | 2.5663 |
| Lantano Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.0005 | 0.0015 | <0.0015 | <0.0015 | <0.0015 |

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1806289**

| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | | | | | DM - R1 | DM - R2 | DM - R3 |
|---------------------------|-------------|--------|----------|----------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| FECHA DE MUESTREO | | | | | 060116463N / 46466730E | 060116463N / 46466730E | 060116463N / 46466730E |
| HORA DE MUESTREO | | | | | 23/03/2016 | 23/03/2016 | 23/03/2016 |
| CATEGORIA | | | | | 11:00:00 | 10:45:00 | 10:35:00 |
| SUBCATEGORIA | | | | | AGUA RESIDUAL | AGUA RESIDUAL | AGUA RESIDUAL |
| | | | | | AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA | AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA | AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA |
| Parámetro | Referencia | Unidad | LD | LC | Resultado | Resultado | Resultado |
| Metales Totales | | | | | | | |
| Litio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.0001 | 0.0003 | 0.0313 | 0.0301 | 0.0262 |
| Lutecio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.00002 | 0.00006 | <0.00006 | <0.00006 | <0.00006 |
| Magnesio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.001 | 0.003 | 71.891 | 79.592 | 74.137 |
| Manganeso Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.00003 | 0.00010 | 0.25527 | 0.25143 | 0.24864 |
| Mercurio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.00003 | 0.00009 | <0.00009 | <0.00009 | <0.00009 |
| Molibdeno Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.00002 | 0.00006 | 0.01033 | 0.01017 | 0.01014 |
| Niobio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.0005 | 0.0015 | <0.0015 | <0.0015 | <0.0015 |
| Niquel Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.0002 | 0.0006 | 0.0148 | 0.0136 | 0.0132 |
| Plata Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.000003 | 0.000010 | <0.000010 | <0.000010 | <0.000010 |
| Plomo Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.0002 | 0.0006 | 0.0133 | 0.0152 | 0.0183 |
| Potasio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.04 | 0.13 | 441.17 | 404.31 | 371.05 |
| Rubidio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.0003 | 0.0009 | 0.6266 | 0.7716 | 0.7151 |
| Selenio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.0004 | 0.0013 | 0.0032 | 0.0032 | 0.0030 |
| Silice Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.09 | 0.27 | 21.06 * | 19.43 * | 16.02 * |
| Silicio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.04 | 0.13 | 9.64 | 9.06 | 8.43 |
| Sodio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.006 | 0.019 | 64.555 | 61.025 | 60.040 |
| Talio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.00002 | 0.00006 | 0.00015 | 0.00015 | 0.00014 |
| Tantalio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.0007 | 0.0021 | <0.0021 | <0.0021 | <0.0021 |
| Teluro Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.001 | 0.003 | <0.003 | <0.003 | <0.003 |
| Thorio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.00006 | 0.00019 | <0.00019 | <0.00019 | <0.00019 |
| Titanio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.0002 | 0.0006 | 0.0553 | 0.0560 | 0.0545 |
| Uranio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.000003 | 0.000010 | 0.000555 | 0.000559 | 0.000535 |
| Vanadio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.0001 | 0.0003 | 0.0025 | 0.0026 | 0.0025 |
| Wolframio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.0002 | 0.0006 | 0.0006 | 0.0007 | 0.0007 |
| Yterbio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.00002 | 0.00006 | <0.00006 | <0.00006 | <0.00006 |
| Zinc Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.0006 | 0.0026 | 0.2072 | 0.2283 | 0.2645 |
| Zirconio Total | EW_EPA200_6 | mg/L | 0.00015 | 0.00045 | 0.00067 | 0.00065 | 0.00062 |

**INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1806289**

| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | | | | | DA - R1 | DA - R2 | DA - R3 |
|--|------------------|------------|---------|---------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| FECHA DE MUESTREO | | | | | 23/03/2018 | 23/03/2018 | 23/03/2018 |
| HORA DE MUESTREO | | | | | 10:00:00 | 10:20:00 | 12:45:00 |
| CATEGORIA | | | | | AGUA RESIDUAL | AGUA RESIDUAL | AGUA RESIDUAL |
| SUBCATEGORIA | | | | | AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA | AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA | AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA |
| Parámetro | Referencia | Unidad | LD | LC | Resultado | Resultado | Resultado |
| Análisis Fisicoquímicos | | | | | | | |
| Sólidos Totales en Suspensión | EW_APHA2540D | mg/L | 1 | 3 | 665 | 305 | 305 |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | EW_APHA5210B | mg/L | 1.0 | 2.6 | 3,726.7 | 3,360.0 | 3,523.3 |
| Demanda Química de Oxígeno | EW_APHA5220D | mg/L | 1.5 | 4.5 | 10,289.2 | 9,077.5 | 10,610.1 |
| Aceltes y Grasas | EW_ASTMD3921 | mg/L | 0.2 | 0.4 | 4.1 | 3.6 | 3.0 |
| Análisis Microbiológicos | | | | | | | |
| Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes | EW_APHA9221E_NMP | NMP/100 mL | -- | -- | <1.5 | <1.5 | <1.5 |
| Metales Totales | | | | | | | |
| Aluminio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.001 | 0.003 | 0.395 | 0.377 | 0.390 |
| Antimonio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00004 | 0.00013 | 0.00364 | 0.00513 | 0.00711 |
| Arsénico Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00003 | 0.00010 | 0.02775 | 0.03386 | 0.03073 |
| Bario Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0001 | 0.0003 | 0.1343 | 0.1320 | 0.1311 |
| Berilio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00002 | 0.00006 | <0.00006 | <0.00006 | <0.00006 |
| Bismuto Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00001 | 0.00003 | 0.00035 | 0.00027 | 0.00030 |
| Boro Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.002 | 0.006 | 0.156 | 0.178 | 0.167 |
| Cadmio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00001 | 0.00003 | 0.00098 | 0.00101 | 0.00067 |
| Calcio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.003 | 0.009 | 166.187 | 166.599 | 166.771 |
| Cerio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00005 | 0.00024 | 0.00051 | 0.00051 | 0.00056 |
| Cesio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0001 | 0.0003 | 0.0337 | 0.0324 | 0.0325 |
| Cobalto Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00001 | 0.00003 | 0.00849 | 0.00885 | 0.00877 |
| Cobre Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00003 | 0.00009 | 0.02746 | 0.02652 | 0.02761 |
| Cromo Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0001 | 0.0003 | 0.0059 | 0.0059 | 0.0056 |
| Estaño Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00003 | 0.00010 | <0.00010 | <0.00010 | <0.00010 |
| Estroncio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0002 | 0.0006 | 0.5338 | 0.5419 | 0.5531 |
| Fósforo Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.015 | 0.047 | 6.577 | 6.927 | 6.662 |
| Gallo Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00004 | 0.00012 | 0.00037 | 0.00039 | 0.00041 |
| Germanio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0002 | 0.0006 | <0.0006 | <0.0006 | <0.0006 |
| Hafnio Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.00005 | 0.00015 | <0.00015 | <0.00015 | <0.00015 |
| Hierro Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0004 | 0.0013 | 2.6712 | 2.6795 | 3.0293 |
| Lantano Total | EW_EPA200_5 | mg/L | 0.0005 | 0.0015 | <0.0015 | <0.0015 | <0.0015 |

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1806289

| IDENTIFICACIÓN DE MUESTRA | | | | | DA - R1 | DA - R2 | DA - R3 |
|---------------------------|-------------|--------|----------|----------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| FECHA DE MUESTREO | | | | | 060116463N / 46466730E | 060116463N / 46466730E | 060116463N / 46466730E |
| HORA DE MUESTREO | | | | | 23/03/2018 | 23/03/2018 | 23/03/2018 |
| CATEGORIA | | | | | 10:00:00 | 10:20:00 | 12:45:00 |
| SUBCATEGORIA | | | | | AGUA RESIDUAL | AGUA RESIDUAL | AGUA RESIDUAL |
| | | | | | AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA | AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA | AGUA RESIDUAL DOMÉSTICA |
| Parámetro | Referencia | Unidad | LD | LC | Resultado | Resultado | Resultado |
| Metales Totales | | | | | | | |
| Litio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0001 | 0.0003 | 0.0370 | 0.0359 | 0.0353 |
| Lutecio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.00002 | 0.00006 | <0.00006 | <0.00006 | <0.00006 |
| Magnesio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.001 | 0.003 | 94.629 | 95.976 | 94.690 |
| Manganeso Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.00003 | 0.00010 | 0.31762 | 0.31221 | 0.34816 |
| Mercurio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.00003 | 0.00009 | <0.00009 | <0.00009 | <0.00009 |
| Molibdeno Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.00002 | 0.00006 | 0.01634 | 0.01665 | 0.01660 |
| Niobio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0005 | 0.0015 | <0.0015 | <0.0015 | <0.0015 |
| Niquel Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0002 | 0.0006 | 0.0191 | 0.0167 | 0.0163 |
| Plata Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.000003 | 0.000010 | <0.000010 | <0.000010 | <0.000010 |
| Plomo Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0002 | 0.0006 | 0.0114 | 0.0132 | 0.0176 |
| Potasio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.04 | 0.13 | 567.41 | 541.75 | 524.22 |
| Rubidio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0003 | 0.0009 | 1.1570 | 1.1166 | 1.0996 |
| Selenio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0004 | 0.0013 | 0.0042 | 0.0042 | 0.0042 |
| Silice Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.09 | 0.27 | 22.20 * | 23.35 * | 22.79 * |
| Silicio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.04 | 0.13 | 10.36 | 10.91 | 10.65 |
| Sodio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.006 | 0.019 | 76.913 | 76.770 | 73.867 |
| Talio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.00002 | 0.00006 | 0.00022 | 0.00021 | 0.00021 |
| Tantalio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0007 | 0.0021 | <0.0021 | <0.0021 | <0.0021 |
| Teluro Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.001 | 0.003 | <0.003 | <0.003 | <0.003 |
| Thorio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.00006 | 0.00019 | <0.00019 | <0.00019 | <0.00019 |
| Titanio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0002 | 0.0006 | 0.0717 | 0.0696 | 0.0730 |
| Uranio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.000003 | 0.000010 | 0.000661 | 0.000646 | 0.000656 |
| Vanadio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0001 | 0.0003 | 0.0026 | 0.0026 | 0.0033 |
| Wolframio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0002 | 0.0006 | 0.0006 | <0.0006 | 0.0006 |
| Yterbio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.00002 | 0.00006 | <0.00006 | <0.00006 | <0.00006 |
| Zinc Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.0006 | 0.0026 | 0.2343 | 0.2416 | 0.2662 |
| Zirconio Total | EW_EPA200_8 | mg/L | 0.00015 | 0.00045 | 0.00073 | 0.00066 | 0.00063 |

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1806289

CONTROL DE CALIDAD

LC: Límite de cuantificación
MB: Blanco del proceso.
LCS %Recovery: Porcentaje de recuperación del patrón de proceso.
MS %Recovery: Porcentaje de recuperación de la muestra adicionada.
MSD %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados de la muestra adicionada.
Dup %RPD: Diferencia Porcentual Relativa entre los duplicados del proceso.

| Parámetro | Unidad | LC | MB | DUP %RPD | LCS %Recovery | MS %Recovery | MSD %RPD |
|-------------------------------|--------|----------|-----------|----------|---------------|--------------|----------|
| Aluminio Total | mg/L | 0.003 | <0.003 | 0 - 4% | NA - 100% | NA - 100% | NA - 0% |
| Antimonio Total | mg/L | 0.00013 | <0.00013 | 0 - 3% | 100 - 104% | 96 - 100% | 0% |
| Arsénico Total | mg/L | 0.00010 | <0.00010 | 0 - 4% | 104 - 109% | 101 - 102% | 1% |
| Bario Total | mg/L | 0.0003 | <0.0003 | 0 - 8% | 97 - 108% | 95 - 99% | 0% |
| Berilio Total | mg/L | 0.00006 | <0.00006 | 0% | 93 - 95% | 95 - 99% | 0 - 2% |
| Bismuto Total | mg/L | 0.00003 | <0.00003 | 0 - 8% | 94% | 96 - 98% | 0% |
| Boro Total | mg/L | 0.006 | <0.006 | 0 - 8% | 99 - 100% | 94 - 98% | 0 - 1% |
| Cadmio Total | mg/L | 0.00003 | <0.00003 | 0 - 5% | 98 - 100% | 99 - 100% | 1% |
| Calcio Total | mg/L | 0.009 | <0.009 | 0 - 8% | 100 - 103% | 98 - 99% | 0 - 2% |
| Cenizo Total | mg/L | 0.00024 | <0.00024 | 0 - 8% | 107% | 99 - 100% | 0% |
| Cesio Total | mg/L | 0.0003 | <0.0003 | 0 - 7% | 92 - 98% | 99 - 104% | 0 - 1% |
| Cobalto Total | mg/L | 0.00003 | <0.00003 | 0 - 7% | 101 - 103% | 95 - 100% | 0 - 1% |
| Cobre Total | mg/L | 0.00009 | <0.00009 | 0 - 6% | 94% | 97 - 98% | 0% |
| Cromo Total | mg/L | 0.0003 | <0.0003 | 0 - 3% | 98 - 101% | 95 - 103% | 0 - 2% |
| Estaño Total | mg/L | 0.00010 | <0.00010 | 0% | 100 - 104% | 102 - 105% | 1% |
| Estroncio Total | mg/L | 0.0006 | <0.0006 | 0 - 5% | 100 - 103% | 94 - 102% | 0 - 8% |
| Fósforo Total | mg/L | 0.047 | <0.047 | 0 - 7% | NA - 96% | NA - 97% | NA - 1% |
| Gallo Total | mg/L | 0.00012 | <0.00012 | 0 - 6% | 97% | 96 - 100% | 0 - 1% |
| Germanio Total | mg/L | 0.0006 | <0.0006 | 0% | 92% | 99 - 105% | 1% |
| Hafnio Total | mg/L | 0.00015 | <0.00015 | 0 - 5% | 99 - 100% | 100 - 103% | 1% |
| Hierro Total | mg/L | 0.0013 | <0.0013 | 0 - 7% | 104 - 107% | 92 - 98% | 0 - 1% |
| Lantano Total | mg/L | 0.0015 | <0.0015 | 0% | 105% | 101 - 104% | 1 - 2% |
| Litio Total | mg/L | 0.0003 | <0.0003 | 0 - 5% | 103 - 105% | 97 - 100% | 0 - 1% |
| Lutecio Total | mg/L | 0.00006 | <0.00006 | 0% | 91 - 96% | 99 - 103% | 0 - 2% |
| Magnesio Total | mg/L | 0.003 | <0.003 | 0 - 8% | 102 - 107% | 99 - 100% | 1% |
| Manganeso Total | mg/L | 0.00010 | <0.00010 | 0 - 7% | 99 - 102% | 98% | 0% |
| Mercurio Total | mg/L | 0.00009 | <0.00009 | 0% | 99 - 102% | 102 - 104% | 0 - 3% |
| Molibdeno Total | mg/L | 0.00006 | <0.00006 | 0 - 6% | 96 - 99% | 97 - 99% | 0 - 1% |
| Niobio Total | mg/L | 0.0015 | <0.0015 | 0% | 95 - 99% | 97 - 102% | 0 - 3% |
| Niquel Total | mg/L | 0.0006 | <0.0006 | 0 - 4% | 94 - 99% | 98 - 99% | 1% |
| Plata Total | mg/L | 0.00010 | <0.00010 | 0% | 95 - 96% | 100 - 107% | 0% |
| Plomo Total | mg/L | 0.0006 | <0.0006 | 0 - 8% | 103 - 104% | 101 - 102% | 0 - 1% |
| Potasio Total | mg/L | 0.13 | <0.13 | 0 - 8% | NA - 100% | NA - 100% | NA - 0% |
| Rubidio Total | mg/L | 0.0009 | <0.0009 | 0 - 5% | 97 - 99% | 97 - 105% | 0 - 2% |
| Selenio Total | mg/L | 0.0013 | <0.0013 | 0 - 8% | 96 - 99% | 98 - 99% | 0 - 7% |
| Silice Total | mg/L | 0.27 | <0.27 | 0 - 8% | NA - 100% | NA - 91% | NA - 0% |
| Silicio Total | mg/L | 0.13 | <0.13 | 0 - 8% | NA - 100% | NA - 91% | NA - 0% |
| Sodio Total | mg/L | 0.019 | <0.019 | 0 - 8% | 99 - 107% | 97 - 98% | 1 - 8% |
| Talio Total | mg/L | 0.00006 | <0.00006 | 0 - 7% | 99 - 101% | 92 - 98% | 0 - 1% |
| Tantalio Total | mg/L | 0.0021 | <0.0021 | 0 - 6% | 93 - 99% | 97% | 1 - 2% |
| Teluro Total | mg/L | 0.003 | <0.003 | 0% | 94 - 100% | 98% | 0 - 2% |
| Thorio Total | mg/L | 0.00019 | <0.00019 | 0% | 93 - 97% | 98 - 101% | 0 - 1% |
| Titanio Total | mg/L | 0.0006 | <0.0006 | 0 - 6% | NA - 103% | NA - 100% | NA - 1% |
| Uranio Total | mg/L | 0.000010 | <0.000010 | 0 - 6% | 94% | 100% | 0 - 1% |
| Vanadio Total | mg/L | 0.0003 | <0.0003 | 0 - 7% | 100% | 97 - 99% | 2% |
| Wolframio Total | mg/L | 0.0006 | <0.0006 | 0 - 4% | 97 - 99% | 99% | 1 - 3% |
| Yterbio Total | mg/L | 0.00006 | <0.00006 | 0% | 92 - 97% | 100 - 103% | 1% |
| Zinc Total | mg/L | 0.0026 | <0.0026 | 0 - 8% | 100 - 104% | 98 - 100% | 1 - 2% |
| Zirconio Total | mg/L | 0.00045 | <0.00045 | 0 - 7% | 98 - 99% | 99 - 102% | 0 - 1% |
| Sólidos Totales en Suspensión | mg/L | 3 | <3 | 1 - 2% | 98 - 100% | | |
| Acetatos y Grasas | mg/L | 0.4 | <0.4 | 0% | 97% | 96% | |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | mg/L | 2.6 | <2.6 | 0 - 2% | 98 - 100% | | |
| Demanda Química de Oxígeno | mg/L | 4.5 | <4.5 | | 94 - 105% | 103% | 0% |

INFORME DE ENSAYO CON VALOR OFICIAL
MA1806289

REFERENCIAS DE MÉTODOS DE ENSAYO

| Referencia | Sede | Parámetro | Método de Ensayo |
|------------------|--------|--|--|
| EW_APHA5210B | Callao | Demanda Bioquímica de Oxígeno | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B ;22nd Ed: 2012. Biochemical Oxygen Demand (BOD): 5-Day BOD test |
| EW_APHA9221E_NMP | Callao | Numeración de Coliformes fecales o termotolerantes | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221E.1, 23rd Ed. 2017; Multiple-tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure. Thermotolerant Coliform Test (EC Medium). |
| EW_APHA2540D | Callao | Sólidos Totales en Suspensión | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540-D; 23rd Ed: 2017. Solids: Total Suspended Solids dried at 103-105 °C |
| EW_APHA5220D | Callao | Demanda Química de Oxígeno | SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D; 23rd Ed: 2017. Chemical Oxygen Demand, Closed Reflux, Colorimetric Method |
| EW_ASTMD3921 | Callao | Aceites y Grasas | ASTM D3921 - 96 (Reapproved 2011), Standard Test Method for Oil and Grease and Petroleum Hydrocarbons in Water -(Validado)2014 |
| EW_EPA200_8 | Callao | Metales Totales | EPA 200.8, Rev 5.4: 1994. Determination of Trace Elements in Waters and Wastes by Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry. |

Notas:

El reporte de tiempo se realiza en el sistema horario de 24 horas.

(*) El método indicado no ha sido acreditado por el INACAL - DA , para la matriz en mención.

Este documento es emitido por la Compañía bajo sus Condiciones Generales de Servicio, que pueden encontrarse en la página <http://www.sgs.pe/es-ES/Terms-and-Conditions.aspx>. Son especialmente importantes las disposiciones sobre limitación de responsabilidad, pago de indemnizaciones y jurisdicción definidas en dichas Condiciones Generales de Servicio., su alteración o su uso indebido constituye un delito contra la fe pública y se regua por las disposiciones civiles y penales de la materia, queda prohibida la reproducción parcial, salvo autorización escrita de SGS de Perú S.A.C.

Los resultados del Informe de ensayo sólo son válidos para la(s) muestra(s) ensayada(s) y no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la identidad que lo produce. La compañía no es responsable del origen o fuente de la cual las muestras han sido tomadas.

ANEXO N° 8: CADENA DE CUSTODIA DE PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS Y METALES – MUESTRA LÍNEA BASE.



Laboratorio Calles
Avenida César E. Castro 1046, Calles 1
Teléfono: (51) 317 1880
E-mail: ya.laboratorio@sgs.com

Laboratorio Arequipa
Estrada Gálvez N° 175, Pampa Industrial
Teléfono: (054) 210206
E-mail: arequipa@sgs.com

Laboratorio Cajamarca
Calle Arevalo 1000/1001 207, Barrio San Antonio
Teléfono: (076) 827723
E-mail: cajamarca@sgs.com

CADENA DE CUSTODIA PARA MONITOREO DE AGUA **N° 192113**

| DATOS DEL CLIENTE | | | | FACTURAR A: | | | | Análisis requeridos / Preservantes | | | | TIPOS DE AGUA* | | |
|--|----------|-------------------------------------|---------------------|--|-------------------------------------|----------|-------|---|---|------------------------------------|---|---|---|--|
| Cliente: <u>JUAN EDUARDO DELgado ROJAS</u> Contacto: - Teléfono: <u>962 31 62 63</u> E-mail: <u>delgado.rojas.j@gnail.com</u> Proyecto: - Lugar de Inspección: <u>STAB - Cooperación - Abaj</u> | | | | Razón Social: - RUC: - Dirección: - Contacto: - Representante: - Monitoreo por: <input type="checkbox"/> SGS <input checked="" type="checkbox"/> El Cliente | | | | Cantidad de envases (Plástico/Vidrio): <u>Acetatos y Glicerol</u> <u>1000 - Llenado Biogérmico</u> <u>Soluto Titulob en Suspensión</u> <u>Ahorros de Celofano y acetatos</u> <u>2. Frenos de acetatos</u> <u>1000 - Drenado (Bande de Cargano)</u> <u>Metales Titulos - LPM 200-5</u> | | | | AGUA NATURAL AN - Agua de lluvia ANB - Agua de lluvia artificial ANA - Agua de manantial ANS - Agua de mar AS - Agua superficial ANL - Agua salina ANR - Agua de río ANM - Agua de lago/laguna AND - Agua de depósito atmosférico ANO - Agua residual doméstica ANP - Agua residual industrial ANQ - Agua residual municipal ANR - Agua de lluvia | | |
| Enviar el Informe a: Contacto: <u>Juan Eduardo Delgado Rojas</u> Dirección: <u>C/ Los Nigales 101 F. Lte. 15A</u> Teléfono: <u>962 31 62 63</u> E-mail: <u>delgado.rojas.j@gnail.com</u> N° de CE: <u>3437770</u> N° de Pre-Auto: - N° de BA: - Fecha de Inicio: <u>09.02.2015</u> Fecha de Finalización: <u>09.02.2015</u> Hora de Inicio: - Hora de Finalización: - | | | | Presencia del Monitoreo: Periódico <input type="checkbox"/> No Periódico <input type="checkbox"/> Especial <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | | | | AGUA SALINA SA - Agua de mar SBL - Salmuera SRS - Agua de evaporación y recuperación (salina) ASD - Agua de desalación atmosférica ADP - Agua de desalación por osmosis ADI - Agua de desalación por intercambio iónico ADL - Agua de desalación por litio ADM - Agua de desalación por membrana ADN - Agua de desalación por nanofiltración ADS - Agua de desalación por ósmosis inversa ADT - Agua de desalación por termólisis ADU - Agua de desalación por ultrafiltración ADV - Agua de desalación por vaporización | | |
| Barril | Estación | Coordenadas UTM Easting Northing | Altitud (metros) | Tipo de Agua | Tipo de Muestra Simple Compuesta | Fecha | Hora | P | V | Análisis requeridos / Preservantes | | TIPOS DE AGUA* | | |
| 01 | LB - I | E 964807 20 N 26619646 | | ARD | ✓ | 09.02.15 | 10:35 | 5 | 1 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| 02 | LB - S | E 964807 20 N 26619646 | | ARD | ✓ | 09.02.15 | 11:10 | 5 | 1 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| OBSERVACIONES | | | | | | | | | | | | | | |
| Inspector responsable: - Fecha: - Firma: - Representante del Cliente: <u>Juan E. Delgado R.</u> Fecha: <u>09.02.15</u> Firma: <u>[Firma]</u> | | | | N° de Coches <input type="checkbox"/> N° de Focos <input type="checkbox"/> N° de Kits Pack <input type="checkbox"/> | | | | Fecha de Recepción de las Muestras: - Hora: - Responsable de la Recepción de las Muestras: - Firma: - Condiciones en que se recibieron las muestras: Refrigeradas <input type="checkbox"/> Preservadas <input type="checkbox"/> Dentro del tiempo de conservación <input type="checkbox"/> N° de muestras rotas: <input type="checkbox"/> Otras (especificar): - | | | | Temperatura (°C) <input type="text"/> | | |

D:\OPE-P\GTEN\01
R07
FA - Abril 2015

ANEXO N° 9: CADENA DE CUSTODIA DE CONTROL DE CALIDAD PARA PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y METALES – MUESTRA LÍNEA BASE.



Laboratorio Calles
Avenida Simón Bolívar 2348, Calles 1
Teléfono: (01) 517 5308
E-mail: info@calles.com.ve

Laboratorio Araucaria
Avenida Guayana N° 215, Parque Industrial
Teléfono: (04) 213608
E-mail: info@araucaria.com.ve

Laboratorio Cajamaripa
Calle Anacleto Márquez 257, Barrio San Antonio
Teléfono: (076) 307723
E-mail: info@cajamaripa.com.ve

N° 192114

CADENA DE CUSTODIA PARA MONITOREO DE AGUA

| DATOS DEL CLIENTE | | FACTURAR A: | | Análisis requeridos / Preservantes | | | | | | | | | | TIPOS DE AGUA* | | | | | | | | |
|--|----------|---|---------------------|--|-------------------------------------|----------|-------|---|---|---|---|--|--|---|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Cliente: <u>JUAN EDUARDO DELGADO R.</u> Contacto: <u>-</u> Teléfono: <u>962316263</u> E-mail: <u>jdelgado@cajamaripa.com.ve</u> Proyecto: <u>-</u> Lugar de Inspección: <u>PAR - Concepción - Araya</u> | | Razon Social: BUC Dirección: Contacto: Teléfono: Representado por: SGS <input type="checkbox"/> El Cliente <input checked="" type="checkbox"/> | | Cantidad de envases (Plástico / Vidrio): <u>Deposito Acetico y Conserva.</u> <u>Barril Vidrio Metales</u> <u>Barril Campo rielab.</u> | | | | | | | | | | AGUA NATURAL AN: Agua subterránea ANA: Agua de manantial ANS: Agua superficial ANP: Agua de lluvia ANR: Agua de lluvia de riego ANS: Agua de lluvia atmosférica | | | | | | | | |
| ENVIAR EL INFORME A: Contacto: <u>Juan E. Delgado Rojas</u> Dirección: <u>Via Los Angeles #15 Urb. YA</u> Teléfono: <u>962316263</u> E-mail: <u>jdelgado@cajamaripa.com.ve</u> N° de Of: <u>343770</u> N° de Proyecto: N° de NA: | | Periodicidad: Periódica <input type="checkbox"/> No Periódica <input type="checkbox"/> Especial <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | AGUA SALINA AS: Agua de mar ASL: Agua salina SAS: Salinero ASD: Agua de inspección y rehabilitación conductos ASD: Agua de inspección atmosférica | | | | | | | | |
| Fecha de Inicio: <u>09.02.15</u> Fecha de Finalización: <u>09.02.16</u> Hora de Inicio: Hora de Finalización: | | AGUA RESIDUAL ARD: Agua residual doméstica ARR: Agua residual industrial ARW: Agua residual municipal ARS: Agua de lavado | | AGUA DE PROCESO APC: Agua de extracción e intercambio APC: Agua de alimentación para calderas AC: Agua de calderas AL: Agua de lavandería APW: Agua de lavado ARP: Agua de reacción y recuperación de procesos AA: Agua de lluvia | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Item | Estación | Coordenadas UTM Norte Este MAGN | Altitud (metros) | Tipo de Agua* | Tipo de Muestra Simple Compuesta | Fecha | Hora | P | V | | | | | | | | | | | | | |
| 01 | LB-J | 2 101 247 20 62 01 16 91 | | ARD | ✓ | 09.02.15 | 10:35 | 2 | 1 | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | | | | | | |
| Inspector responsable: <u>-</u> Fecha: <u>-</u> Firma: <u>-</u> Representante del Cliente: <u>Juan E. Delgado Rojas</u> Fecha: <u>09.02.16</u> Firma: <u>[Firma]</u> N° de Cuellos: <input type="checkbox"/> N° de Frascos: <input type="checkbox"/> N° de las Pañ.: <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | Fecha de Recepción de las Muestras: Hora: Responsable de la Recepción de las Muestras: Firma: Condiciones en que se recibieron las muestras: Refrigeradas <input type="checkbox"/> Preservadas <input type="checkbox"/> Dentro del tiempo de conservación: <input type="checkbox"/> Temperatura (°C): <input type="text"/> N° de muestras rotas: <input type="text"/> Otras (especifique): <input type="text"/> | | | | | | | | | | |
| Muestra enviada en: <input type="checkbox"/> Sólidos <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Aire <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Fluido <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Sólido <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Recipiente del Envío: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Agente / Persona a cargo del transporte: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> M.U.C. / O.M.: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Fecha y hora de envío: <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | D-OFI-P-07ENV-01 R07 FA, Abril 2015 | | | | | | | | | | |

ANEXO N° 11: CADENA DE CUSTODIA N° 2 DE PARÁMETROS FISCOQUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS Y METALES – UNIDADES EXPERIMENTALES.



Laboratorio Callao
Avenida Elmer Faucet 1046, Callao 1
Teléfono: (051) 517 1046
E-mail: ps.laboratorio@sgs.com

Laboratorio Arequipa
Ejército Central N° 275, Parque Industrial
Teléfono: (054) 213306
E-mail: arequipa@sgs.com

Laboratorio Cajamarca
Calle Avenida Miraflores 257, Barrio San Antonio
Teléfono: (076) 847721
E-mail: cajamarca@sgs.com

CADENA DE CUSTODIA PARA MONITOREO DE AGUA **N° 192117**

| DATOS DEL CLIENTE | | | | FACTURAR A | | | | Análisis requeridos / Preservantes | | | | | | | | | | TIPOS DE AGUA* | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|----------|----------------------------------|------------------|--|----------------------------|----------|-------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|----------|---|------------------|--------------|----------------------------|-------|------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---------|----------------------------|--|-----|---|----------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---------|---|--|-----|---|----------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|
| Cliente: <u>Leon Eduardo Delgado Rojas</u> Contacto: _____ Teléfono: <u>912 516263</u> E-mail: <u>leon@delgado-rojas.com</u> Proyecto: <u>Plan de Mantenimiento de Aguas</u> Lugar de Inspección: <u>Quilicura, Ica, Perú</u> | | | | Razón Social: _____ RUC: _____ Dirección: _____ Contacto: _____ Teléfono: _____ Monitoreo por: <input type="checkbox"/> SGS <input checked="" type="checkbox"/> El Cliente | | | | Cantidad de envases (Plástico / Vidrio): <u>Acoples y Conexión</u> <u>Demanda Ingeniería de Ingeniería (1000)</u> <u>Solares Totales de Suspensión</u> <u>Planchales de 100 gramos, 100ml</u> <u>Demanda Ingeniería de Ingeniería (1000)</u> <u>Platos Totales - 100 ml - 5</u> | | | | | | | | | | AGUA NATURAL: ANR - Agua natural ANS - Agua de fuente AN - Agua natural ANE - Agua superficial ANP - Agua de río ANL - Agua de lago/lake ANM - Agua de fuente embotellada ANO - Agua de fuente embotellada | | TIPOS DE AGUA* AP - Agua de piscina ALA - Agua de agua artificial ASA - Agua de salina ASL - Agua de mar ASB - Agua de salina SAC - Salina ASR - Agua de superficie y aguas subterráneas ASQ - Agua de superficie | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Enviar el informe a: Contacto: <u>Juan Eduardo Delgado Rojas</u> Dirección: <u>Los Andes, N° 166 100</u> Teléfono: <u>912 516263</u> E-mail: <u>leon@delgado-rojas.com</u> | | | | Períodos: <input type="checkbox"/> No Períodos: <input type="checkbox"/> Especial: <input checked="" type="checkbox"/> | | | | | | | | | | | | | | AGUA RESIDUAL: ARD - Agua residual doméstica ARS - Agua residual industrial ARM - Agua residual municipal ARH - Agua residual hospitalaria | | AGUA DE PROCESO: APC - Agua de circulación o efluente APD - Agua de alimentación para calderas APL - Agua de lavado APT - Agua de limpieza APR - Agua de limpieza y efluente de proceso | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| N° de Orden: <u>21399790</u> N° de Paquete: _____ Fecha de Inicio: <u>23-03-15</u> Fecha de Finalización: <u>23-03-15</u> Hora de Inicio: <u>09:30</u> Hora de Finalización: <u>17:00</u> | | | | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Item</th> <th>Estación</th> <th>Coordenadas UTM MDS 10 PAQ 10</th> <th>Altitud (metros)</th> <th>Tipo de Agua</th> <th>Tipo de Muestra Bandeja</th> <th>Fecha</th> <th>Hora</th> <th>P</th> <th>V</th> <th>✓</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>41</td> <td>DA - R2</td> <td>E: 44526730 N: 82810462</td> <td></td> <td>ARD</td> <td>✓</td> <td>23-03-15</td> <td>10:20</td> <td>5</td> <td>9</td> <td>✓</td> </tr> <tr> <td>42</td> <td>DA - R3</td> <td>"</td> <td></td> <td>ARD</td> <td>✓</td> <td>23-03-15</td> <td>12:45</td> <td>5</td> <td>9</td> <td>✓</td> </tr> </tbody> </table> | | | | | | | | | | | | | | Item | Estación | Coordenadas UTM MDS 10 PAQ 10 | Altitud (metros) | Tipo de Agua | Tipo de Muestra Bandeja | Fecha | Hora | P | V | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 41 | DA - R2 | E: 44526730 N: 82810462 | | ARD | ✓ | 23-03-15 | 10:20 | 5 | 9 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | 42 | DA - R3 | " | | ARD | ✓ | 23-03-15 | 12:45 | 5 | 9 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | OBSERVACIONES: <u>Agua ligeros turbia; color Rojizo</u> " | |
| Item | Estación | Coordenadas UTM MDS 10 PAQ 10 | Altitud (metros) | Tipo de Agua | Tipo de Muestra Bandeja | Fecha | Hora | P | V | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 41 | DA - R2 | E: 44526730 N: 82810462 | | ARD | ✓ | 23-03-15 | 10:20 | 5 | 9 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 42 | DA - R3 | " | | ARD | ✓ | 23-03-15 | 12:45 | 5 | 9 | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Inspector responsable: _____ Fecha: _____ Firma: _____ Representante del Cliente: <u>Juan E. Delgado R.</u> Fecha: <u>23-03-15</u> Firma: _____ | | | | N° de Orden: <input type="checkbox"/> N° de Paquetes: <input type="checkbox"/> N° de Frascos: <input type="checkbox"/> N° de Bolsas: <input type="checkbox"/> | | | | Fecha de Recepción de las Muestras: _____ Hora: _____ Responsable de la Recepción de las Muestras: _____ Condiciones en que se recibieron las muestras: _____ Refrigeración: <input type="checkbox"/> Preservadas: <input type="checkbox"/> Dentro del tiempo de conservación: <input type="checkbox"/> N° de muestras rotas: <input type="checkbox"/> Otros (según fuese): _____ | | | | | | | | | | Temperatura (°C): _____ Pasa _____ de _____ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

D-0PE-P-GENV-01
R07
FA - Abril 2015

ANEXO N° 12: BITÁCORA DE REGISTRO DE PARÁMETROS DE CAMPO.

Fecha: 16 de Febrero 2018 Lugar PTDR Concepcion.

| Unid. Exp. | pH | t° | Cond | OD | Hora: |
|------------|------|-------|------|-------|-------|
| Control 1 | 8.25 | 19.6 | 471 | 0.353 | 11:35 |
| Control 2 | 8.31 | 19.80 | 478 | 0.357 | |
| Control 3 | 8.40 | 19.80 | 474 | 0.354 | |
| DB-R1 | 4.40 | 21.1 | 1168 | 0.870 | |
| DB-R2 | 4.43 | 21.0 | 1095 | 0.817 | |
| DB-R3 | 4.44 | 20.50 | 1135 | 0.846 | |
| DM-R1 | 4.08 | 19.90 | 1329 | 0.993 | |
| DM-R2 | 4.06 | 19.50 | 1319 | 0.985 | |
| DM-R3 | 4.11 | 18.50 | 1249 | 0.933 | |
| DA-R1 | 3.91 | 20.50 | 1499 | 1.122 | |
| DA-R2 | 3.90 | 20.30 | 1478 | 1.106 | |
| DA-R3 | 3.96 | 20.0 | 1494 | 1.116 | |

* Día parcialmente nublado.

ANEXO N° 13: CARTA DE SOLICITUD PARA AUTORIZACIÓN DE TRABAJO DE TESIS EN LA PLANTA DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES – CONCEPCIÓN.

“Año del Dialogo y la Reconciliación Nacional”

Concepción, 19 de Enero del 2018

CARTA N°001 – 2018 / JEDR

Señor: ECON. JOHN SARAPURA DE LA CRUZ

Gerente de la E.P.S. Mantaro

ASUNTO: SOLICITO AUTORIZACION PARA TRABAJO DE TESIS EN LA
CONCEPCION

REF: REALIZAR INVESTIGACION DE TESIS



Yo, Juan Eduardo DELGADO ROJAS, Identificado con DNI N° 72709693 Bachiller en Ingeniería Ambiental de la Universidad Continental, con el debido respeto me presento y menciono.

Que, siendo requisito necesario para lograr la titulación y posterior Colegiatura realizar una investigación, me dirijo a usted para mencionar que dicha investigación la deseo realizar en la PTAR de la Provincia de Concepción, esta tiene como objetivo tratar aguas residuales con el Producto Microorganismos Eficaces (EM Agua) en el efluente del bioreactor, este trabajo será a nivel experimental por ello solicito:

- Como primera actividad se desea realizar, la extracción de muestras de agua como línea base de la investigación.
- Permiso para habilitación de un espacio para la instalación de 12 unidades experimentales que estarán en baldes de 20 litros.
- Permiso para la extracción de agua residual del efluente del bioreactor, que será utilizado en las unidades experimentales para su posterior tratamiento con EM Agua.
- Permisos de ingreso y salida de materiales, equipos y muestras durante 3 meses tiempo que durara la investigación.
- Permisos de uso de energía eléctrica, por tiempos establecidos por el investigador.

Para mayor comunicación le dejo mi correo electrónico: jdelgadorojas13@gmail.com y mi número de celular: 962316263.

Sin otro en particular, aprovecho agradecerle y expresar mis más distinguidas consideraciones.

Atentamente.

Juan Eduardo, DELGADO ROJAS

DNI: 72709693

**ANEXO N° 14: BOLETA DE VENTA POR SERVICIO DE ANÁLISIS EN
LABORATORIO DE SGS DEL PERÚ S.A.C.**



**RUC: 20100114349
BOLETA DE VENTA ELECTRÓNICA
Nro. B711-00015191**

SGS DEL PERU S.A.C.

AVENIDA ELMER FAUCETT 3348 URB. INDUSTRIAL BOCANEGRA
PROV. CONST. DEL CALLAO - PROV. CONST. DEL CALLAO - CALLAO
Teléfono: 517-1900 Fax: 575-4089 Casilla Postal: 27-0125

CLIENTE: DELGADO ROJAS JUAN EDUARDO
CODIGO: DOCUMENTO: 72709693
PSJ: LOS NOGALES MZ F LT: 15A REF: CERCA AL PARQUE GRAU, JUNIN, HUANCAYO, HUANCAYO, PERÚ

VS. REF. :

NS. REF. :

ENV / LB / 343770

PD662164

ATENCION: Juan Eduardo Delgado Rojas Telefono: Correo: jdelgado Rojas13@gmail.com

FECHA DE EMISIÓN: 24-ENE-2018

| CANT. | UNIDAD | DESCRIPCIÓN | P. UNITARIO | IMP. TOTAL |
|-------|--------|---------------------|-------------|------------|
| 1.00 | UND | ENSAYOS AMBIENTALES | S/ 99.95 | S/ 99.95 |

ENSAYOS AMBIENTALES

ANALISIS DE AGUA

SON: NOVENTA Y NUEVE Y 95/100 SOLES

CANCELABLE AL TIPO DE CAMBIO LIBRE PROMEDIO VENTA DE LA FECHA DE PAGO (R.C No 048-88EF/90)

Resumen: Ku5TcHIUG0f+Tl2Lo2u43ucTfc*

| | MONEDA | NRO. CTA. CTE | COD. INTERBANCARIO |
|------------------|--------|------------------|-------------------------|
| BANCO DE CREDITO | M.N. | 193-0253467-0-71 | 002-193-000253467071-12 |
| BANCO SCOTIABANK | M.N. | 000-1626833 | 009-223-000001626833-96 |

Todos los órdenes son aceptados y todos los informes y certificados son emitidos con sujeción a las Condiciones Generales para los Servicios de Inspección y Ensayo (copia disponible a solicitud)

All orders are accepted and all reports and certificates issued subject to the General Conditions for Inspection and Testing Services (copy available upon request)

| | |
|----------------|-----------------|
| OP. GRAVADAS | S/ 84.70 |
| OP. INAFECTAS | S/ 0.00 |
| OP. EXONERADAS | S/ 0.00 |
| IGV 18.00% | S/ 15.25 |
| TOTAL | S/ 99.95 |



Representación impresa de la boleta de venta electrónica, consulte en https://qfirst.pe.sgs.com/Facturacion_electronica/

Autorizado mediante la Resolución de Intendencia N° 0340050004177/SUNAT

MIEMBRO DEL GRUPO SGS (Société Générale de Surveillance)

ANEXO N° 16: BOLETAS DE VENTA POR SERVICIO DE COURIER, TRASLADO DE MUESTRAS A LABORATORIO.



RUC: 20100114349
BOLETA DE VENTA ELECTRÓNICA
Nro. B711-00015510

SGS DEL PERU S.A.C.

AVENIDA ELMER FAUCETT 3348 URB. INDUSTRIAL BOCANEGRA
 PROV. CONST. DEL CALLAO - PROV. CONST. DEL CALLAO - CALLAO
 Teléfono: 517-1900 Fax: 575-4089 Castilla Postal: 27-0125

| | | |
|---|-------------------|--|
| CLIENTE: DELGADO ROJAS JUAN EDUARDO CODIGO- DOCUMENTO: T2709693 PSJ: LOS NOGALES MZ. F LT. 15A. REF: CERCA AL PARQUE GRAU, JUNIN, HUANCAYO, HUANCAYO, PERÚ | VS. REF. : | NS. REF. : ENV / LB / 343770 PD662735 |
|---|-------------------|--|

ATENCIÓN: Juan Eduardo Delgado Rojas Telefono: Correo: jdelgado@jas13@gmail.com

FECHA DE EMISIÓN: 12-FEB-2015

| CANT. | UNIDAD | DESCRIPCIÓN | P. UNITARIO | IMP. TOTAL |
|-------|--------|-----------------------------|-------------|------------|
| 1.00 | UND | Ensayos Ambientales de Agua | S/ 29.50 | S/ 29.50 |

Ensayos Ambientales de Agua
 Recibo de muestras

SON: VEINTINUEVE Y 50/100 SOLES

CANCELABLE AL TIPO DE CAMBIO LIBRE PROMEDIO VENTA DE LA FECHA DE PAGO (R.C No 045-88EF/90)

Resumen: KTpdlakZJoN06syMUZaIAIQJE=

| | MONEDA | NRO. CTA. CTE | COD. INTERBANCARIO |
|------------------|--------|------------------|-------------------------|
| BANCO DE CREDITO | M.N. | 193-0253467-0-71 | 002-193-000253467071-12 |
| BANCO SCOTIABANK | M.N. | 000-1626833 | 009-223-000001626833-96 |

Todos los órdenes son aceptados y todos los informes y certificados son emitidos con sujeción a las Condiciones Generales para los Servicios de Inspección y Ensayo (copia disponible a solicitud)

All orders are accepted and all reports and certificates issued subject to the General Conditions for Inspection and Testing Services (copy available upon request)

| | |
|----------------|-----------------|
| OP. GRAVADAS | S/ 25.00 |
| OP. INAFECTAS | S/ 0.00 |
| OP. EXONERADAS | S/ 0.00 |
| IGV 18.00% | S/ 4.50 |
| TOTAL | S/ 29.50 |



Representación impresa de la boleta de venta electrónica, consulte en https://qfirst.pe.sgs.com/Facturacion_electronica/

Autorizado mediante la Resolución de Intendencia N° 0340050004177/SUNAT

MIEMBRO DEL GRUPO SGS (Société Générale de Surveillance)



RUC: 20100114349
BOLETA DE VENTA ELECTRÓNICA
 Nro. B711-00016486

SGS DEL PERU S.A.C.

AVENIDA ELMER FAUCETT 3345 URB. INDUSTRIAL BOCANEGRA
 PROV. CONST. DEL CALLAO - PROV. CONST. DEL CALLAO - CALLAO
 Teléfono: 517-1900 Fax: 575-4029 Castilla Postal: 27-0125

| | | |
|--|-------------------|--|
| CLIENTE: DELGADO ROJAS JUAN EDUARDO CÓDIGO: DOCUMENTO: T2709693 PSJ: LOS NOGALES MZ: P LT: 15A REF: CERCA AL PARQUE GRAU, JUNIN, HUANCAYO, HUANCAYO, PERÚ | VS. REF. : | NS. REF. : ENW / LB / 343770 PD663806 |
|--|-------------------|--|

ATENCION: Juan Eduardo Delgado Rojas Telefono: Correo: jdelgado@as13@gmail.com

FECHA DE EMISIÓN: 04-ABR-2018

| CANT. | UNIDAD | DESCRIPCIÓN | P. UNITARIO | IMP. TOTAL |
|-------|--------|--------------------|-------------|------------|
| 1.00 | UND | RECOJO DE MUESTRAS | S/ 29.50 | S/ 29.50 |

RECOJO DE MUESTRAS

SON: VEINTINUEVE Y 50/100 SOLES

CANCELABLE AL TIPO DE CAMBIO LIBRE PROMEDIO VENTA DE LA FECHA DE PAGO (R.C No 045-88EF/90)

Resumen: a1PUNdAmodx4SdonwA+9Emj1Pk*

| | MONEDA | NRO. CTA. CTE | COD. INTERBANCARIO |
|------------------|--------|------------------|-------------------------|
| BANCO DE CREDITO | M.N. | 193-0253467-0-71 | 002-193-000253467071-12 |
| BANCO SCOTIABANK | M.N. | 000-1626833 | 009-223-000001626833-96 |

Todas las órdenes son aceptadas y todos los informes y certificados son emitidos con sujeción a las Condiciones Generales para los Servicios de Inspección y Ensayo (copia disponible a solicitud)

All orders are accepted and all reports and certificates issued subject to the General Conditions for Inspection and Testing Services (copy available upon request)

| | |
|----------------|-----------------|
| OP. GRAVADAS | S/ 25.00 |
| OP. INAFECTAS | S/ 0.00 |
| OP. EXONERADAS | S/ 0.00 |
| IGV 18.00% | S/ 4.50 |
| TOTAL | S/ 29.50 |



Representación impresa de la boleta de venta electrónica, consulte en https://qjfst.pe.sgs.com/Facturacion_electronica/

Autorizado mediante la Resolución de Intendencia N° 0340050004177/SUNAT

MIEMBRO DEL GRUPO SGS (Société Générale de Surveillance)

ANEXO N° 17: BOLETAS POR SERVICIO DE ENVIÓ DE MUESTRAS DE LÍNEA
BASE DE HUANCAYO A LIMA.



OF. PRINCIPAL: Sembrillo Fiscal: J. A. Raymond N° 117 - Lima - Lima - La Victoria
Central Telefonica: 500-7878
OF. SUCURSALES: LIMA: Nicolas Aylón 1352 (Terminal Motor) Verbeeren - Lima - Lima - San Luis
SAN JUAN DE LURIGANCHO: Av. Wessas Pdo. 14 - Lima ☎ (01) 4346236 RPC: 991687071
JALISA: Av. Ricardo Palma N° 410 - Jajala - Junín ☎ 064-362-553 RPC: 993294301
HUANCAYO: Av. Mariscal Castilla N° 2759 - El Tambo - Junín ☎ 064-244-319 RPC: 993213056

R.U.C. 20378157138

BOLETA DE VENTA

0001- N° 088453

| ORIGEN | FECHA | DESTINO |
|--------|--------------|------------|
| Humo | 23 10 / 2018 | P20 NORTE. |

Remitente: Juan Dolgado Rojas 72709693 Telf.: 962316263.
Destinatario: Palacios Flores Freddy 41504420 y/o Portillo Jimenez Ivon 47040196
Dirección Destinatario: y/o Vicos Fasabi Mikyager 45021692. Telf.:

| CANT. | DESCRIPCION | PESO | UNIDADES MUESTRAS | IMPORTE |
|-------|-----------------------------------|------|-------------------|---------|
| 3 | Coviler (Cada en muestra de Agua) | | | 70.00 |
| | | | | / |
| | | | | 70.00 |

P.SHALOM EXPRESS S.A.C

Recibi conforme

D.N.I.

USUARIO

ANEXO N° 18: BOLETA POR SERVICIO DE ENVÍO DE MUESTRAS DE UNIDADES EXPERIMENTALES DE HUANCAYO A LIMA.

Empresa de Transportes y
TURISMO RARAZ SAC

Encuentras en general
Paquetes, buses, autos y más
Lima - Jauja - Huancayo - La Merced
Píscara - Salas - Cerro de Pasco
www.turismoraraz.com.pe

Huancayo: Av. Evitamiento S/N Tor. Huancayo Stand 16, 8º piso, Huancayo, Junín T. 601633
Lima: Av. Nicolás Ayllón No 1307, 6to. Lima, Lima T. 2568222
Av. García Unger 6877 Int.31, Independencia, Lima, Lima T. 6132942
Av. Paseo de la República 571, Int. 2 Terminal OTR, Cel. 981843342
DDO. FISCAL: Av. Huancivil No. 62 Lt. 11, Santa Anita-Lima/Lima T. 3142888

RUC. 20505365217

BOLETA DE VENTA

007- **Nº 023691**

Huancayo: _____ de _____ del 20____

Destinatario: **FREDDY RAMIRO TEÓFILO VÁSQUEZ TURMELLE J**

Lugar de entrega: **OFICINA DE TURISMO RARAZ SAC**

Remitente: _____

| Cantidad | Descripción | P. Unit. | Total S/. |
|----------|---|----------|-----------|
| | <p>TURISMO RARAZ SAC NO SE VERIFICÓ CONTENIDO. SE TRASLADA BAJO SU RESPONSABILIDAD</p> | | |

*Fuerza que uno más...!****

DATOS DE IMPRENTA
D & R NEGOCIACIONES EJRL
R.U.C. 20500388737
Serie 007 Del 22001 al 26000
Aut. N° 12754943023 Fl. 07/02/2017

Recibí Conforme _____ p. / la Empresa

FALGOMA DE

USUARIO

ANEXO N° 19: BOLETAS DE LA COMPRA DE MATERIALES PARA EL SISTEMA ELÉCTRICO.

SODIMAC
SODIMAC PERU S.A.
AV. ANGANOS ESTE HRO. 1805 INT.2
(OFICINA 2)
LIMA-LIMA-SURQUILLO
RUC: 20388230724

S/N: 00000000000000
BOLETA DE VENTA ELECTRONICA

B473 - 00037261

LOCAL : 00076
FECHA EMISION : 10/02/2018
HORA : 17:19:28
CAJA : 0007
CAJERO : 112 DANITZA CA

| | | |
|---------|-----------------|-----------|
| 2247089 | CABLE THHN 14AW | 64.00 |
| 191175 | TOMAC UNIV 4 SA | |
| 2 | CU X | 4.60 9.20 |
| 190942 | ENCH C/TAP PROT | 1.60 |

| | | |
|---------------------|----|-------|
| SUBTOTAL | S/ | 74.80 |
| Numero de Items = 3 | | |
| OP. GRAVADA | S/ | 63.39 |
| IGV 18.00% | S/ | 11.41 |
| IMPORTE TOTAL | S/ | 74.80 |

| | | |
|-----------------|-------|--------|
| EF | S/ | 100.00 |
| Vuelto en Soles | 25.20 | |

Forj. Fidelizacion: 72708693



ANEXO N° 20: BOLETAS DE LA COMPRA DE MATERIALES PARA EL SISTEMA DE BOMBEO DE AIRE.



Jr. Loreto N° 451 - Huancayo - Huancayo - Junín
Llamar al #966966767

DE: MABEL JESSICA DAMIAN MENENDEZ
Venta de Mascotas como cachorros de todas las razas, hamster, conejos de raza y de toda para su mascota (cama, ropa, cadena, jaulas, alimento balanceado, etc).
Acuariofilia (ofrecemos acuarios implementados) muebles, tapas y fluorescentes para acuario, accesorios y variedad en peces ornamentales al por mayor y menor.

ATENCIÓN: 10:30 am. - 10:00 pm.
Visitanos: www.mascotasexotic.com

RUC: 10450471343
BOLETA DE VENTA

001 - N° 00949

Señor: Juan Delgado Rojas
Dirección: Pje. Los Nogales Mb F. lote 18A - HYO D.N.I.: 72709693

| DIA | MES | AÑO |
|-----|-----|------|
| 06 | 02 | 2018 |

| CANT. | DESCRIPCION | P. UNIT. | IMPORTE |
|-------|-----------------|----------|---------|
| 04 | Bombas de Aire | 27.00 | 108.00 |
| 20 | Llaves "Y" | 2.00 | 40.00 |
| 14 | metros Manguera | 28.00 | 28.00 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Palomino
R.U.C. 1047328828
Dc. José Martín Palomino Morcho - Jr. Amazonas 311 - Huancayo
AUT. N° 0878776133 - F.I. 28/11/2014
SERIE 001 DEL 201 AL 1200

CANCELADO

Fecha, _____ de _____ del 201_____

TOTAL S/. 176.00

USUARIO

ANEXO N° 21: BOLETAS DE LA COMPRA DE MATERIALES PARA UNIDADES EXPERIMENTALES.

DISTRIBUIDORA
“Huancayo”
DE: ERIKA CARDENAS MIRANDA
Distribuidor exclusivo de sillas, mesas, bancos, artículos de plásticos en general, locería, descartables, pelotas, en las mejores marcas
Calle Real 929 - Int. 203 - Cel. 964677806 - RPM: #238844
HUANCAYO - HUANCAYO - JUNÍN

R.U.C. 10200964298

BOLETA DE VENTA

001 - **Nº 983973**

Señor (es): Juan Delgado

| V | DIA | MES | AÑO |
|---|-----|-----|-----|
| | 05 | 02 | 18 |

Dirección: _____ D.N.I. _____

| CANT. | DESCRIPCION | P. UNIT. | IMPORTE |
|-------|--------------------|----------|---------|
| 12 | Baldes sumac 20 lt | 20.00 | 240.00 |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | cancelado | | |
| | | | |

Fama S De: Roca Valero Rolando Williams
RUC: 10730637978 - Aut. 0984438133
Serie 001 - del 82001 a 84000 - F.I. 05/12/2016

TOTAL S/. 240.00

NOTA: Una vez salida la mercadería no hay lugar a reclamo ni devolución.

USUARIO

ANEXO N° 22: OBTENCIÓN DE MATERIALES PARA EXPERIMENTACIÓN.



Obtención de agua limpia o de manantial.



Obtención de melaza de caña.



Buffers de verificación y ajuste de Ph.

ANEXO N° 23: MATERIALES PARA ACTIVACIÓN DE EM AGUA.



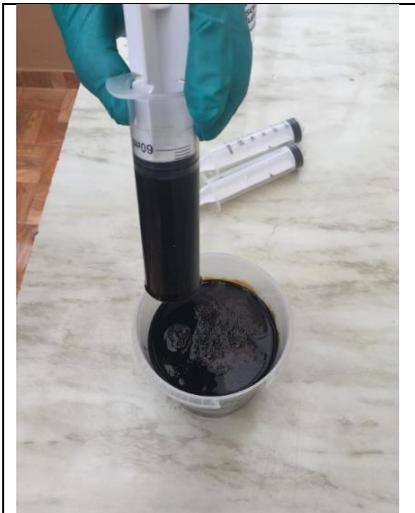
Materiales usados, melaza de caña, EM Agua y jeringas para dosificar los componentes.

ANEXO N° 24: DISEÑO DEL SISTEMA DE AIREACIÓN.



Sistema de aireación para las unidades experimentales.

ANEXO N° 25: PROCEDIMIENTO DE ACTIVACIÓN DE EM AGUA – DISOLUCIÓN DE CHOQUE.



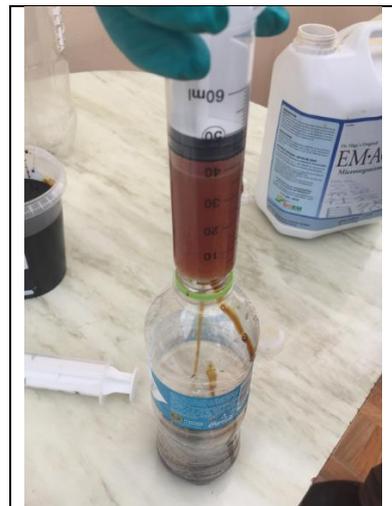
Dosificando la melaza de Caña.



Dosificando agua limpia o de manantial.



Dosificando EM Agua.



Adicionando dosis de EM Agua en su respectivo recipiente.



Homogenización de dosis de EM agua, melaza de caña y agua limpia.



Recipientes con dosis de EM Agua al 6%.



Recipientes con dosis de EM Agua al 4%.



Recipientes con dosis de EM Agua al 8%.

ANEXO N° 26: VISITA PREVIA A PTAR PARA INSPECCIÓN Y VERIFICACIÓN.



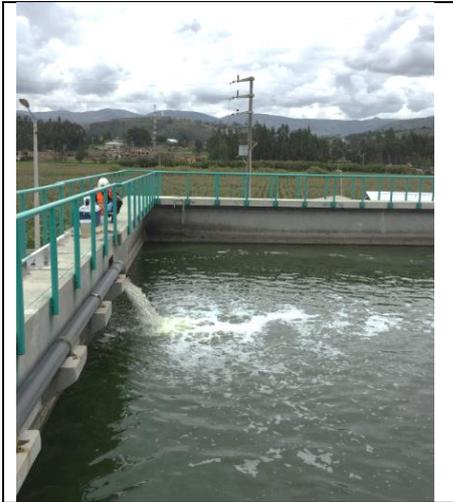


Indicaciones e información del funcionamiento de PTAR por parte del personal especialista.



Tanque Bioreactor.

ANEXO N° 27: TOMA DE MUESTRAS DE LÍNEA BASE.



Ubicación de estación de muestreo, LB-I, Afluente del Bioreactor.



Rotulado de frascos.



Canal afluente del Bioreactor.



Frascos para envío de muestras al laboratorio.



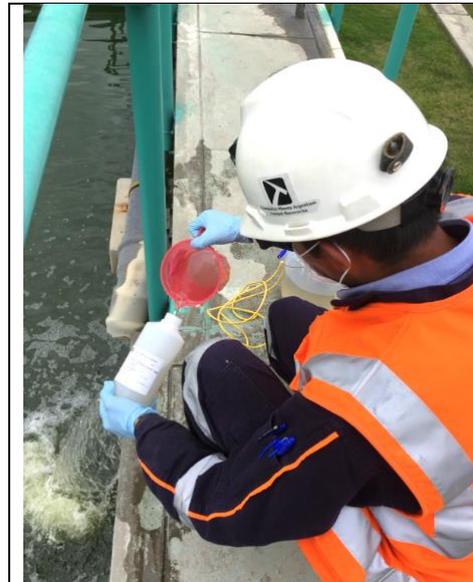
Toma de muestra de agua residual, en el afluente del biorreactor estación de muestreo LB - I.



Toma de muestra, parámetro microbiológico.



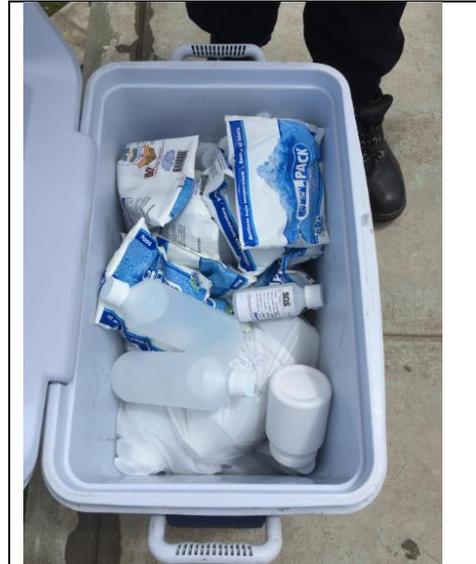
Muestra de agua residual.



Toma de muestra de DBO.



Preservación de muestras para aceites y grasas.



Acondicionamiento de muestras con gelpack a temperatura de 4 °C.



Preservación de Muestras microbiológicas.



Traslado a punto LB – S.



Rotulado de frascos.



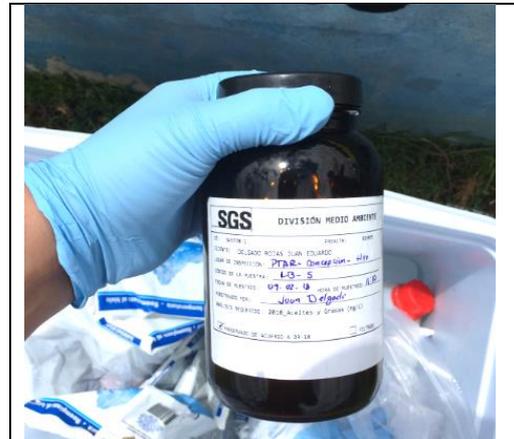
Toma de muestra de agua residual tratada, en la salida de la PTAR estación de muestreo LB - S.



Toma de parámetros microbiológicos.

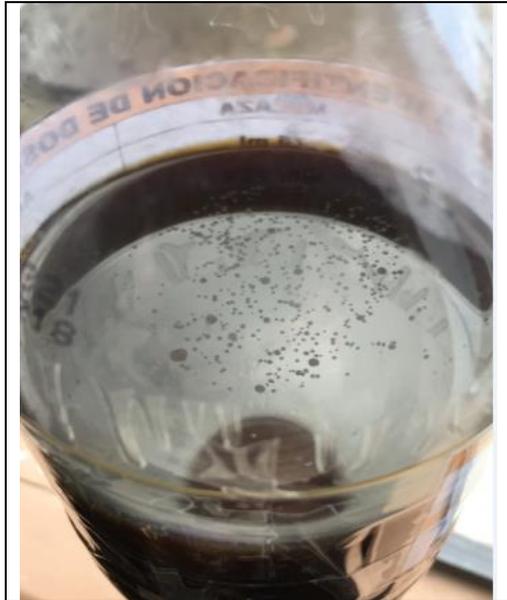


Toma de muestra de agua residual tratada, estación de muestreo LB - S.



Muestra de parámetro de aceites y grasas.

ANEXO N° 28: SEGUIMIENTO AL PROCESO DE ACTIVACIÓN DEL EM AGUA



Características de EM Agua en proceso de activación, luego de 3 días.



Características de EM agua activado, luego de 7 días.

ANEXO N° 29: PROCEDIMIENTO PARA RECOLECCIÓN DE AGUA RESIDUAL Y APLICACIÓN DE EM AGUA DE CHOQUE EN LAS UNIDADES EXPERIMENTALES.



Ubicación en punto de muestreo con los materiales a usar y experimentar.



Vertimiento de muestra en unidades experimentales.



Toma de muestras para las unidades experimentales



Traslado de baldes a zona de experimentación – lechos de secado de lodos.



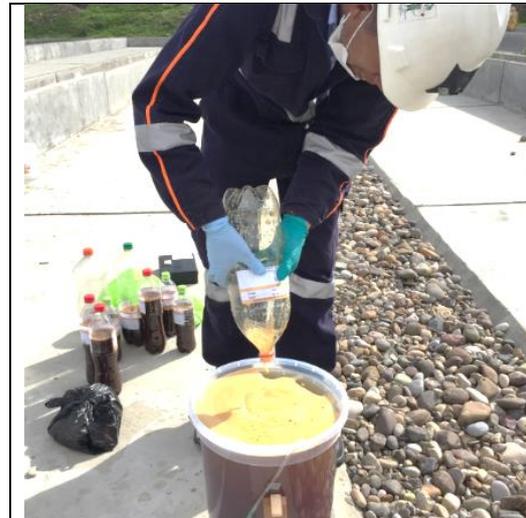
Unidades experimentales ordenadas.



Agregando EM Agua activado a unidades experimentales.



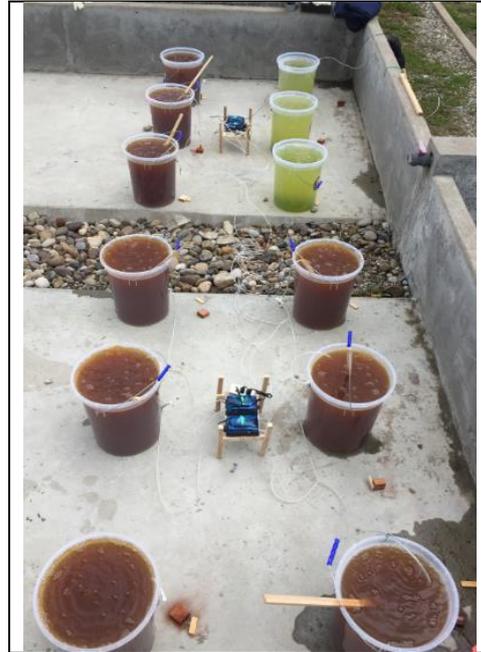
Verificación de funcionamiento de sistema de aireación.



Agregando EM Agua activado a unidades experimentales Dosis Alta (DA-R1).



Homogenización de EM Agua activado con el Agua Residual.



Unidades Experimentales DA, DM, DB y controles con sistema de aireación correcto.

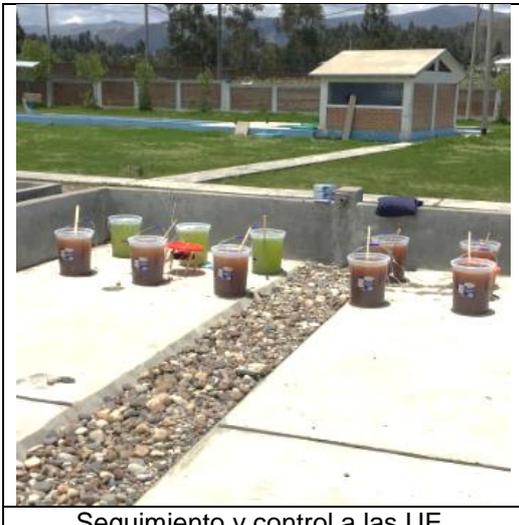


Medición de parámetros de campo.



Unidades experimentales rotuladas.

ANEXO N° 30: SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LAS UE – LUEGO DE APLICACIÓN DE CHOQUE.



Seguimiento y control a las UE.



Medición de parámetros de campo.

**ANEXO N° 31: PROCEDIMIENTO DE ACTIVACIÓN Y APLICACIÓN DE EM AGUA –
DISOLUCIÓN DE MANTENIMIENTO.**



Dosificación de melaza de caña.



Agregando EM Agua activado a unidades experimentales dosis alta (DA-R3).



EM Agua en proceso de activación,
Dosis Baja al 4%.



Agregando EM Agua activado a unidades experimentales dosis media (DM-R1).

ANEXO N° 32: SEGUIMIENTO Y CONTROL DE LAS UE – LUEGO DE APLICACIÓN DE CHOQUE.



Verificación del correcto funcionamiento del sistema de aireación.



Medición de parámetros de campo.



Formación de sedimentos en las unidades
Control

ANEXO N° 33: TOMA DE MUESTRAS FINALES DE LAS UNIDADES EXPERIMENTALES



Homogenizando Unidades Experimentales para la toma de Muestras.



Rotulado de muestras.



Toma de muestras parámetro microbiológico, dosis alta.



Preservando muestras de Aceites y Grasas.



Toma de muestras microbiológicas, unidades control.



Toma de muestras de Solidos Totales en Suspensión, Unidades Control.